

# EFFECTO DE LA MADUREZ DEL FRUTO Y TIEMPO DE MADURACION POSTCOSECHA EN LA CALIDAD DE SEMILLA DE CHILE JALAPEÑO

## EFFECT OF RIPENESS OF FRUIT AND TIME OF MADURATION POSTHARVEST ON JALAPEÑO PEPPER SEED QUALITY

Gerardo Francisco Acosta Rodríguez<sup>1</sup>, Leticia Alejandra Bustamante García<sup>2</sup>  
y Jesús Hector Esparza Martínez<sup>3</sup>

### RESUMEN

La gran demanda de semilla de chile Jalapeño (*Capsicum annuum* L.) y la carencia de estudios enfocados a determinar la tecnología para producir semilla de calidad, motivaron el presente estudio en el Campo Experimental La Laguna durante el ciclo Primavera-Verano 1991, cuyos objetivos fueron determinar el efecto de la madurez del fruto a cosecha, y el tiempo de maduración en postcosecha sobre la calidad de semilla. Se utilizó semilla del cultivar Jarocho, y un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 3x3 en parcelas divididas utilizando cuatro repeticiones. Los factores fueron color de fruto a cosecha (verde, "pinto", rojo) y días después de cosecha para extracción de semilla (1, 10, 20). La calidad física de la semilla se evaluó mediante las variables peso de semilla aprovechable (%), peso de 1000 semillas y peso volumétrico; mientras que la calidad fisiológica se cuantificó principalmente con las pruebas de germinación estándar, envejecimiento acelerado y emergencia total. La semilla de frutos cosechados en estado "pinto" y rojo presentó los mayores porcentajes de semilla aprovechable (entre 93 y 96%) en los tres tiempos para extracción de semilla. Sin embargo, la semilla de frutos "pintos" extraída a los 10 y 20 días después de cosecha tuvo los mayores valores de germinación estándar (94 y 92% respectivamente). La semilla de frutos rojos extraída al siguiente día de la cosecha tuvo el mayor porcentaje de emergencia, sin diferenciarse estadísticamente de la semilla

extraída a los 10 y 20 días después de cosecha. A medida que se retrasó la extracción de semilla, se incrementó su calidad en forma lineal (porcentaje de semilla aprovechable) o cuadrática (germinación estándar y emergencia), sin encontrarse diferencia estadística entre las extracciones a los 10 y 20 días después de cosecha. La interacción madurez de fruto y tiempo de extracción de semilla, fue altamente significativa en las variables presentadas. La semilla de frutos cosechados en verde fue la más favorecida por la maduración en postcosecha.

### PALABRAS CLAVE ADICIONALES

*Capsicum annuum* L., tecnología de semillas, color de fruto, postmaduración en postcosecha.

### SUMMARY

The high demand of Jalapeño pepper seed (*Capsicum annuum* L.) and the lack of technology for high quality seed production brought out the present study during spring-summer season of 1991 at La Laguna Experimental Station. The study was conducted to determine the effect of fruit maturity at harvest and postharvest maduration time on seed quality. Cultivar Jarocho was tested under a split plot design 3x3 factorial with four replications. Factors under study were fruit colour at harvest (green, part green-part red, red) and days to seed extraction after fruit harvest (1, 10, 20). The physic quality seed was tested with weight of pure seed (%), weight of 1000 seeds and volumetric weight; the physiological quality seed was determined by the tests of standard germination, accelerated ageing and total emergence. Seed from fruits harvested at part green-part red and red stage had higher percentajes of pure seed (93-96%) in the three times to seed extraction, whereas, the seeds of fruits part green-part red in extractions at ten and twenty days were higher in standard germination (94 and 92%). The seed of red fruits in the extraction at one day after harvest had higher emergence, with no statistical differences in seed extractions at ten and twenty days. As seed extraction

<sup>1</sup> Tecnología de Semillas, Campo Experimental Delicias, INIFAP. Apdo. Postal 81. C.P. 33000, Cd. Delicias, Chih.

<sup>2</sup> Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas. Depto. de Fitomejoramiento. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. C.P. 25000. Buenavista, Saltillo, Coah.

<sup>3</sup> Tecnología de Semillas. CELALA. INIFAP. Apdo. Postal 247. C.P. 27000. Matamoros, Coah.

was retarded, seed quality was increased linearly (pure seed percentage) and quadratically (normal germination, and emergence), with no statistical differences in seed extractions at ten and twenty days. Fruit maturity and time of extraction interaction was highly significant for the variables in study. Seed from green fruits had better effects from postharvest maturation since higher quality was obtained as seed extraction was delayed.

#### ADDITIONAL INDEX WORDS

*Capsicum annuum* L., seed technology, fruit colour, postharvest postmaturación.

#### INTRODUCCION

A nivel nacional, y principalmente en el Norte de México, existe gran demanda de semilla de chile jalapeño; sin embargo, su producción es insuficiente, teniéndose que importar una buena cantidad de la semilla utilizada, lo que provoca fuga de divisas, incremento en los costos de producción y riesgo de no disponer de semilla de la variedad adecuada en el momento oportuno. Por otra parte, no obstante que se cuenta con áreas aptas para la producción de semilla, ésta no es de óptima calidad, debido principalmente, a la falta de estudios enfocados a determinar la tecnología adecuada a las diferentes condiciones agroecológicas del país.

