

DESARROLLO DE FRUTO Y SEMILLA DE CINCO VARIEDADES DE TOMATE DE CÁSCARA EN SINALOA*

FRUIT AND SEED DEVELOPMENT OF FIVE VARIETIES OF HUSK TOMATO IN SINALOA

Alejo Rodríguez-Burgos¹, Oscar Javier Ayala-Garay^{2§}, Adrián Hernández Livera², Víctor Manuel Leal-León¹ y Edgardo Cortez-Mondaca³

¹Escuela Superior de Agricultura del Valle del Fuerte. Universidad Autónoma de Sinaloa. Calle 16, avenida Japaraqui S/N. Juan José Ríos, Ahome, Sinaloa. C. P. 81110. Tel. y Fax. 01 687 8960908. (arodriguez@colpos.mx), (vmll59@hotmail.com). ²Recursos Genéticos y Productividad. Colegio de Postgraduados. Carretera México- Texcoco, km 36.5. Montecillo, Texcoco, Estado de México. C. P. 56230. Tel. 01 595 9520200. Ext. 1594. (helasamy@colpos.mx). ³Campo Experimental Valle del Fuerte. INIFAP. Carretera Internacional México-Nogales, km 1609, C. P. 81110. Juan José Ríos, Guasave, Sinaloa. Tel. 01 687 8960320. Fax. 01 687 8960212. (come611021@yahoo.com). [§]Autor para correspondencia: oayala@colpos.mx.

RESUMEN

El tomate de cáscara se explota en Sinaloa, México, desde hace 20 años y su importancia se incrementó en la última década. Existe muy poca información sistematizada del manejo y potencial productivo de diferentes variedades. Se estudió el desarrollo de fruto y semilla, y la calidad de esta, en cinco variedades (Querétaro, Rendidora, Mahone, Orizaba, Carriceño) sembradas en dos fechas (FS1: 6 de septiembre y FS2: 16 de octubre de 2008). Las variedades Querétaro y Mahone tuvieron en promedio un fruto más largo (37 y 34 cm), ancho (43 y 40 cm) y pesado (38 y 34 g) respectivamente, esto llevó a la variedad Querétaro un rendimiento de fruto (RendF) más alto (53 t ha⁻¹). El mejor desarrollo de cultivo se observó en FS1, debido que en FS2 se presentó un fuerte ataque de cenicilla (*Podosphaera xanthii*), obteniéndose un RendF 7.5 veces menor. La cinética de crecimiento del peso de fruto fue sigmoidal y mostró que el máximo se alcanzó a los 35 días después de la floración (DF) (38 g). Existieron diferencias en la cinética del crecimiento del peso de mil semillas entre ambas FS, mientras que en FS1 el crecimiento fue lineal, significa que el máximo no se alcanzó a 56 DF (último muestreo), en FS2 el crecimiento llegó a un máximo a los 42 DF (1.26

ABSTRACT

Husk tomato has been cultivated in Sinaloa, Mexico, for 20 years and its importance increased in the last decade. There is little systematic information of management and productive potential of different varieties. The development of fruits and seeds and its quality, was studied on five varieties (Querétaro, Rendidora, Mahone, Orizaba, Carriceño) planted on two dates (PD1: September 6th and PD2: October 16th, 2008). Querétaro and Mahone varieties had on average, the longest fruit (37 and 34 cm), wider (43 and 40 cm) and heavier (38 and 34 g) respectively, this led the Querétaro variety to a higher (53 t ha⁻¹) fruit yield (FruY). The best crop development was observed in PD1, because PD2 presented a severe attack of powdery mildew (*Podosphaera xanthii*), obtaining a FruY 7.5 times lower. The growth kinetics of fruit's weight was sigmoidal and showed that the peak was reached at 35 days after flowering (AF) (38 g). There were differences in the growth kinetics of a thousand seeds weight between the two PD; while in PD1, growth was linear, meaning that the maximum was not reached at 56 AF (last sampling); in PD2, growth reached a maximum at 42 AF (1.26 g).

* Recibido: marzo de 2011
Aceptado: septiembre de 2011

g). Igualmente la germinación y vigor de la semilla (primer conteo en la prueba de germinación) alcanzaron el máximo a los 56 DF (82% y 71%, respectivamente).

Palabras clave: *Physalis ixocarpa* Brot, calidad de semilla, fechas de siembra, rendimiento.

INTRODUCCIÓN

En las primeras etapas de su formación, las semillas aún no han alcanzado el desarrollo morfológico y fisiológico, que permita una germinación óptima. La escasa germinación de semillas inmaduras ha sido atribuida a bajos niveles de nutrientes, enzimas y hormonas indispensables para que dicho proceso se lleve a cabo correctamente (Bradford, 2004). Los atributos de calidad (germinación, peso, vigor, etc.) se incrementan conforme la semilla se desarrolla, llegando a su máxima expresión en la fase de madurez fisiológica; a partir de ese momento, existe un proceso irreversible de pérdida de dichos atributos en un fenómeno complejo denominado deterioro de la semilla, el cual culmina con la muerte de la misma (Pichardo *et al.*, 2010). Por ello es importante conocer el momento en que la semilla llega a su madurez y poder cosecharla a tiempo sin que disminuya su calidad.

El tomate de cáscara o tomatillo (*Physalis ixocarpa* Brot.), de la familia de las solanáceas es un cultivo olerícola de importancia económica en México. Éste formó, junto con el chile, jitomate, calabaza y camote, parte de la alimentación de los pobladores precolombinos. De las especies de *Physalis* reportadas en nuestro país sólo *P. ixocarpa* Brot., es cultivado comercialmente por su reutilización (Pérez y Granados, 2001). Entre las hortalizas es una de las más importantes en México, sólo superado por papa (*Solanum tuberosum* L.), tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) y chile (*Capsicum annuum* L.). El incremento en la superficie cosechada se inició principalmente en la década de los setentas (Pérez *et al.*, 2008a), debido al aumento significativo en el consumo *per cápita* a nivel nacional, el cual es de 4.6 kg actualmente (SNIIM, 2009); así como la exportación a Estados Unidos de América y Canadá en la década de los ochenta (Peña y Santiaguillo, 1999).

La superficie sembrada en el país en 2008 fue de 46 900 ha en 28 estados, con un rendimiento medio de 13.4 t ha⁻¹ (SIAP, 2009). Este rendimiento es bajo en relación con el potencial productivo del cultivo que se estima en 40 t ha⁻¹. Entre las causas del bajo rendimiento del fruto se encuentran:

Similarly, the germination and seed vigor (first count in germination test) peaked at 56 AF (82% and 71% respectively).

Key words: *Physalis ixocarpa* Brot, planting dates, seed quality, yield.

INTRODUCTION

In the early stages of its formation, the seeds have not yet reached morphological and physiological development that allows them an optimal germination. The poor germination of immature seeds has been attributed to low levels of nutrients, enzymes and hormones which are essential for this process to be carried out correctly (Bradford, 2004). The quality attributes (germination, weight, vigor, etc.), increase as the seeds develop, reaching a peak in the physiological maturity stage, from that moment there is an irreversible loss of those attributes in a complex phenomenon called seed deterioration, which culminates with its death (Pichardo *et al.*, 2010). Therefore it is important to know when the seed reaches maturity and harvesting in time without diminishing its quality.

The husk tomato or tomatillo (*Physalis ixocarpa* Brot.), of the Solanaceae family is an olericulture crop economically important in Mexico. Together with chili pepper, tomato, pumpkin and sweet potatoes, husk tomato was part of the diet of pre-Columbian inhabitants. From the *Physalis* species reported in our country, only *P. ixocarpa* Brot., is grown commercially due to its profitability (Pérez and Granados, 2001). Among vegetables, is one of the most important in Mexico, surpassed only by potato (*Solanum tuberosum* L.), tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and chili pepper (*Capsicum annuum* L.). The increase in harvested area, started mainly in the early seventies (Pérez *et al.*, 2008a), due to the significant increase in per capita consumption at national level, which is currently of 4.6 kg (SNIIM, 2009); and export to the United States and Canada in the eighties (Peña and Santiaguillo, 1999).

