



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO EN RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD

PRODUCCIÓN DE SEMILLAS

DESARROLLO DE FRUTO Y CALIDAD DE SEMILLA DE CINCO

VARIETADES DE *Physalis ixocarpa* Brot. EN EL

VALLE DEL FUERTE, SINALOA.

ALEJO RODRÍGUEZ BURGOS

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO

2010

DESARROLLO DE FRUTO Y CALIDAD DE SEMILLA DE CINCO VARIEDADES DE *Physalis ixocarpa* Brot. EN EL VALLE DEL FUERTE, SINALOA.

Alejo Rodríguez Burgos, MC.

Colegio de Postgraduados, 2010

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. Aquí 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), lo que llevó a que Querétaro tuviera el rendimiento de fruto (RendF) más alto (53 t ha⁻¹). El mejor desarrollo de cultivo se observó en FS1, debido a 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, de tipo sigmoideal, mostró que el máximo se alcanza a los 35 días después de la floración (DF) (38 g), lo que indicaría que la cosecha de fruto se puede realizar a partir de esa fecha. Existieron diferencias en la cinética del crecimiento del peso de mil semillas entre ambas FS, mientras que en FS1 el crecimiento fue lineal, lo que indicaría que el máximo no se alcanzó a los 56 DF (último muestreo), en FS2 el crecimiento llega a un máximo a los 42 DF (1.26 g). Igualmente, germinación y vigor de la semilla (primer conteo en la prueba de germinación) alcanzaron su máximo a los 56 DF (82 % y 71 %, respectivamente).

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

FRUIT DEVELOPMENT AND SEED QUALITY OF FIVE VARIETIES OF HUSK TOMATO

Physalis ixocarpa Brot. IN THE FUERTE VALLEY, SINALOA

Alejo Rodríguez Burgos, MC.

Colegio de Postgraduados, 2010

Husk tomato is produced in Sinaloa (México) since 20 years ago and its relevance increased in the last decade. There is little regulated information of the management and productive potential of the different varieties. This study included fruit development and quality in five varieties (Querétaro, Rendidora, Mahone, Orizaba, Carriceño) planted in two sowing dates, FS (FS1: September 6th and FS2: October 16th in 2008). Varieties Querétaro and Mahone had in average a longer (37 and 34 cm), wider (43 and 40 cm) and heavier (38 and 34 g, respectively) fruit, which lead Querétaro variety to have a higher fruit yield (RendF) (53 t ha⁻¹). The best crop development was observed in FS1, because in FS2 there was a high *Podosphaera Xanthii* attack, obtaining a RendF 7.5 times smaller. Kinetics of development of fruit weight, in sigmoid type, showed that the maximum is reached 35 days after blooming (DF) (38 g), which indicated that fruit crop could be performed from that date. There were differences in kinetics of development of fruit weight from a thousand seeds between both FS, while in FS1 the growth was lineal, which indicated that the maximum was not reached at 56 DF (last sample), in FS2 growth reached a maximum at 42 DF (1,26 g). Similarly, germination and seed vigor (first count in germination test) reached its maximum at 56 DF (82 and 71%, respectively).

Key words: seeding date, seed quality, yield, growth, *Physalis ixocarpa* Brot.

La presente tesis titulada: **DESARROLLO DE FRUTO Y CALIDAD DE SEMILLA DE CINCO VARIEDADES DE *Physalis ixocarpa* Brot. EN EL VALLE DEL FUERTE, SINALOA**, realizada por el alumno, **Alejo Rodríguez Burgos**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD
PRODUCCIÓN DE SEMILLAS

CONSEJO PARTICULAR

Consejero: _____

Dr. Oscar Javier Ayala Garay

Asesor: _____

MC. Adrián Hernández Livera

Asesor: _____

Dr. Víctor Manuel Leal León

Montecillo, Texcoco, Estado de México, mayo de 2010

DEDICATORIA

A mis hijos Alejandro Rodríguez Eguino, Karla Raquel Rodríguez Eguino, Paula Daniela (Danny mi consentida), y a mi esposa Virginia Eguino Miranda, por el apoyo incondicional en mi formación académica, por motivarme a ser cada día mejor, todo esfuerzo y sacrificio vale la pena, los amo y siempre están en mi mente.