Entre los factores que pueden tener efecto en la calidad de semilla están el grado de madurez del fruto en la cosecha y el tiempo de maduración de la semilla después de cosecha (en almacén). Comúnmente, se cosecha cuando los frutos se tornan completamente rojos, de los que, se supone, se obtiene de semilla de buena calidad; sin embargo, la pigmentación que coincide con tal calidad puede variar con el genotipo, las condiciones agroclimáticas y el manejo del cultivo. Por lo tanto, es importante determinar la relación de la madurez del fruto para cosechar y el tiempo de maduración después de cosecha en la calidad de semilla,

para de esa manera cosechar oportunamente y evitar riesgos de altas temperaturas, lluvias frecuentes, heladas tempranas e incidencia de plagas y enfermedades que aceleran el deterioro de la semilla.

Considerando la superficie de cultivo y el potencial de la Región Lagunera y otras áreas del Norte de México en relación a la producción de semilla de esta especie, se realizó el presente estudio, cuyos objetivos fueron: 1) determinar el efecto de la madurez del fruto cosechado (con base en su coloración) en la calidad de su semilla, y 2) determinar el efecto del tiempo de maduración después de cosecha en la calidad de la misma. Las hipótesis planteadas fueron: 1) los frutos en transición de color o "pintos", tienen la misma calidad de semilla que los frutos totalmente rojos, y 2) la semilla extraída inmediatamente después de cosechar, tiene menor calidad comparada con la semilla extraída más tarde.

#### REVISION DE LITERATURA

La capacidad de las semillas para sobrevivir, así como su tamaño y peso seco se van incrementando hasta que éstas alcanzan la madurez fisiológica, que es el punto donde se alcanzan los máximos en la vida de la semilla, como peso seco, germinación, vigor y la mayor parte de su potencial de almacenamiento; sin embargo, el contenido de humedad es aún muy alto para cosecharse mecánicamente (Copeland y McDonald, 1985; Baskin, 1987).

Estudios con diferentes tipos y cultivares de chile han coincidido en que el mayor porcentaje de germinación (97 a 98%) se obtiene con semillas de frutos cosechados a los 50-55 días después de la floración, lo cual ha coincidido con la pigmentación roja del fruto (Lysenko y Butkevich, 1981; Montovani *et al.*, 1981; Dharmatti y Kulkarni, 1989). Asimismo, en chile Tabasco, Edwards y Sundstrom (1987)

encontraron una mayor germinación (81%) en semillas extraídas de frutos cosechados en estado rojo.

Por otra parte, Quagliotti (1977) encontró que en los cultivares de chile dulce Corno di bue y Di Cuneo, la mejor etapa para cosechar los frutos, fue durante su pigmentación parcialmente amarilla o roja, en la que obtuvo mayor producción de semillas viables por planta y un mayor número y peso de semillas por fruto; aunque, los frutos rojos presentaron un mayor porcentaje de semillas germinadas. Mientras que Retes (1974), al trabajar con chile ancho, reportó que las semillas de frutos rojos y pintos al momento de cosecha (almacenando los pintos hasta que terminaron de madurar), presentaron una germinación similar. Sin embargo, Bustamante y Martínez (1991) en chile Bell, encontraron que el mejor grado de madurez para calidad física y capacidad de germinación, fue el rojo; aunque, para vigor, el verde fue mejor.

En lo que se refiere a la maduración del fruto en postcosecha, Quagliotti (1977) encontró que a excepción de los frutos cosechados totalmente rojos, la maduración de postcosecha por un mes tuvo un gran efecto sobre la viabilidad de semilla de frutos cosechados verdes y parcialmente rojos o amarillos ("pintos"), ya que se incrementó considerablemente el porcentaje de germinación en comparación con la semilla extraída inmediatamente después de cosecha. Asimismo, Quagliotti *et al.* (1982) encontraron que en frutos de chile dulce (cvs. Corno di bue y Yolo Wonder) con madurez comercial, son necesarios por lo menos 20 días de almacenamiento postcosecha a 20°C, y al prolongar éste a 30 días se incrementó el porcentaje de germinación.

## MATERIALES Y METODOS

El trabajo se estableció durante el Ciclo Primavera-Verano 1991, en terrenos del

Campo Experimental de la Laguna (CELALA) del INIFAP, con una ubicación geográfica de 25°32' Latitud Norte, 103°14' Longitud Oeste y 1120 msnm. La temperatura media durante el ciclo del cultivo fue de 24.5°C, la humedad relativa varió de 40 a 72 por ciento y la precipitación fue de 220 mm. Se utilizó semilla de chile tipo Jalapeño cultivar Jarocho. El experimento se estableció bajo un diseño experimental de bloques completos al azar, con un arreglo de tratamientos factorial 3 x 3 (parcelas divididas) y cuatro repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

1. Factor A. Grado de madurez o coloración del fruto a cosecha: verde comercial (40-45 días después de floración), "pinto" o parcialmente rojo (Con 30-70 por ciento de su superficie roja y 55-60 días después de floración), y rojo (consistencia semiturgente o semiflácida y 80-85 días después de floración).
2. Factor B. Tiempo de extracción de semilla (maduración en postcosecha): uno, diez y veinte días después de la cosecha.