The area planted in the country in 2008 was 46 900 ha in 28 states, with an average yield of 13.4 t ha⁻¹ (SIAP, 2009). This yield is low, related to the crop's production potential which is estimated at 40 t ha⁻¹. Among the causes of this

el uso de variedades de bajo potencial productivo, técnicas de producción ineficientes, problemas de comercialización derivados de la sobreoferta del producto en algunas épocas del año, producción y comercialización de semilla de baja calidad y un control ineficiente de plagas y enfermedades (Peña y Santiaguillo, 1999). Además de lo anterior, Cruz (2001) señala que no existe un indicador preciso del momento óptimo de cosecha para el fruto de tomatillo.

En cuanto a las variedades con bajo potencial, es necesario utilizar materiales nuevos, más productivos, resultados de los diferentes programas de mejoramiento que existen en el país; antes de usar esos materiales es necesario probarlos y validarlos, para poder seleccionar los que mejor se adapten y tengan mayor rendimiento. Respecto a la producción de semilla existe escasa información relacionado con la semilla de alta calidad de ésta especie; específicamente sobre las fases del desarrollo y el periodo de cosecha óptimo, la información sistematizada es poca (Pérez *et al.*, 2008a).

El tomate de cáscara es un cultivo que se explota en Sinaloa desde hace aproximadamente 20 años y cuya importancia se incrementó notablemente en la última década, hasta llegar a ser el estado productor más importante del país (SIAP, 2009); sin embargo, no existen trabajos de investigación respecto a su manejo y al potencial productivo que tienen diferentes variedades (Apodaca *et al.*, 2008). Partiendo de la escasa información sobre adaptación de variedades, tecnología de producción de fruto y semilla con atributos de calidad tanto a nivel nacional como en el Valle del Fuerte, Sinaloa; en esta investigación se estudió el aumento de la calidad de semilla en diferentes fases de crecimiento del fruto, de cinco cultivares con alto potencial productivo de tomatillo, sembradas en dos fechas en el Valle del Fuerte, Sinaloa.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en terrenos del Campo Experimental Valle del Fuerte (CEVAF) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ubicado a 32 msnm, 25°45' latitud norte y 108°48' longitud oeste con clima seco, lluvias en verano de 350 mm anuales y una temperatura media de 26 °C (INIFAP, 2002).

Se utilizó semilla de tomate de cáscara (*P. ixocarpa* Brot.) de las variedades Querétaro, Rendidora, Mahone, Orizaba y Carriceño producida en el CEVAF en 2007.

fruit's low yield are: the use of varieties of low production potential, inefficient production techniques, marketing problems resulting from the oversupply of the product at certain times of the year, production and marketing of low quality seeds and inefficient control of pests and diseases (Peña and Santiaguillo, 1999). In addition, Cruz (2001) notes that there is not an accurate indicator of optimal harvest time for tomatillo fruits.

As for varieties with low potential, it is necessary to use new and more productive materials, resulted from different breeding programs that exist in the country; before using these materials is necessary to test and validate them, in order to select those that suit best and have higher yield. Regarding to seed production there is few information about high quality seeds of this species; specifically on development stages and optimal harvesting time, there is few systematic information (Pérez *et al.*, 2008a).

Husk tomato has been cultivated in Sinaloa for about 20 years and whose importance has increased substantially in the last decade, becoming the largest producing state in the country (SIAP, 2009); however, there are no researches about the management and productive potential of different varieties (Apodaca *et al.*, 2008). Beginning with a limited information about the adaptation of varieties, fruit and seed production technology with quality attributes both nationally and in the Valle del Fuerte, Sinaloa; in this paper the increasing of seed quality at different stages of fruit growth of five tomatillo cultivars with high yield potential, planted on two dates in the Valle del Fuerte, Sinaloa, was studied.

MATERIALS AND METHODS

The experiment was conducted on locations of the Campo Experimental Valle del Fuerte (CEVAF) of the National Research Institute of Forestry, Agriculture and Livestock (INIFAP), located at 32 masl, 25° 45' north latitude and 108° 48' west longitude with dry weather, summer rains of 350 mm annual and average temperature of 26 °C (INIFAP, 2002).

Husk tomato seeds (*P. ixocarpa* Brot.) were used of Queretaro, Rendidora, Mahone, Orizaba and Carriceño varieties produced at the CEVAF in 2007.

La siembra del almácigo se efectuó en charolas de plástico de 338 cavidades rellenas con turba (Premier PRO-MIX® PGX, Canadá), en invernadero donde permanecieron hasta alcanzar un tamaño de 25-30 cm. El trasplante se realizó 22 días después de la siembra en terreno preparado de manera tradicional. La densidad de plantas utilizada fue de 31 250 plantas ha⁻¹, equivalente a surcos (camas) 1.5 m de ancho y 5 plantas m⁻¹.

Antes del trasplante se fertilizó con 50% de la dosis 300-60-60, el resto se aplicó previo al primer riego de auxilio a 22 días después del trasplante (DDT) y se utilizó urea y triple 17; en total se dieron cuatro riegos de auxilio. Durante el desarrollo del cultivo se hicieron dos aplicaciones preventivas de los insecticidas Confidor® y Agrimec®. El etiquetado de flores se inició a los 12 DDT en relación a la variedad más precoz (Rendidora), se procedió a etiquetar o identificar todas las estructuras florales con botón abierto y flor desplegada, se etiquetaron en orden de aparición de las estructuras florales en el resto de las variedades.

Se estudiaron las cinco variedades (V) sembradas en charolas en dos fechas (FS1: 6 de septiembre y FS2: 16 de octubre de 2008) y se realizaron seis muestreos de fruto y semilla en diferentes etapas de desarrollo (DF: 21, 28, 35, 42, 49 y 56 días después de floración), analizándose como una serie de experimentos de efectos factoriales de fecha por variedad, en un arreglo de parcelas divididas, en donde las variedades de tomate de cáscara, se asignaron a parcelas principales con una superficie de 128 m² por variedad (franjas de 10 m de largo y 12.8 m de ancho con calles de separación a 1.5 m entre variedades) y las 6 fechas de muestreo (surcos de 10 m de largo y separación entre camas de 1.6 m), fueron las subparcelas que estuvieron representadas aleatoriamente por un surco, correspondiente a cada uno de los muestreos ó días después de floración.

Características de fruto

En cada fecha de muestreo se cortaron cinco frutos (o repeticiones) de diferentes plantas a los cuales se les registraron peso del fruto (PF, g), con la báscula electrónica Tororey® Modelo MEQ-2 (EE.UU); largo del fruto (LF, mm) y ancho del fruto (AF, mm) en su zona ecuatorial, ambas variables medidas con un vernier.

Para evaluar de rendimiento de fruto (RendF, t ha⁻¹) se cosecharon todos los frutos de tamaño y calidad comerciales de una superficie de 16 m² (1.6*10 m) a partir de los 42 días después de floración y hasta el final del ciclo (90 días después de la siembra), obteniendo una sola repetición.

The seedbed planting was carried out in plastic trays with 338 cavities filled with peat (Premier PRO-MIX® PGX, Canada); then brought to the greenhouse where they remained until reaching a size of 25-30 cm. The transplant was performed 22 days after, planting in soil prepared in the traditional way. The plant density used was 31 250 plants ha⁻¹, equivalent to rows (beds) 1.5 m wide and 5 plants m⁻¹.