A mi Señora Madre Eulalia Burgos Álvarez y a mi Señor Padre Juan José Rodríguez Germán, por todo su tiempo y amor que siempre me ha demostrado, han sido siempre pacientes conmigo, son y serán mi motivación para llegar a esta y la siguiente meta, regocíjense este logro les pertenece también es para ustedes, dios me los cuide muchos años, los amo.

A mis hermanos Rosario, Agustina, Lucia, Isidoro, Agustín, Juanito, Francisco César, Obdulia y Rodolfo, por estar conmigo siempre, que dios los bendiga.

A mis sobrinos María Fernanda, Mitchell, Rodolfo, Lluvia, Carolina, Guadalupe, Henry Johan, César Iván, Silvia Lupita, Christian Jovanny, Emilia, por dar nueva luz a nuestras vidas, los quiero a todos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por ponerme en este camino, por permitirme estar aquí y ahora para presenciar este logro.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo económico recibido durante estos dos años de constante lucha, otorgado para culminar satisfactoriamente mis estudios de Maestría en Ciencias en Producción de Semillas.

Al Colegio de Postgraduados y al Programa de Recursos Genéticos y Productividad- Producción de semillas, por aceptarme en su núcleo, formarme académicamente en tan honorable institución y hacer de mí, un hombre de provecho ecológico y con sentido social.

A mi consejero Dr. Oscar Javier Ayala Garay, por su confianza, gran amistad, aportación de conocimientos de gran valía y por todo su apoyo, que siempre me brindó durante mi estancia y formación profesional, gracias.

Al MC Adrian Hernández Livera, por la confianza que siempre me manifestó, por que siempre estuvo atento a asesorarme en todos los momentos que fue necesario y por compartir conmigo la esencia de sus grandes conocimientos que seguramente me serán muy útiles en la práctica.

Al Dr. Víctor Manuel Leal León, por su amistad, confianza, asesoría y constante apoyo en el trabajo de campo y gabinete, parte esencial de la presente investigación.

Al Dr. Néstor bautista Martínez, por su hospitalidad al brindarnos un lugar seguro y acogedor donde estar durante nuestra estancia en Maestría, además de ser un verdadero ejemplo a seguir como profesionista y como persona por su gran calidad humana.

Al Dr. Edgardo Cortez Mondaca por su valioso apoyo instrumental y orientaciones de campo en el CEVAF-CIRNO-INIFAP.

Al Dr. Miguel Ángel Apodaca Sánchez profesor de la ESAVF–UAS por su constante orientación y participación en el desarrollo del experimento de campo.

Al MC. Abundio Barreras Soto profesor de la ESAVF–UAS por la valiosa aportación de material genético para el desarrollo de los ensayos y sus interesantes conocimientos de manejo del cultivo.

Al Dr. Fernando Castillo González profesor del CP por sus valiosas aportaciones en el análisis estadístico SAS de los datos experimentales de laboratorio y campo.

Al Dr. Juan Manuel Pichardo González recién egresado del doctorado en ciencias en la misma área por su paciencia y sus valiosas horas dedicadas a hacerme recomendaciones y orientarme en el presente trabajo de tesis, gracias amigo.

A la MC. María Teresa Mondaca Cota ex directora de la ESAVF-UAS por su constante y valioso apoyo para mi integración y desarrollo en el posgrado.

A la Escuela Superior de Agricultura del Valle del Fuerte (UAS) por formarme en sus aulas, “Orgullosamente Fitotecnista” y a su **Director General MC. César Arturo Palacios Mondaca** por su incondicional apoyo en posgrado.

A la Empresa y Personal de Laboratorio Monsanto, por las facilidades que se me prestaron en el desarrollo de las pruebas bajo condiciones controladas.