La parcela principal (factor A) constó de cuatro surcos de 15 m de largo y 0.92 m de ancho, en los que se seleccionaron 60 sitios o matas de siembra en los dos surcos centrales como parcela útil; mientras que la subparcela (factor B) fue de cuatro surcos de 5 m de largo, en donde se etiquetaron 20 matas como unidad experimental. La siembra directa se efectuó el 23 de marzo de 1991, en húmedo y en forma manual. La distancia entre sitios o matas fue de 30 cm. Se aclareó a tres plantas por mata. La fertilización se efectuó con la fórmula 140-60-00; 70-60-00 antes del riego de presiembra y 70-00-00 en la etapa de floración (78 días después de la siembra). Los riegos, cultivos, deshierbes manuales y aplicaciones de agroquímicos se llevaron a cabo cada vez que fue necesario. La cosecha

fue manual y se realizó cuando los primeros frutos de cada mata presentaron la coloración requerida (grado de madurez) de acuerdo con el factor A, efectuándose un total de dos cortes para cada grado de madurez.

Los frutos a los que se les extrajo la semilla a los 10 y 20 días después de cosecha, se almacenaron extendiéndolos sobre costales de ixtle colocados en el suelo y en un local que tuvo una temperatura ambiente promedio de 26.3°C y 65% de humedad relativa. La extracción de semilla se realizó manualmente para los tres grados de madurez del fruto; después, ésta se lavó con agua, y posteriormente se colocó en mallas tipo mosquitero para su secado, el cual se realizó primero a la sombra (cuatro horas en el exterior y cuatro a siete días en el interior del local de almacenamiento) y después se secó tres a cuatro horas al sol (36-41°C).

El acondicionamiento final de la semilla (separación de semilla aprovechable y no aprovechable) y las pruebas de calidad, se llevaron a cabo en el Laboratorio de Ensayos de Semilla del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas de la UAAAN, en Buenavista, Saltillo, Coah. Para la separación de semilla aprovechable (supuestamente viable) se utilizó un separador neumático vertical, con una extensión tubular de 4 cm de diámetro y 50 cm de largo, calibrado a 2.5 cm de abertura en su extremo superior y una exposición de tres minutos por submuestra de 5 g hasta terminar la muestra total (mezcla de submuestras) de cada una de las unidades experimentales. Se consideró como semilla aprovechable, aquella que permaneció en la parte baja de la extensión tubular; mientras que, la semilla no aprovechable subió por la acción del aire depositándose en los contenedores superiores del mismo tubo.

Para evaluar la calidad de la semilla, ésta fue sometida a las siguientes pruebas:

a) Porcentaje en peso de semilla aprovechable (PSA). La semilla aprovechable y no aprovechable de cada muestra o unidad experimental, se pesó en una balanza de precisión de 0.01 g. Posteriormente, los valores de semilla aprovechable se transformaron a porcentajes con base en el peso total.

b) Contenido de humedad (CH). Se determinó de dos repeticiones por tratamiento, mediante el método de secado en estufa (ISTA, 1985), al colocar una muestra de 2 g de semilla en un horno de convección mecánica a 104°C por 17 horas. El CH tuvo una variación mínima (6.5 a 6.7 %), debido a que se uniformizó antes de efectuar las pruebas de calidad, al colocar el total de muestras en un ambiente seco a 36-38°C por dos horas, y posteriormente se envasó en doble bolsa de papel más polietileno.

c) Peso volumétrico (PV). Se obtuvo de una muestra por unidad experimental, mediante la utilización de un vaso de precipitado con capacidad de 12 ml. La semilla contenida en el recipiente se pesó en una balanza de precisión de 0.01 g. Posteriormente, el valor de gramos en 12 ml se transformó a kilogramos por hectolitro (kg/Hl).

d) Germinación estándar (GE). Se determinó con la prueba estándar de germinación (ISTA, 1985) en toallas húmedas enrolladas y cuatro repeticiones, cada una con un total de 100 semillas. Las semillas (tratadas con Arazan) se colocaron con el micrópilo hacia abajo, en dos líneas trazadas a lo largo del papel base. Después de cubrir las semillas con otra toalla y enrollar, los "tacos" se colocaron verticalmente, bajo un diseño completamente al azar en una cámara germinadora a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  durante 14 días (8 horas luz y 16 horas de obscuridad por día). Posteriormente, las plántulas se clasificaron de la siguiente manera: normales de alto vigor (raíz  $>$  de 7 cm e hipocótilo  $>$  de 4

cm); normales de bajo vigor (raíz de 4-7 cm e hipocótilo de 1-4 cm); anormales (deformes, enfermas, atrofiadas y/o con pobre desarrollo de raíz e hipocótilo); semillas muertas (no germinadas). La GE se obtuvo del conteo de plántulas normales (alto y bajo vigor) cuyos valores se transformaron a porcentajes.