Before transplant, fertilization was performed with 50% of the 300-60-60 dose, the rest was applied before the first supporting irrigation, 22 days after transplantation (DAT) and urea and triple 17 were used; for a total of four supporting irrigations. During the crop development two preventive applications of insecticides Confidor® and Agrimec® were performed. The flower labeling started at 12 DAT in relation to the earlier variety (Rendidora), then all floral structures with open button and deployed flowers were labeled or identified, the remaining varieties were labeled in the order of appearance of floral structures.

The five varieties (V) were studied and planted in trays on two dates (PD1: September 6th and PD2: October 16th, 2008) and six samples of fruit and seed were performed at different development stages (AF: 21, 28, 35, 42, 49 and 56 days after flowering), and were analyzed as a series of factorial effects experiments of date by variety, in a split plot arrangement, in which the husk tomato varieties were assigned to main plots with an area of 128 m² per variety (strips of 10 m long and 12.8 m wide with separation of 1.5 m between varieties) and 6 sampling dates (rows of 10 m length and separation between beds of 1.6 m), subplots were randomly represented by a row, corresponding to each sampling or days after flowering.

Fruit characteristics

At each sampling date, five fruits were cut (or repetitions) of different plants, of which there were recorded: fruit weight (FW, g) with an electronic scale Tororey® Model MEQ-2 (USA); the fruit length (FL, mm) and fruit width (FWh, mm) in its equatorial zone, both variables were measured using a vernier.

In order to evaluate the fruit yield (FrutY, t ha⁻¹) all of the commercial size and quality fruit were harvested in an area of 16 m² (1.6*10 m) from 42 days after flowering and until the end of the cycle (90 days after sowing), obtaining a single repetition.

Variables de semilla

En las fechas de muestreo (DF), se cosecharon 50 frutos al azar que fueron almacenados por 15 días en bolsas de papel despacho perforadas, a temperatura ambiente bajo sombra (21 °C y 45% HR). La semilla de los 50 frutos se extrajo con agua formando un lote, se secó al ambiente por 6 días, fue limpiada en forma manual y se pesó. Para obtener el rendimiento de semilla por fruto (RendS fruto^{-1}), el peso total de la semilla se dividió entre el número total de frutos (50), por lo que se obtuvo un solo valor.

A la semilla extraída se le determinó el contenido de humedad (CH, %), por el método de una etapa recomendado por la ISTA (2004), para ello se utilizaron tres repeticiones de 50 semillas, en un experimento completamente al azar, cada una las cuales se dejaron secar a 130 °C durante 1 h en una estufa Felisa® Modelo 293 A (México) y después se determinó el peso de la biomasa seca en una balanza Sartorius® CP2245 (Alemania) con precisión de 0.0001 g.

Para determinar el peso hectolítrico (PH, kg hL^{-1}) se utilizó un tubo de ensayo graduado con capacidad de 10 mL, el cual se llenó de semilla rasándola en la parte superior. Esta semilla se pesó en la misma balanza de precisión, de manera similar al CH, este procedimiento se realizó en tres repeticiones en un experimento completamente al azar.

Para obtener el peso de 1 000 semillas (P1000S, g) se aplicó el procedimiento propuesto por la ISTA (2004); se contaron ocho repeticiones de 100 semillas, las cuales se pesaron en la misma balanza de precisión.

Para la prueba de germinación se usaron tres repeticiones de 50 semillas, en un diseño experimental completamente al azar. Las semillas se depositaron en cajas Petri sobre papel filtro humedecido y se dejaron germinar con iluminación constante, en una germinadora Binder GmbH® modelo D 78532 (EE.UU.) a 25 °C y 60-70% de humedad relativa. El porcentaje de germinación (GER, %) se tomó del segundo conteo a 14 días de establecida la prueba. Como parámetro de vigor se consideró el primer conteo de la prueba de germinación a 7 días de iniciada la prueba (VIG, %).

Análisis estadístico

Los datos se capturaron en la hoja electrónica Excel® 2007 (Microsoft, Inc. EE.UU.). En el caso de las variables de fruto (PF, LF y AF) y calidad de semilla (CH, PV, P1000S, GER,

Seed variables

In different fruit sampling dates (AF), 50 fruits were harvested randomly and stored for 15 days in perforated paper bags, at room temperature, under shade (21 °C and 45% RH). The seeds of these 50 fruits were extracted with water, forming a single batch, which was dried outdoor for 6 days, then cleaned by hand and finally weighted. For seed yield per fruit (SeedY fruit^{-1}), the total weight of the seeds was divided by the total number of fruits (50), so a single value was obtained.

From the extracted seeds, moisture content (MC, %) was determined, using the one stage method recommended by the ISTA (2004), and for this, three replicates of 50 seeds were used, in a completely randomized experiment, each one was allowed to dry at 130 °C for 1 h in a Felisa® oven Model 293 A (Mexico) and later the weight of dry biomass was determined in a Sartorius® CP2245 scale (Germany) with a 0.0001 g accuracy.

In order to determine the hectoliter weight (HW, kg hL^{-1}), a graduated test tube of 10 mL capacity was used, which was filled to the top with seeds. These seeds were weighed on the same accuracy scale, similar to MC; this procedure was performed in three replications in a completely randomized experiment.

In order to obtain the weight of 1000 seeds (P1000S, g), the procedure suggested by ISTA (2004) was applied; eight replications of 100 seeds were counted, which were weighed on the same accuracy scale.

For the germination test, three replicates of 50 seeds were used in a completely randomized design. The seeds were placed in Petri dishes on filter paper moistened and allowed to germinate in constant light in a germination machine Binder GmbH® model D 78532 (USA) at 25 °C and 60-70% of relative humidity. The germination percentage (GER, %), was taken from the second count at 14 days of the test established. As a measure of vigor it was considered the first count of germination test at 7 days of the test established (VIG, %).

Statistical analysis

The data were captured in a spreadsheet Excel® 2007 (Microsoft, Inc. USA). In the case of fruit variables (FW, FL and FW_h) and seed quality (MC, HW, P1000S,

VIG) se utilizó el programa estadístico SAS versión 9.0 (SAS Institute, 2002) para realizar el análisis de varianza de los datos y las pruebas de comparación de medias de Tukey. Para el cálculo de las medias de cada factor estudiado, o su interacción, se usaron todos los datos recabados en los muestreos. Previo al análisis, los datos de las variables medidas en porcentaje se transformaron con la función $\arcsen \sqrt{x}/100$. Las gráficas se procesaron igualmente con la hoja de cálculo Microsoft Excel®.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características del fruto

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) para los factores variedades (V) y desarrollo del fruto (días después de floración, DF) en los tres parámetros del fruto estudiados (LF, AF, PF) en el caso del factor fecha de siembra (FS), existió el mismo efecto solo en la variable peso del fruto (PF), mientras que en las dos variables no hubo efecto. La interacción V*FS mostró diferencias significativas ($p \leq 0.05$) para LF y AF no presentando efecto para PF. Las interacciones V*DF, FS*DF y V*FS*DF mostraron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) en las tres variables de fruto estudiadas. En cuanto a las diferencias encontradas en las variables de fruto entre variedades (Cuadro 1), se observó que las variedades Querétaro y Mahone poseen los frutos de mayor tamaño y peso.

GER, VIG), the statistical program SAS version 9.0 (SAS Institute, 2002) was used for the analysis of data variance and mean comparison tests of Tukey. In order to calculate the averages for each studied factor or their interactions, all data collected in samples were used. Prior to analysis, the data of variables measured in percentages were transformed by $\arcsin \sqrt{x}/100$ function. Graphics were also processed with Microsoft Excel® spreadsheet.