e) Prueba de envejecimiento acelerado (EA). Cuatro repeticiones de 100 semillas por tratamiento (tratadas con Arazán) se depositaron en una malla de alambre tipo mosquitero, colocada dentro de un vaso de precipitado de 500 ml de capacidad conteniendo 100 ml de agua, y sobre un soporte tubular de 7 cm de altura del mismo material. Los recipientes se taparon con polietileno transparente sujeto por una liga; después se colocaron en una cámara de envejecimiento a  $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$  por 48 horas, bajo un diseño completamente al azar; después se hizo la siembra de las semillas para determinar su capacidad de germinación (prueba estándar en toallas, ISTA, 1985). A los 14 días después de la siembra, las plántulas se clasificaron en: normales (raíz  $>$  de 2 cm y con una tercera parte de los cotiledones descubierta); anormales (muy deformes, atrofiadas y con muy pobre desarrollo de raíz e hipocótilo); y muertas o no germinadas. El valor de EA se determinó a partir del porcentaje de plántulas normales.

f) Capacidad de emergencia (ET). Se sembraron cuatro repeticiones de 100 semillas por tratamiento, bajo un diseño completamente al azar, en un almácigo situado dentro de un invernadero semidescubierto y sin ambiente controlado. La emergencia, se cuantificó a los 25 días después de la siembra, considerando las plántulas normales y con desarrollo inicial de sus primeras dos hojas verdaderas. El promedio se expresó en porcentaje.

Antes de efectuar los análisis estadísticos, los valores (x) expresados en porcentaje

se transformaron mediante el método de Logaritmo Natural (x). Después, a los resultados de cada variable se les aplicó un análisis de varianza para el diseño experimental mencionado. Para la comparación de medias en las variables que presentaron significancia estadística, se utilizó la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$  y  $0.01$ ), la cual fue también utilizada al descomponer por efectos simples las interacciones significativas. Cuando el factor B (tiempo de maduración en postcosecha o de extracción de semilla) presentó significancia, se aplicó el análisis de polinomios ortogonales para encontrar la tendencia de respuesta a través de sus tres niveles.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Porcentaje en peso de semilla aprovechable (PSA)

La comparación de medias del Cuadro 1, muestra que en el factor grado de madurez de fruto a la cosecha, los frutos "pintos" y rojos que fueron estadísticamente iguales, superaron con alta significancia a los frutos verdes, con diferencias de 50 y 51%, respectivamente, debido probablemente a que las semillas de los frutos verdes aún no alcanzaban su madurez fisiológica, que es cuando obtienen su mayor peso seco. Mientras que, en el factor tiempo de extracción, las semillas extraídas a los 10 y 20 días después de cosecha tuvieron los mayores valores sin diferenciarse significativamente; sin embargo, se encontró una superficie de respuesta lineal positiva (Figura 1). De esta manera, un período de maduración después de cosecha mejoró la proporción de semilla aprovechable.

En lo que se refiere a la interacción madurez de fruto cosechado y tiempo para extracción de semilla, en el Cuadro 2, se aprecia que los tres niveles de madurez (A), generalmente, tuvieron un efecto altamente significativo en los tres niveles de extracción

Cuadro 1. Comparación de medias para grados de madurez del fruto cosechado y días para extracción de semilla después de la cosecha en chile jalapeño cv. Jarocho para cinco variables de calidad física y fisiológica de semilla.

Factor	Peso semilla aprovechable (%)	Peso volumétrico (kg/hl)	Germinación estandar (%)	EA (%)	Emergencia (%)
<b>Grado de madurez</b>					
Verde	44 b <sup>1</sup>	51.1 b	22 b	31 c	38 c
"Pinto"	94 a	56.5 a	86 a	88 b	83 b
Rojo	95 a	55.6 a	84 a	99 a	95 a
C.M.	2.39**	99.22**	6.62**	4.71**	2.90**
<b>Tiempo de extracción de semilla</b>					
1 día	65 b <sup>1</sup>	54.6 a	29 b	36 c	41 b
10 días	76 a	54.5 a	72 a	79 b	83 a
20 días	81 a	54.1 a	76 a	93 a	89 a
C.M.	0.15**	0.85 NS	3.17**	3.00**	2.14**
C.V.	3.49	2.90	2.14	2.66	2.53

<sup>1</sup> Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey  $P < 0.01$ )

C.M. Cuadrados medios

\*\* Altamente significativo ( $P < 0.01$ )

NS No significativo

C.V. Coeficiente de variación

EA = Envejecimiento acelerado

de semilla (B); mientras que, estos últimos solamente tuvieron significancia en los frutos cosechados en verde (A1). Esto, puede atribuirse a que la semilla de frutos verdes, aún inmadura, continua su maduración después de cosecha. De esta manera, en el Cuadro 3, se observa que los frutos "pintos" y rojos tuvieron los mayores valores en los tres tiempos para extracción de semilla (sin diferenciarse estadísticamente). Por otra parte, no obstante que los frutos colectados en verde incrementaron con alta significancia su proporción de semilla aprovechable conforme se retrasó la extracción de semilla, el máximo valor fue mucho menor que cualquiera de los casos en frutos "pintos" y rojos.

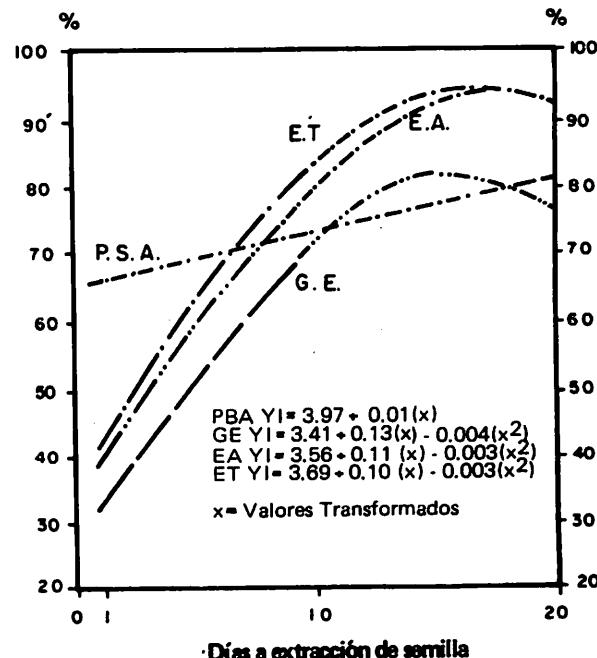


Fig. 1. Respuesta de los porcentajes de peso de semilla aprovechable (P.S.A.), germinación estandar (G.E.), envejecimiento acelerado (E.A.) y capacidad de emergencia (E.T.) a diferentes tiempos para extracción de semilla después de cosecha, en semilla de chile jalapeño cv. Jarocho.

Cuadro 2. Comparación de medias de la descomposición de la interacción madurez de fruto cosechado (A) y días para extracción de semilla después de cosecha (B) en chile jalapeño cv. Jarocho para cinco variables de calidad física y fisiológica.

Interacción de niveles	Peso semilla aprovechable (%)	Peso volumétrico (kg/hl)	Germinación		
			Estándar (%)	EA (%)	Emergencia (%)
A1/B1	30 b <sup>1</sup>	49.6 b	3 b	7 c	10 c
A2/B1	95 a	57.6 a	74 a	73 b	72 b
A3/B1	95 a	56.8 a	88 a	96 a	98 a
A1/B2	49 b	51.5 b	47 b	53 b	65 b
A2/B2	93 a	56.2 a	94 a	97 a	92 a
A3/B2	95 a	55.7 a	86 a	95 a	95 a
A1/B3	57 b	52.3 a	61 b	85 a	87 a
A2/B3	96 a	55.6 a	92 a	95 a	87 a
A3/B3	96 a	54.4 a	78 ab	99 a	93 a
B1/A1	30 b	49.6 a	3 b	7 c	10 c
B2/A1	49 a	51.5 a	47 a	53 b	65 b
B3/A1	57 a	52.3 a	61 a	85 a	87 a
B1/A2	95 a	57.6 a	74 a	73 b	72 b
B2/A2	93 a	56.2 a	94 a	97 a	92 a
B3/A2	96 a	55.6 a	92 a	95 a	87 ab
B1/A3	95 a	56.8 a	88 a	96 a	98 a
B2/A3	95 a	55.7 a	86 a	95 a	95 a
B3/A3	96 a	54.4 a	78 a	99 a	93 a

<sup>1</sup> Medias en subcolumna con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey P < 0.01).

A = Madurez de fruto a cosecha (1= Verde; 2= Pinto; 3= Rojo)

B = Días para extracción de semilla después de cosecha (1= uno; 2= diez; 3= veinte)

EA = Envejecimiento acelerado

### Peso volumétrico (PV)

Los pesos volumétricos de la semilla de frutos "pintos" y rojos, que fueron estadísticamente iguales, superaron con alta significancia a los de frutos verdes. Por otro lado, en el factor tiempo para extracción de semilla, no se encontraron diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos (Cuadro 1).

En el caso de la interacción de madurez del fruto y tiempo para extracción de semilla, en el Cuadro 2, se observa que los tres niveles de madurez (A) tuvieron alta significancia en las extracciones realizadas a uno y diez días después de cosecha; mientras que, los niveles de tiempo para extracción (B), no presentaron significancia en los niveles de madurez. Así, los mayores valores de peso volumétrico se obtuvieron en la semilla de

Cuadro 3. Comparación de medias de las combinaciones de niveles madurez de fruto cosechado (A) y días para extracción de semilla después de cosecha (B) en chile Jalapeño cv. Jarocho para algunas variables de calidad física y fisiológica de semilla.