RESULTS AND DISCUSSION

Fruit characteristics

Analysis of variance showed highly significant differences ($p \leq 0.01$), for varieties factors (V) and fruit development (days after flowering, AF) in the fruit's three studied parameters (FL, FWh, FW) in the case of the planting date factor (PD), the same effect existed only in the variable fruit weight (FW), while in the two variables there was no effect. Interaction V*PD showed significant differences ($p \leq 0.05$) for FL and FWh, and it had no effect for PF. The interactions V*AF, PD*AF and V*PD*AF showed highly significant differences ($p \leq 0.01$) in the three fruit's variables studied. As for the differences found in variables between fruit varieties (Table 1), it was observed that Querétaro and Mahone varieties have the fruits of greater size and weight.

Cuadro 1. Comparación de medias Tukey de las variedades, para las variables de fruto, calidad física y fisiológica de semilla en tomate de cascara. 2008 y 2009.

Table 1. Tukey mean comparison of varieties, for fruit variables, physical and physiological quality of seeds in husk tomato. 2008 and 2009.

Variedad	Fruto			Calidad física			Calidad fisiológica	
	LF (mm)	AF (mm)	PF (g)	CH (%)	PH (kg hL ⁻¹)	P1000S (g)	GER (%)	VIG (%)
Querétaro	36.5 a	43 a	37.7 a	7.1 c	36.6 b	1.08 b	62.8 a	55.1 a
Rendidora	29.3 b	35.6 c	23.7 b	7.4 a	38.2 a	1.12 a	61.3 ab	54.5 a
Mahone	34.2 a	40.4 ab	34.1 a	7.2 b	37.2 ab	1.03 c	59.2 b	54.6 a
Orizaba	33.5 a	38.8 b	33.8 a	7.4 a	36.9 b	1.04 c	61.6 ab	55.4 a
Carriceño	28.5 b	34.3 c	23.3 b	7.2 bc	30.8 c	0.91 d	55.3 c	49.3 b
$\bar{X}$	32.4	38.4	30.5	7.3	35.9	1.04	60	53.8
DMS	3.3	2.9	5	0.1	1.2	0.03	1.85	2.8

LF= largo de fruto; AF= ancho de fruto; PF= peso del fruto; CH= contenido de humedad; PH= peso hectolítrico; P1000S= peso de mil semillas; GER= germinación; VIG= vigor; DMS= diferencia mínima significativa. Valores con la misma letra son estadísticamente similares (Tukey $p \leq 0.05$).

En la primera fecha de siembra (Cuadro 2) se obtuvo un mayor peso de fruto (PF), lo que podría indicar que para esta fecha existió un mejor ambiente climático y fitosanitario para el desarrollo y fructificación de las plantas de tomatillo; de hecho en la segunda FS, se observó un fuerte daño ocasionado principalmente por cenicilla *Podosphaera xanthii* y virus.

In the first planting date (Table 2) a greater fruit weight (FW) was obtained, which could indicate that in this date there was a better climate and phytosanitary environment for the development and fruition of tomatillo plants; in fact, at the second PD, there was a strong mildew damage caused mainly by *Podosphaera xanthii* and viruses.

Cuadro 2. Comparación de medias Tukey para fechas de siembra en las variables de fruto, calidad física y fisiológica de semilla en tomate de cascara. 2008 y 2009.

Table 2. Tukey mean comparison for planting dates in fruit variables, physical and physiological quality of seeds in husk tomato. 2008 and 2009.

Fecha de siembra	Fruto			Calidad física			Calidad fisiológica	
	LF (mm)	AF (mm)	PF (g)	CH (%)	PH (kg hL ⁻¹)	P1000S (g)	GER (%)	VIG (%)
1	32.2 a	38.9 a	31.9 a	7b	32.3 b	0.96 b	64.5 a	60.7 a
2	32.6 a	38 a	29.1 b	7.5 a	39.6 a	1.12 a	55.6 b	46.8 b
Media	32.9	38.4	30.5	7.3	35.9	1.04	60	53.8
DMS	1	1.1	1.6	0.3	0.31	0.12	0.83	1.28

LF= largo de fruto; AF= ancho de fruto; PF= peso del fruto; CH= contenido de humedad; PH= peso hectolítrico; P1000S= peso de mil semillas; GER= germinación; VIG= vigor; DMS= diferencia mínima significativa. Valores con la misma letra son estadísticamente similares (Tukey $p \leq 0.05$).

La comparación de medias Tukey ($p \leq 0.05$) para la interacción variedad por fechas de siembra, muestra la consistencia de la variedad Querétaro en ambas fechas respecto a las variables de fruto evaluadas, destacando en largo, ancho y peso de fruto sobre el resto de las interacciones, con valores de 35.9 y 37.1 mm para largo de fruto en ambas FS, así como también en ancho de fruto con 43.8 y 42.3 mm en las FS1 y FS2 respectivamente, para peso de fruto ocurrió un tanto similar con 37.4 y 37.9 g. Los valores más bajos para estas variables fueron en Carriceño en la FS1 con 27.5 mm de LF y 33.6 mm de AF, por último Carriceño presentó 22 g para PF en la FS2.

Tukey mean comparison ($p \leq 0.05$) for the interaction variety by planting dates, shows the consistency of the Querétaro variety on both dates for the fruit's evaluated variables, highlighting the fruit's length, width and weight over the other interactions, with values of 35.9 and 37.1 mm for fruit length in both PD, as well as fruit width of 43.8 and 42.3 mm in PD1 and PD2 respectively, for something similar occurred with fruit weight of 37.4 and 37.9 g. Lower values for these variables were found in Carriceño in PD1 with 27.5 mm of FL and 33.6 mm of FWh, finally Carriceño showed 22 g for FW in PD2.

En cuanto a la edad del fruto ó días después de floración (DF), se observó que desde el tercero al sexto muestreo (35, 42, 49 y 56 DF) los frutos expresaron sus mayores LF y AF, en el caso de la variable PF, a los 49 DF (quinto muestro) el valor encontrado es significativamente menor al del cuarto muestreo; es decir, existió una disminución significativa en PF a los 49 DF (Cuadro 3). Una explicación de este comportamiento puede ser atribuido a un error de muestreo o al ambiente excesivamente seco en el momento de la cosecha, que hizo al fruto se deshidratarse y perdiera peso. Puesto que el fruto es inmaduro al principio y conforme avanza a fases posteriores de desarrollo aumenta en tamaño y peso de forma continua, hasta alcanzar la maduración fisiológica.

As for the age of the fruit or days after flowering (AF), from the third through the sixth sampling (35, 42, 49 and 56 AF) it was observed that fruits expressed its greatest FL and FWh; in the case of FW variable, at 49 AF (fifth sampling), the value found is significantly lower than in the fourth sampling; i.e., there was a significant decrease in PF at 49 AF (Table 3). An explanation for this behavior can be attributed to a sampling error or excessively dry environment at harvesting time, which resulted in fruit dehydration and weight loss. The fruit is immature at the beginning and as it moved into later development stages, it increases continuously in size and weight, until reaching physiological maturity.

Cuadro 3. Comparación de medias Tukey para días después de floración en las variables del fruto, calidad física y fisiológica de semilla en tomate de cáscara. 2008 a 2009.**Table 3. Tukey mean comparison to days after flowering in fruit variables, physical and physiological quality of seed of husk tomato. 2008 to 2009.**

Muestreo	DF	Fruto			Calidad física			Calidad fisiológica	
		LF (mm)	AF (mm)	PF (g)	CH (%)	PH (kg hL ⁻¹)	P1000S (g)	GER (%)	VIG (%)
1	21	23.8 c	28.5 c	16.2 d	6.83 f	23.7 f	0.67 f	10 f	9.3 d
2	28	29.5 b	34.5 b	25.1 c	7 e	29.8 e	0.84 e	44.2 e	39.5 c
3	35	34.4 a	41.4 a	34.8 ab	7.11 d	33.3 d	1.02 d	69.6 d	65.3 b
4	42	36.6 a	43.7 a	38 a	7.3 b	38.4 c	1.13 c	75.8 c	70.6 a
5	49	34.8 a	41 a	33.3 b	7.53 b	42.5 b	1.22 b	78.4 b	67.2 b
6	56	35.3 a	41.5 a	35.7 ab	7.81 a	48 a	1.34 a	82.1 a	70.8 a
$\bar{X}$		32.4	38.5	30.5	7.3	35.9	1.04	60	53.8
DMS		2.4	2.9	3.9	0.07	0.8	0.03	2.1	3.3

DF= días después de floración; LF= largo de fruto; AF= ancho de fruto; PF= peso del fruto; CH= contenido de humedad; PH= peso hectolítrico; P1000S= peso de mil semillas; GER= germinación; VIG= vigor; DMS= diferencia mínima significativa. Valores con la misma letra son estadísticamente similares (Tukey $p \leq 0.05$).