Madurez (color)	Días para extracción postcosecha	Peso semilla aprovechable (%)	Peso vol. (kg/hl)	Germinación			Emergencia (%)
				Estándar (%)	EA (%)		
Verde	Uno	30 d <sup>1</sup>	49.6 d	3 c	7 d	10 c	
	Diez	49 c	51.5 cd	47 b	53 c	65 b	
	Veinte	57 b	52.3 bcd	61 b	85 ab	87 ab	
Pinto	Uno	95 a	57.6 a	74 ab	73 b	72 b	
	Diez	93 a	56.2 a	94 a	97 a	92 a	
	Veinte	96 a	55.6 ab	92 a	95 a	87 ab	
Rojo	Uno	95 a	56.8 a	88 a	96 a	98 a	
	Diez	95 a	55.7 ab	86 a	95 a	95 a	
	Veinte	96 a	54.4 abc	79 a	99 a	93 a	
Cuadrado medio		0.14**	8.05**	2.68**	2.13**	1.71**	
Coef. de variación		3.49	2.90	2.14	2.66	2.53	

<sup>1</sup> Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey  $P < 0.01$ )

\*\* Altamente significativo ( $P < 0.01$ )

EA = Envejecimiento acelerado

frutos rojos y "pintos" (Cuadro 3), y aunque no se diferenciaron estadísticamente, se observa cierta tendencia (contraria a la semilla de frutos verdes) a disminuir a medida que se retrasó la extracción de semilla. Lo anterior, parece indicar que la semilla de frutos "pintos" y rojos es más pesada (por su madurez más avanzada) o de menor tamaño por efecto de su mayor acumulación de materia seca y avanzada etapa de deshidratación.

#### Germinación estándar (GS)

La comparación de medias (Cuadro 1), muestra que la semilla de frutos "pintos" y rojos presentó los mayores valores de germinación con diferencias altamente significa-

tivas de 64 y 62% con respecto al de las semillas de frutos verdes. Esto coincide con lo que reportó Retes (1974) en chile ancho, quien encontró valores similares entre semilla de frutos rojos y "pintos"; sin embargo, difiere de lo reportado por Quagliotti (1977), Lysenko y Butkevich (1981), Montovani *et al.* (1981), Dharmatti y Kulkarni (1989) Edwards y Sundstrom (1987) y Bustamante y Martínez (1991) quienes encontraron mayores porcentajes de germinación en semilla de frutos cosechados totalmente rojos.

Por otro lado, en el caso del tiempo de extracción, la comparación de medias (Cuadro 1), muestra que las semillas extraídas a los 10 y 20 días después de cosecha fueron

estadísticamente iguales, y superaron en forma altamente significativa a las semillas extraídas al siguiente día de cosecha, con una diferencia de 43 y 47% respectivamente, encontrándose una tendencia de respuesta cuadrática positiva (Figura 1). Esto parece indicar que al extraer la semilla después de los 20 días de maduración de postcosecha de frutos, se reduce la capacidad de emergencia, debido a que se acelera el deterioro de la semilla, debido tal vez a la descomposición o pudrición de los frutos almacenados.

En el Cuadro 2, se muestra la interacción de niveles de madurez de fruto y días para extracción de semilla, observándose que los niveles de A o grados de madurez tuvieron alta significancia en los tres niveles de B o días para extracción de semilla; mientras que estos últimos, presentaron un efecto altamente significativo solamente en el primer nivel de A o semilla de frutos cosechados en estado verde, de manera que se incrementó su germinación a medida que se retrazó su extracción (aunque no se detectó diferencia estadística entre las extracciones de 10 y 20 días, hubo una desigualdad de 14%).

Sin embargo, de acuerdo con el Cuadro 3, la semilla de frutos "pintos" extraída a los 10 y 20 días después de la cosecha tuvo los mayores valores de germinación; aunque, sin diferenciarse estadísticamente de la extracción al siguiente día de cosecha y de la de frutos rojos en los tres tiempos para la extracción de semilla.

Tal comportamiento puede atribuirse a que los frutos verdes aún no alcanzaban su madurez fisiológica, por lo que el tiempo de almacenamiento postcosecha les favoreció considerablemente; aunque, ese incremento no fue suficiente para igualar la germinación de la semilla de frutos rojos y pintos. Además, es probable que la madurez fisiológica coincida con la pigmentación roja del fruto, ya que en ésta se tuvo la mayor germina-

ción al extraer la semilla al siguiente día de cosecha, lo cual coincide con Copeland y McDonald (1985) y Baskin (1987) que señalan que la máxima germinación se alcanza en madurez fisiológica. Por otro lado, la reducción en germinación de la semilla de frutos rojos extraída a los veinte días de cosecha, puede deberse al deterioro de la semilla, que según Baskin (1987) se incrementa gradualmente una vez alcanzada la madurez fisiológica.

### Prueba de envejecimiento acelerado (EA)

En la comparación de medias (Cuadro 1) se observa que la semilla de los frutos cosechados en rojo presentó el mayor valor de germinación después de envejecimiento acelerado. Asimismo, se puede observar una diferencia altamente significativa entre el porcentaje de germinación de semilla de frutos verdes, en comparación con el de "pintos" (57%) y rojos (68%). Por otro lado, para el factor tiempo de extracción de semilla después de la cosecha de frutos, la semilla extraída a los 20 días superó con alta significancia la semilla extraída a uno y diez días después de la cosecha, presentándose una tendencia de respuesta cuadrática positiva (Figura 1).