Cruz (2001), señala que no existe un indicador preciso del momento óptimo de cosecha para el fruto de tomatillo; sin embargo, se consideran como frutos comercialmente maduros, aquellos que llenaron o incluso rompieron la bolsa (cáliz) de protección y que además tiene una coloración verde-amarillenta. El tamaño y peso de frutos puede ser muy variable, principalmente por el tipo de crecimiento acrópeto de la especie, que propicia al mismo tiempo frutos de distintas edades, con una apariencia similar al momento de la cosecha. Esta investigación no consideró el color del fruto o el llenado del cáliz para comparar con los datos de este autor. Sin embargo, el máximo crecimiento del fruto se dio a 35 DF, que indicó que a partir de esta fecha se podría hacer la cosecha de los frutos de tomate de cáscara.

Rendimiento de fruto y semilla

En la FS2 el rendimiento de fruto disminuyó 87% respecto a la FS1 (Cuadro 4), debido al fuerte ataque de cenicilla. El mayor rendimiento de fruto en la FS1 lo obtuvo la variedad Querétaro, la cual fue superior en más de 100% a Mahone, que fue la que presentó el menor rendimiento. Es necesario mencionar que el rendimiento estimado en la variedad Querétaro es excepcional puesto que, como lo indican Peña y Santiaguillo (1999), el potencial productivo máximo del tomate de cáscara es de alrededor de 40 t ha⁻¹, lo que demostró que ésta variedad supera el valor marcado por éstos autores; lo anterior, a pesar que el valor de Querétaro es la extrapolación de una parcela experimental de 16 m².

Cruz (2001), notes that there is not an accurate indicator of harvesting time for tomatillo fruit; those fruits who met or even broke the protection bag (calyx) and also has yellowish-green coloration were considered commercially mature fruit. The size and weight of fruits can be very variable, mainly due to the growth type of the species, which also causes fruits of different ages, with a similar appearance at the time of harvest. This research did not consider the fruit color or calyx filling to compare with the data from this author. However, the maximum fruit growth occurred at 35 AF, indicating that from this date the fruits of husk tomato can be harvested.

Fruits and seeds yield

In PD2, the fruit yield decreased 87% compared to the PD1 (Table 4), due to the strong attack of mildew. The highest yield of fruit in PD1 was obtained by Querétaro variety, which was higher in more than 100% to Mahone, which was the one with the lowest yield. It should be mentioned that the estimated yield in Querétaro variety is exceptional since, as indicated by Peña and Santiaguillo (1999), the maximum production potential of husk tomato is about 40 t ha⁻¹, which showed that this variety exceeds the value marked by these authors; although the value of Querétaro is given by the extrapolation of an experimental plot of 16 m². Also, the PD1 average, 36.2 t ha⁻¹, is higher than the national average of 13.4 t ha⁻¹ (SIAP, 2009). It may be noted that in this first trial where the planting dates were studied, planting was not suitable for any variety of tomatillo; however, it is necessary to confirm this with more years of experimentation.

Asimismo, el promedio de la FS1, 36.2 t ha⁻¹, es superior a la media nacional de 13.4 t ha⁻¹ (SIAP, 2009). Podríamos señalar que, en este primer ensayo donde se estudiaron fechas de siembra, la siembra no fue recomendable para ninguna variedad de tomatillo; sin embargo, es necesario confirmarlo con más años de experimentación.

In the case of seed yield per fruit (SeedY) in PD1, Querétaro variety had the highest value while Carriceño was lower. In PD2, Mahone was the variety which had a greater SeedY, and it was the second best value of all the varieties and planting dates confused (Table 4), this is probably because the decrease in fruit yield (FrutY), in this

Cuadro 4. Rendimiento final de fruto (t ha⁻¹) y de semilla por fruto (g) en cinco variedades de tomate de cáscara y dos fechas de siembra.

Table 4. Final yield of fruit (t ha⁻¹) and seeds per fruit (g) in five varieties of husk tomato and two planting dates.

Variedad	Fecha de siembra	RendF (t ha ⁻¹)	RendS (g fruto ⁻¹)
Querétaro	6 de septiembre de 2008	53.4	0.619
Rendidora		36.9	0.499
Mahone		24.3	0.485
Orizaba		37.9	0.375
Carriceño		28.7	0.301
Querétaro	16 de octubre de 2008	4.7	0.492
Rendidora		4.9	0.347
Mahone		4.7	0.545
Orizaba		4.5	0.298
Carriceño		5.1	0.321
$\bar{X}$		20.51	0.428

RendF= rendimiento de fruto; RendS= rendimiento de semilla por fruto.

En el caso del rendimiento de semilla por fruto (RendS) en la FS1, la variedad Querétaro tuvo el mayor valor mientras que Carriceño fue menor. En la FS2, la variedad Mahone fue la que obtuvo un mayor RendS, siendo además el segundo mejor valor de todas la variedades y fechas de siembra confundidas (Cuadro 4), esto debido probablemente, que la disminución del rendimiento de fruto (RendF) permitió en esta variedad, una mayor cantidad de fotosintatos se dirigiera hacia la semilla provocando mayor acumulación de reservas y por ende mayor peso.

Calidad física de semilla

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$), para todos los factores evaluados de forma individual sobre las tres variables de calidad física de semilla estudiadas (CH, PH, P1000S), así como también en las interacciones V*FS, V*DF, FS*DF y V*FS*DF.

El contenido de humedad de las semillas (CH) de las variedades evaluadas presentó, en promedio, 7.3% (Cuadro 1). Las variedades Orizaba y Rendidora tuvieron valores más altos comparadas con el resto de las variedades,

variety, allowed that a greater amount of photosynthates was directed into the seed resulting in further accumulation of reserves and therefore more weight.

Seed’s physical quality

Analysis of variance showed highly significant differences ($p \leq 0.01$), for all factors evaluated individually on the three seed’s variables of physical quality (MC, HW, P1000S), as well as interactions V*PD, V*AF, PD*AF and V*PD*AF.

The evaluated varieties seed’s moisture content (MC), presented on average 7.3% (Table 1). Orizaba and Rendidora varieties had higher values compared with other varieties, while Querétaro variety had the lowest value. Regarding to the seed development (Table 3), as the days after flowering pass, the MC also increases.

According to Pittcock (2008), the seed’s moisture content is modified as it adopts a dynamic equilibrium with the surrounding air. This statement would explain what it was

mientras que la variedad Querétaro tuvo el menor valor. En cuanto al desarrollo de la semilla (Cuadro 3), conforme los días después de floración transcurren, el CH también se incrementa.

De acuerdo con Pittcock (2008) el contenido de humedad de la semilla se modifica, conforme esta se pone en equilibrio dinámico con el aire que la rodea. Esta afirmación explicaría lo observado en la presente investigación, ya que el procedimiento seguido consistió en determinar el CH de todos los lotes de semilla en una sola fecha (15 días después de la última cosecha de la FS2), cuando todas las fechas habían sido cosechadas y secadas, por que las semillas cosechadas a 21 DF tuvieron más tiempo de exposición al aire secante que las cosechadas a 56 DF; por ello, lógicamente estas semillas tuvieron el CH más alto 7.8% y las cosechadas a los 21 DF tuvieron el menor valor (6.8%).

Contrariamente a lo observado aquí, De Souza *et al.* (2006) encontraron en tomate (*Lycopersicon esculentum* L.), que el porcentaje de humedad de las semillas de frutos cosechados a 40 días después de anthesis (DDA), en general fue superior a los obtenidos de semillas de 50 a 60 DDA. Las semillas extraídas de frutos sometidos a almacenamiento postcosecha por 8 a 12 días, tuvieron reducción en los contenidos de humedad con el aumento de la edad del fruto, mientras que los frutos almacenados por 4 días, presentaron menor proporción de agua para semillas con edad de 50 DAA (73%), se verificó que con el aumento del periodo de reposo de los frutos, hubo una disminución en el contenido de humedad de las semillas.

Además, conforme el tiempo de maduración de la semilla avanzaba, el contenido de humedad decrecía. La semilla cosechada en la FS1 presentó un CH promedio menor que la FS2 (Cuadro 2), resultado lógico por lo explicado anteriormente, la semilla cosechada en la FS1 tuvo más tiempo de exposición al almacenamiento, hasta llegar al momento en que se midió la variable.

La variable peso hectolítrico (PH) expresó su valor mayor en la variedad Rendidora (38.2 kg hL⁻¹) (Cuadro 1). Asimismo, el mayor PH (Cuadro 3) se encontró a 56 DF y el dato más bajo lo registró a 21 DF en semilla inmadura con 23.7 kg hL⁻¹. Lo anterior es lógico puesto que conforme la semilla se acerca a su madurez, existe una acumulación de reservas que la hace más pesada. Bradford (2004) señala que la importancia de evaluar el peso hectolítrico, radica en que es un indicador de la calidad física y que un cultivo

observado en this paper, since the procedure was to determine all the seed's MC in a single date (15 days after the last harvest of the PD2), when all the dates had been harvested and dried, because the seeds that were harvested at 21 AF had longer exposure to drying air than those harvested at 56 AF; hence, logically these seeds had the highest MC 7.8% and those harvested at 21 AF had the lowest value (6.8 %).

Contrary to what it was observed here, De Souza *et al.* (2006) found in tomato (*Lycopersicon esculentum* L.), that the seed's moisture content of fruits harvested 40 days after anthesis (DAA) was generally superior to those obtained from seeds of 50 to 60 DAA. The seeds extracted from fruits that were subjected to post-harvest storage for 8 to 12 days, showed a decrease in moisture content with an increased age of the fruit, whereas the fruits stored for 4 days, had a lower proportion of water for seeds with age of 50 DAA (73%), it was found that when increasing the rest period of the fruit, there was a decrease in the seed's moisture content.

Moreover, as the seed's maturation time progressed, the moisture content decreased. The seeds harvested in the PD1, presented an average MC lower than PD2 (Table 2), a logical result as explained above, the seeds harvested in the PD1 had longer exposure to storage, until the time when the variable was measured.

The hectoliter weight (HW) variable, expressed its greater value in Rendidora variety (38.2 kg hL⁻¹) (Table 1). Also, the higher pH (Table 3) was found at 56 AF and the lowest data was recorded at 21 AF in immature seeds with 23.7 kg hL⁻¹. This is logical since as the seed approaches maturity, there is an accumulation of reserves that makes it heavier. Bradford (2004), notes that hectoliter weight is an indicator of physical quality, hence the importance to evaluate it, a crop with a nutrient and water deficiency, frost or hail damage, pests and diseases, will produce lower weight seeds.

As for the weight of thousand seeds (P1000S), Rendidora was again the outstanding variety presenting the highest value with 1.12 g, although it is one of the varieties with smallest and lighter fruits (Table 1). This would indicate an antagonistic development between the weight accumulation in the seed and weight accumulation in the fruit, a phenomenon that can be comparable to that noted above; a greater SeedY could be due to a decrease in FrutY variable.

con deficiencia de nutrimentos y agua, daño por heladas o granizo, plagas y enfermedades, producirá semilla de menor peso.

En cuanto a peso de mil semillas (P1000S), nuevamente la variedad Rendidora fue la sobresaliente al presentar un valor más alto con 1.12 g, a pesar de que es una de las variedades de fruto más pequeño y menos pesado (Cuadro 1). Esto indicaría un desarrollo antagónico entre la acumulación de peso en la semilla y la acumulación de peso en el fruto, fenómeno que puede ser comparable al señalado anteriormente, en cuanto a que un mayor RendS podría deberse a una disminución en la variable RendF.

Para el factor FS (Cuadro 2), la segunda tuvo el mejor P1000S con 1.12 g comparada con la primera, que presentó 0.96 g; no obstante, que la semilla de la FS1 provenía de frutos de mayor peso. Nuevamente, la explicación de esta observación es que hubo una mayor translocación de reservas hacia la semilla, debido probablemente a un menor desarrollo del fruto.

En cuanto al efecto del desarrollo de la semillas sobre la variable P1000S (Cuadro 3), se observa que el sexto muestreo 56 DF produjo un mayor valor con 1.34 g, mientras que el primer muestreo (21 DF) fue el más bajo con 0.67 g. Esto demuestra que la semilla sigue una cinética de crecimiento constante, sin detenerse. Lo cual es contrario a lo señalado por Bradford (2004), quien indica que la acumulación de materia seca en la semilla sigue una cinética de crecimiento sigmoideal; es decir, con un fuerte periodo inicial seguido de una detención del mismo a partir de una fecha cercana a la madurez.

Por otro lado, Copeland y McDonald (2001) consideran que la máxima acumulación de materia seca, se logró cuando la semilla llega a su madurez fisiológica. Sin embargo, este experimento no tuvo un valor máximo en el que se piense que la semilla deja de incrementar su peso, al menos cuando se consideran los valores promedios de todos los factores de estudio (Cuadro 3). Este comportamiento contrasta con lo encontrado por Pérez *et al.* (2008b) en la variedad Chapingo CHF1 de tomate de cáscara, quienes encontraron que el máximo crecimiento de la semilla se observó a los 49 DF y a partir de esa fecha se mantuvo constante, por lo que esos autores consideraron esta fecha como la época de madurez fisiológica de la semilla.

For the PD factor (Table 2), the second had the best P1000S with 1.12 g, compared with the first which had 0.96 g, even when the PD1 seed came from fruits of greater weight. Again, the explanation for this observation is that there was a greater translocation of reserves to the seeds, probably due to lower fruit development.

As for the effect of seed development on the P1000S variable (Table 3), it's noted that the sixth sampling 56 AF produced a higher value 1.34 g, while the first sampling (21 AF) was the lowest with 0.67 g. This shows that seeds have continuous growth kinetics, without stopping. Which is contrary to the findings by Bradford (2004), who indicated that dry matter accumulation in the seed follows sigmoidal growth kinetics; i. e., with a strong initial period followed by a discontinuation from a date close to maturity.

On the other hand Copeland and McDonald (2001), considered that the maximum dry matter accumulation was achieved when the seed reached physiological maturity. However, in this experiment there was not a maximum value at which it is thought that the seeds stop increasing its weight, at least when considering the average values of all studied factors (Table 3). This behavior contrasts with that found by Pérez *et al.* (2008b), in the husk tomato variety Chapingo CHF1, who found that the maximum seed growth was observed at 49 AF and thereafter remained unchanged, so that these authors considered this date as the time of seed's physiological maturity.