La interacción de niveles de madurez de fruto y tiempo de extracción de semilla (Cuadro 2), muestra que los niveles de madurez (A) tuvieron un efecto altamente significativo en la semilla extraída después de uno y diez días después de cosecha; mientras que, los niveles de B (tiempos para extracción de semilla) presentaron alta significancia en los frutos cosechados "pintos" y verdes, aunque en estos últimos el efecto fue más notable.

De esta manera, de acuerdo con el Cuadro 3, la semilla de frutos cosechados "pintos" (extraída a diez y veinte días después de cosecha) y rojos (en los tres

tiempos para extracción de semilla) tuvo los mayores valores de germinación después de envejecimiento acelerado, aunque sin diferenciarse estadísticamente de la semilla de frutos verdes colectada a los veinte días después de cosecha. Los valores de semilla en frutos rojos no fueron afectados por el tiempo de extracción de semilla, lo que indica que la semilla de frutos rojos tiene un mayor potencial de almacenamiento o vigor al momento de cosecha.

Es importante hacer notar que a diferencia de lo esperado, los valores de germinación obtenidos después de la prueba de envejecimiento acelerado superaron de manera general a los porcentajes de germinación estandar, lo cual resulta hasta cierto punto ilógico si consideramos que los primeros valores corresponden a una prueba de estrés; sin embargo, es muy probable que este efecto se deba a que el chile jalapeño es un tipo con amplia adaptación a regiones cálidas, de manera que, el supuesto estrés posiblemente sirvió como tratamiento de preacondicionamiento a la semilla. En relación a esto, en chile dulce Perl y Feder (1981) obtuvieron un mayor peso de plántula y emergencia de raíz en semilla imbibida en agua a temperaturas de 20 y 35°C. De esta manera, para posteriores estudios en semilla de chile jalapeño se recomienda evaluar o utilizar temperaturas más altas (42 a 46°C) en la prueba de envejecimiento acelerado.

#### Capacidad de emergencia (ET)

La comparación de medias (Cuadro 1) indica que la semilla de frutos rojos tuvo los valores estadísticamente más altos. De esta manera, la semilla de frutos rojos superó a la de frutos "pintos" y verdes con una diferencia de 12 y 57%, respectivamente. Mientras que, en el factor tiempo de extracción, las semillas extraídas a los 10 y 20 días después de cosecha presentaron los valores más altos, sin diferenciarse estadísticamente y con una desigualdad de 42 y

48% respectivamente, en comparación con la emergencia de semilla de frutos verdes; de acuerdo con la Figura 1, a medida que se retrazó la extracción de semilla se incrementó su capacidad de emergencia, con una tendencia de respuesta cuadrática positiva, de manera que esta variable tiende a disminuir al extraer la semilla después de los 20 días de la cosecha de frutos, debido posiblemente a que a partir de este tiempo se acelera el deterioro de la semilla, principalmente por efecto de la pudrición o incidencia de hongos en el fruto almacenado.

En el Cuadro 2, se observa la interacción de niveles de madurez y tiempos de extracción (altamente significativa), donde se aprecia que los niveles de madurez (A) tuvieron un efecto altamente significativo en la semilla extraída a uno y diez días después de cosecha, siendo más marcado en el primer caso; mientras que, los niveles de días para extracción de semilla (B) presentaron alta significancia en los frutos cosechados verdes y "pintos", con un mayor efecto en los primeros, de tal forma que en la semilla de frutos verdes fue tan positivo el retraso de la extracción de semilla que a los veinte días después de cosecha los valores de emergencia tendieron a igualar a los de frutos "pintos" y rojos.

De acuerdo con el Cuadro 3, el mayor porcentaje de emergencia de plántulas se obtuvo en la semilla de frutos rojos extraída al siguiente día de su cosecha, pero, sin diferenciarse estadísticamente de la semilla de frutos rojos y pintos extraída a los 10 y 20 días después de cosecha, así como de la semilla de frutos verdes extraída a los veinte días después de cosecha.

Los resultados de emergencia y envejecimiento acelerado demuestran que los frutos cosechados en rojo tienen un mayor vigor y potencial de almacenamiento de semilla. Esto, se debe muy posiblemente a que la pigmentación roja del fruto al momento de

cosecha coincide con la madurez fisiológica, que de acuerdo con Copeland y McDonald (1985) y Baskin (1987) es el punto donde la semilla alcanza el máximo peso seco, máximo vigor y su mayor potencial de almacenamiento. Sin embargo, los resultados difieren con lo observado por Bustamante y Martínez (1991) quienes reportaron valores de vigor más altos en semilla de frutos cosechados en verde.

Por otra parte, los resultados del efecto de maduración en postcosecha (principalmente en frutos verdes) respaldan en cierta forma lo reportado por Quagliotti (1977) y Quagliotti *et al.*, (1982) quienes encontraron que la madurez de postcosecha por 20-30 días tuvo un efecto favorable en la calidad de semilla de frutos cosechados verdes y pintos. Lo anterior puede ser comprensible si consideramos que la semilla de frutos verdes aún no alcanza su madurez fisiológica y por ende su máximo vigor de semilla al momento de cosecha.

Es importante señalar, que aunque las semillas de los frutos cosechados en verde mejoraron considerablemente su calidad fisiológica a medida que se retrasó el tiempo para la extracción de semilla (incluso en las pruebas de envejecimiento acelerado y de emergencia tendieron a acercarse a los valores de frutos más maduros), debe considerarse que el porcentaje de semilla aprovechable se mantuvo mucho más bajo en comparación con la semilla de los frutos "pintos" y rojos, lo cual también se reflejará en un menor rendimiento de semilla aprovechable.

## CONCLUSIONES

La semilla de frutos cosechados "pintos" y rojos tuvo los mayores porcentajes de semilla aprovechable en los tres tiempos para

extracción de semilla después de cosecha (valores similares entre 93 y 96%). Sin embargo, la semilla de frutos "pintos" extraída a los 10 y 20 días después de cosecha presentó los mayores porcentajes de germinación estándar (94 y 92%, respectivamente); aunque sin diferenciarse estadísticamente de la semilla de frutos rojos extraída a 1, 10 y 20 días después de cosecha.

La semilla de frutos cosechados en rojo y extraída al siguiente día de la cosecha tuvo el mayor porcentaje de emergencia, sin diferenciarse estadísticamente de la semilla extraída después de los 10 y 20 de maduración en postcosecha. Mientras que la semilla de frutos "pintos" presentó su mayor emergencia al extraer la semilla 20 días después de cosecha.

Al analizar independientemente el factor tiempo para extracción de semilla después de cosecha, se encontró que a medida que se retrasó la extracción de semilla se incrementó su calidad en forma lineal o cuadrática, sin encontrarse diferencia estadística entre las extracciones de 10 y 20 días después de cosecha en porcentaje de semilla aprovechable, germinación y emergencia.

La interacción madurez de fruto y tiempo de extracción de semilla, fue altamente significativa en las variables presentadas. Sin embargo, la semilla de frutos cosechados en estado verde fue la más favorecida por la maduración en postcosecha.

## BIBLIOGRAFIA

- Baskin, CH.C. 1987. Seed maturity influences quality. In: Proceedings 1987 Short Course for Seedsmen. Seed Technology Laboratory. Mississippi State University. Mississippi, United States of America. Volume 29. pp. 7-12.

- Bustamante, L. y J. Martínez.** 1991. Localidades y grados de madurez en la calidad de semilla de chile morrón (*Capsicum annuum* L.). En: Memorias del IV Congreso Nacional de Horticultura de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas (SOMECH) del 18 al 23 de agosto. SOMECH-UAAAAN-UANL-CIQA-INIFAP. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. p. 358.
- Copeland, L.O. and M.B. McDonald.** 1985. Principles of Seed Science and Technology. 2a. ed. Burgess Publishing Co. Minneapolis, M.N. United States of America. pp. 11-49.
- Dharmatti, P.R. and G.N. Kulkarni.** 1989. Physiological maturation studies in bell peper (*Capsicum annuum* L. grossum Sendt). Hort. Abst. 59:663. United States of America.
- Edwards, R.L. and F.J. Sundstrom.** 1987. After ripening and harvesting effects on Tabasco pepper seed germination performance. Hort. Sci. 22(3):473-475. United States of America.
- International Seed Testing Association (ISTA).** 1985. International Rules for Seed Testing. Seed Sci. and Technol. 13:520. The Netherlands.
- Lysenko, A.I. and T.S.B. Butkevich.** 1981. *Capsicum* seed quality in relation to the degree of fruit maturity. Hort. Abst. 51:798. United States of America.
- Montovani, E.C., R.F. Da Silva, V.W.D. Casali and A.R. Conde.** 1981. Development and physiological ripening of *Capsicum* seeds. Hort. Abst. 51:798. United States of America.
- Perl, M. and Z. Feder.** 1981. Improved seedling development of pepper seeds (*Capsicum annuum*) by seed treatment for pregermination activities. Seed Sci. and Technol. 9(2):655-663. United States of America.
- Quagliotti, L.** 1977. Effects of ripening stages of the berries and of storage within the fruits on viability of seeds in two varieties of pepper. Institute of Plant Breeding and Seed Production. University of Turin. Italy. In: Institut de la Recherche Agronomique. 1977. Capsicum 77 C.R. du 3 Congr. Eucarpia Genet Selection Pimient. Montfavet-Avignon, France. pp. 293-301.
- \_\_\_\_\_, M. Antonucci and S. Lanteri. 1982. Effects of postharvest ripening of the seeds within the berry in two varieties of pepper (*Capsicum annuum* L.). Hort. Abst. 52:282. United States of America.
- Retes C., J.E.** 1974. Evaluación del porcentaje de emergencia de semilla de frutos de chile ancho en tres grados de madurez. En: Informe de Experimentos de Investigación de Hortalizas 1969-80. Campo Agrícola Experimental Pabellón. Centro de Investigaciones Agrícolas del Norte Centro. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (SARH-INIA-CIANOC). Aguascalientes, México. p. 59.