If the effects of the studied factors were considered separately, interacting on the evolution of P1000S variable, it was observed that when it comes to the combination PD*AF (Figure 1), the P1000S in the PD1 has continuously increased during fruit development, expressed in days after flowering. In the case of PD2, the behavior variable is closer to a sigmoid curve which reaches its maximum growth around 35 AF, as with fruit growth (Table 3), at that time the seed of PD2 weighs 40% more than the seeds of the PD1. As it has been already indicated, in PD1 there were better development conditions than in PD2, which means that while growing conditions are favorable, the seed's growth is constant and stagnation depends on the factors that will determine the fruit's senescence.

Si se consideran por separado los efectos de los factores estudiados interaccionando sobre la evolución de la variable P1000S, se observó que cuando se trata de la combinación FS*DF (Figura 1), el P1000S en la FS1 tiene un incremento constante durante el desarrollo del fruto, expresado por los días después de floración. En el caso de la FS2, el comportamiento de la variable se aproxima más a una curva sigmoide que llega al máximo crecimiento alrededor de 35 DF, como sucedió con el crecimiento del fruto (Cuadro 3), en esa fecha la semilla de la FS2 pesa 40% más que la semilla de la FS1. Como lo hemos indicado ya, en la FS1 existieron mejores condiciones de desarrollo que en la FS2, lo cual quiere decir, que mientras las condiciones de crecimiento son favorables, el crecimiento de la semilla es constante y su estancamiento depende de los factores que determinaran la senescencia del fruto.

Calidad fisiológica de semilla

Todos los factores de variación estudiados tuvieron un efecto altamente significativo ($p \leq 0.01$) sobre la variable germinación y el vigor, así como también en las interacciones V*FS, V*DF, FS*DF y V*FS*DF.

De manera general, cuando se consideran los efectos individuales de variedades (Cuadro 1) y fechas de siembra (Cuadro 2), los valores promedio de germinación obtenidos son inferiores a las normas existentes para jitomate que es 80% (SNICS, 1975); la razón de ello es que esos promedios incluyen la germinación de semillas inmaduras; es decir, de las primeras fechas de muestreo (Cuadro 3) donde la semilla germinó en muy bajo porcentaje. Así, se encontró la máxima germinación (82.1%) en la semilla muestreada a 56 DF y la mínima a 21 DF con 10%.

De manera general, conforme transcurren los DF la calidad física y fisiológica mejoran, debido que en cada muestreo se aproxima la madurez fisiológica de la semilla, siendo el muestreo de 21 DF el que tuvo peor calidad por ser la semilla más inmadura. En ese sentido Matilla (2008) menciona que esta fase se caracteriza por un crecimiento de la semilla, debido a la elongación celular. En los subsecuentes muestreos las semillas fueron madurando y acumulando reservas.

Durante el desarrollo y maduración en el fruto las semillas alcanzan su óptima calidad, y las semillas que fisiológicamente no han completado la maduración, tienen una baja capacidad de germinación y presentan mayor número de plántulas anormales (Ohto *et al.*, 2007). Así, la máxima germinación

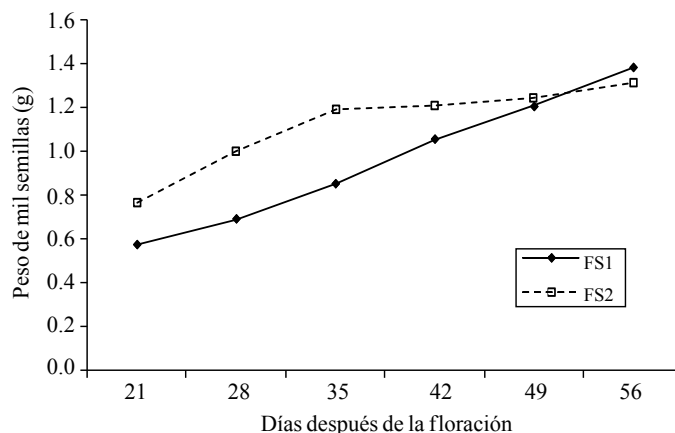


Figura 1. Comparación de medias (Tukey) de peso de mil semillas en función del desarrollo de fruto para FS1 y FS2. Ciclo 2008-2009. Valores con diferente letra sobre la misma curva son estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$).

Figure 1. Comparison of means (Tukey) of the weight of thousand seeds in function of fruit development for PD1 and PD2. 2008-2009. Values with different letter on the same curve are statistically different ($p \leq 0.05$).

Seed's physiological quality

All the variation factors studied, had a highly significant effect ($p \leq 0.01$) on germination and vigor variables, as well as in interactions V*PD, V*AF, PD*AF y V*PD*AF.

Generally, when considering the individual effects of varieties (Table 1) and planting dates (Table 2), the obtained germination mean values are lower than the existing standards which is 80% (SNICS, 1975); this is because those values include the germination of immature seeds; i. e., from the very first sampling dates (Table 3) where the seeds germinated in a very low percentage rate. This way, the maximum germination rate was found (82.1%) in the sampled seed at 56 AF and the minimum at 21 AF with 10%.

As the AF pass through, the physical and physiological quality improves because in each sampling, the seed's physiological maturity gets closer, being the 21 AF sampling the worst due to its immature seeds. In that sense Matilla (2008), mentions that this phase is characterized by seed growth, due to cell elongation. In subsequent samplings, the seeds matured and accumulated reserves.

During development and maturation inside the fruit, the seeds reached its optimum quality and the seeds that did not complete its physiologically mature, had a low germination

observada (82.1%) es todavía un porcentaje relativamente bajo, cercano al mínimo de la norma de certificación para semilla de jitomate, que pudo ser ocasionado porque la semilla no alcanzó la madurez fisiológica; es decir, no llegó a la máxima acumulación de materia seca y por lo tanto no logró su máximo potencial germinativo. La variedad Querétaro en la FS1 y sexto muestreo destacó en germinación sobre el resto de las combinaciones con 96% siendo el lote con mayor germinación.

En cuanto al vigor, solo la variedad Carriceño presentó un menor porcentaje en esta variable (Cuadro 1), que podría indicar que la semilla de esta variedad germina más lentamente respecto a las otras. Las semillas cosechadas a los 21 DF, lógicamente, obtuvieron el valor más bajo de vigor, aumentando conforme el crecimiento de la semilla ocurre (Cuadro 3). La FS1 tuvo el mejor vigor, con 60.7% de semillas germinadas al primer conteo; el valor más bajo fue para FS2, con 46.8% de semillas germinadas (Cuadro 2). Al respecto Bradford (2004) señala que para que la semilla exprese su máxima calidad fisiológica, debe desarrollarse en las mejores condiciones de sanidad posible.

Lo anterior muestra que en la FS1 se obtuvo mayor calidad fisiológica, debido a que probablemente, las condiciones climáticas fueron apropiadas para el cultivo. Ya se ha comentado que en la FS2 se presentaron una gran cantidad de enfermedades, esto hizo que el ciclo se acortara y las plantas estuvieran bajo estrés, lo cual pudo afectar la capacidad germinativa de la semilla. Sin embargo, la FS2 produjo semilla de mayor peso (mejor calidad física). Estos resultados son contrarios a lo encontrado por Ayala *et al.* (2006) en semillas de frijol ayocote (*Phaseolus coccineus* L.), ya que obtuvieron mayor calidad física en la FS1 y mayor calidad fisiológica en la FS2, a pesar que en esta fecha el ciclo de cultivo fue interrumpido por una helada. En este caso, la interrupción del ciclo por el ataque de cenicilla, pudo haber provocado en la FS que los fotosintatos almacenados o producidos se translocaran hacia la semilla, más que al fruto, por lo que la semilla tuvo más peso; sin embargo, no mejoró la germinación.

CONCLUSIONES

La primera fecha de siembra (6 de septiembre), produjo el mayor rendimiento de fruto en los cinco cultivares estudiados. La segunda fecha (16 de octubre) no es

capacity and the highest number of abnormal seedlings (Ohto *et al.*, 2007). Thus, the maximum germination observed (82.1%) is still relatively low, close to the minimum of certification standard for tomato seeds, which may be caused since the seeds did not reach physiological maturity; i.e., they did not reach the maximum accumulation of dry matter and therefore they did not achieve their maximum germinative potential. Querétaro variety in PD1 and the sixth sampling, stood out on germinating above the rest of the combinations with 96%, being the lot with higher germination.

As for the vigor, only Carriceño variety presented a lower percentage in this variable (Table 1), which could indicate that this seed variety germinates slower than the others. Seeds harvested at 21 AF, got the lowest vigor value, increasing it as the seed grows (Table 3). The PD1 had the best vigor, with 60.7% of germinated seeds at the first count; the lowest value was obtained by PD2, with 46.8% of germinated seeds (Table 2). In this regard Bradford (2004), notes that for the seed to express its maximum physiological quality, it should be developed in the best possible health conditions.

This shows that PD1 obtained the highest physiological quality, probably because the weather was suitable for cultivation. It has been already mentioned that in PD2 a lot of diseases occurred, which caused a shorter cycle and the plants were under stress, which could affect the germination capacity of the seeds. However, the PD2 produced heavier seeds (better physical quality). These results are contrary to the findings of Ayala *et al.* (2006), in seeds of runner bean (*Phaseolus coccineus* L.) as they got more physical quality in PD1 and higher physiological quality in PD2, although in this date the crop cycle was interrupted by a frost. In this case, the interruption of the cycle by mildew could have caused in the PD that stored or produced photosynthesis were translocated to the seeds, rather than the fruit, so that the seed had more weight, but germination was not improved.

CONCLUSIONS

The first planting date (September 6th) produced the greatest fruit yield in the five studied cultivars. The second date (October 16th) is not recommended for any of the studied cultivars, since the weather conditions are favorable to diseases attack.

recomendable para ninguno de los cultivares estudiados, por que las condiciones climáticas son favorables al ataque de enfermedades.

Las variedades Querétaro y Mahone produjeron frutos de mayor peso y tamaño. Querétaro en la primera fecha de siembra produjo, el más alto rendimiento experimental de fruto (53 t ha^{-1}) y semilla ($0.62 \text{ g fruto}^{-1}$). La variedad Rendidora mostró la mejor calidad física y fisiológica de semilla, mientras que Carriceño tuvo la menor.

El fruto de tomate de cascara deja de crecer a 35 días después de la floración, por lo que los cortes comerciales de fruto se pueden hacer desde ese periodo. La semilla cosechada a 56 días después de floración mostró mejores indicadores de calidad física y fisiológica de semilla. En la cinética de crecimiento del peso de mil semillas es constante hasta 56 días después de floración en la primera fecha de siembra: por lo tanto, es posible que la madurez de la semilla se alcance posterior a esta fecha.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la asesoría estadística al Dr. Fernando Castillo González, Profesor Investigador del Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas.

LITERATURA CITADA

- Apodaca, S. M. A.; Barreras, S. M. A.; Cortez, M. E. y Quintero, B. J. A. 2008. Enfermedades del tomate de cáscara en Sinaloa. INIFAP-CIRNO. Campo Experimental Valle del fuerte. Los Mochis, Sinaloa, México. Folleto técnico. Núm. 31. 32 p.
- Ayala, G. O. J.; Pichardo, G. J. M.; Estrada, G. J. A.; Carrillo, S. J. A. y Hernández, L. A. 2006. Rendimiento y calidad de semilla de frijol ayocote en el Valle de México. *Agric. Téc. Méx.* 32:313-321.
- Bradford, K. J. 2004. Seed production and quality. 1st edition. Department of vegetable crop and weed science. University of California. Davis, USA. 134 p.
- Copeland, O. L. and McDonald, M. B. 2001. Principles of seed science and technology. 4th edition. Kluwer Press. New York, USA. 488 p.
- Querétaro and Mahone varieties produced fruits of greater weight and size. In the first planting date Queretaro produced the highest experimental yield of fruits (53 t ha^{-1}) and seeds ($0.62 \text{ g fruit}^{-1}$). Rendidora variety showed the best physical and physiological quality of seed, while Carriceño had the lowest.
- The fruits of husk tomato stop its growth 35 days after flowering, so the commercial cuts of fruit can be made from this period. The seed harvested 56 days after flowering, showed better indicators of physical and physiological quality of the seeds. The growth kinetics of the weight of thousand seeds, is constant until 56 days after flowering in the first planting date, therefore, it is possible that seed maturity is reached after that date.
- End of the English version*
-
- Cruz, L. B. 2001. Fertilización y manejo de cosecha en la producción de fruto y semilla de tomate de cáscara. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México. 95 p.
- De Souza, D. V.; Cunha, D. F.; Dosantos, D. P.; Branco, F. R. y Barros, M. C. 2006. Qualidade fisiológica de sementes de tomate em função da idade e do armazenamento pós-colheita dos frutos. *Revista Brasileira de Sementes*. 28:87-93.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 2002. Guía para la asistencia técnica agrícola del Valle del Fuerte, Sinaloa. CEVAF-INIFAP, SAGARPA. 145 p.
- International Seed Testig Assosiation (ISTA). 2004. International rules seed testing. Rules 2004. ISTA, Zurich, Suiza. 243 p.
- Matilla, A. J. 2008. Desarrollo y germinación de las semillas. *In: fundamentos de fisiología vegetal*. Azcon-Bieto, J. y Talón, M. (eds.). Editorial McGraw-Hill Interamericana. Madrid España. 537-558 pp.
- Ohto, M. A.; Stone, S. L. and Harada, J. J. 2007. Genetic control of seed development and seed mass. *In: seed development, dormancy and germination* Bradford, K. and Nonagaki, H. (eds.). Blackwell publishing. Iowa. USA. 1-49 pp.
- Pichardo, G. J. M.; Ayala, G. O. J.; González, H. V.; Flores, O. C. M.; Carrillo S. J. A.; Peña L. A. y Robledo, P. A. 2010. Calidad fisiológica, ácidos grasos y respiración en semillas de tomate de cáscara deterioradas artificialmente. *Rev. Fitotec. Mex.* 33:231-238.

- Pérez, C. I.; Ayala, G. O. J.; González, H. V.; Carrillo, S. J. A; Peña, L. A. y García, S. G. 2008a. Indicadores morfológicos y fisiológicos del deterioro de semillas de tomate de cáscara. *Agrociencia*. 42:891-900.
- Pérez, C. I.; González, H. V.; Molina, M. J. C.; Ayala, G. O. J. y Peña, L. A. 2008b. Efecto del desarrollo y secado de semilla de *Physalis ixocarpa* Brot en germinación, vigor y contenido de azúcares. *Interciencia*. 33:762-766.
- Pérez, M. L. y Granados, A. J. 2001. Fertilización nitro-fosfórica en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) de riego en Irapuato. Guanajuato, México. *Acta Universitaria*. 11:19-25.
- Peña, L. A. y Santiaguillo, H. J. F. 1999. Variabilidad genética de tomate de cáscara en México. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, Estado de México. Boletín técnico. Núm. 3. 16 p.
- Pittcock, K. J. 2008. Seed production, processing and analysis *In: plant propagation*. Caula, A. B. and Robert, N. T. (eds.). Editorial CRC Press Taylor and Francis Group. USA. 401-406 pp.
- Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS). 1975. Normas para la certificación de semillas. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Dirección General de Agricultura, D. F., México. 39-40 pp.
- Sistema Integral de Información Agroalimentaria y Pesquera. (SIAP). 2009. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. URL: <http://www.siap.gob.mx/>.
- Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM). 2009. Secretaría de Economía. México. URL: <http://www.economia-sniim.gob.mx>.
- Statistical Analysis System Institute (SAS) 2002. User guide. The SAS System software for Windows release 9.0. SAS Institute, Cary N. C. USA.