Al Campo Experimental Valle del Fuerte (INIFAP) y su Coordinador de Investigación MC Franklin Gerardo Rodríguez Cota por su incondicional apoyo en el desarrollo de los ensayos para la realización del trabajo experimental.

A los estudiantes de la carrera de Ing. agrónomo hoy egresados de la especialidad de Fitotecnia Omar, Flavio y Leonel por su valiosa participación en el proyecto como prestadores del Servicio Social universitario de la ESAVF-UAS.

CONTENIDO

	Pág.
APROBACIÓN DE TESIS	i
DEDICATORIAS	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO	v
ÍNDICE DE CUADROS	ix
INDICE DE FIGURAS	xi
INDICE CUADROS DEL APENDICE	xi
RESUMEN	
SUMMARY	
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	3
1.2 Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 El cultivo de tomatillo	4
2.1.1 Origen de la especie	4
2.1.2 Clasificación taxonómica	4
2.1.3 Descripción Botánica	5
2.1.4 Fenología y desarrollo del cultivo	5
2.1.5 Fisiología del tomate de cáscara	6
2.1.5.1 Crecimiento	6
2.1.5.2 Desarrollo de entrenudos	7
2.1.6 Floración	8
2.1.7 Polinización	9
2.1.7.1 Polinización natural	9

2.1.7.2	Polinización artificial	10
2.1.8	Fructificación	11
2.1.9	Variedades	12
2.1.10	Factores ambientales	15
2.1.10.1	Temperatura	15
2.1.10.2	Humedad	15
2.1.10.3	Luz	16
2.1.11	Requerimientos edáficos	16
2.1.11.1	Suelo	16
2.1.11.2	PH	17
2.12	Almacenamiento y conservación postcosecha	17
2.2	Aspectos generales de las semillas en frutos carnosos	18
2.3	Desarrollo de la semilla	19
2.3.1	Aspectos bioquímicos en la formación de la semilla	24
2.4	Almacenamiento de la semilla	24
2.4.1	Factores que afectan la duración de la vida de la semilla	25
2.4.1.1	Estado de desarrollo de la semilla	25
2.4.1.2	Daño mecánico	26
2.4.1.3	Deterioro fisiológico	26
2.4.1.4	Hongos e insectos	27
2.4.1.5	Viabilidad inicial	27
2.4.1.6	Condiciones de almacenamiento y envejecimiento	28
2.4.1.7	El contenido de humedad de la semilla	29
2.4.1.8	Humedad relativa	30
2.4.1.9	Cosecha	30
2.5	Calidad de semilla	33
2.5.1	Calidad genética	33

2.5.2	Calidad física	33
2.5.3	Calidad fitosanitaria	34
2.5.4	Calidad fisiológica	34
2.5.5	Evaluación de la calidad fisiológica	36
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	38
3.1	Localización del sitio experimental	38
3.2	Material genético	38
3.3	Diseño experimental	38
3.4	Conducción del experimento y prácticas culturales	40
3.4.1	Producción de plántula en invernadero	40
3.4.2	Fase de campo	40
3.4.2.1	Etiquetado	41
3.4.2.2	Cultivo mecánico y deshierbes	42
3.4.2.3	Fertilización	42
3.4.2.4	Riegos	42
3.4.2.5	Cosecha de frutos	43
3.4.3	Extracción de semilla	43
3.5	Variables respuesta evaluadas en fruto	43
3.5.1	Largo, ancho y peso de fruto	43
3.5.2	Rendimiento de fruto por hectárea	44
3.5.3	Rendimiento de semilla por fruto	45
3.6	Variables respuesta de la calidad de semilla	45
3.6.1	Calidad física	45
3.6.1.1	Contenido de humedad de la semilla	46
3.6.1.2	Peso hectolítrico	46
3.6.1.3	Peso de 1000 semillas	47
3.6.2	Evaluación de la calidad fisiológica de la semilla	48

3.6.2.1	Germinación	48
3.6.2.2	Vigor	48
3.7	Análisis estadístico	49
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50
4.1	Características y rendimiento del fruto	50
4.1.1	Características físicas del fruto	50
4.1.1.1	Largo del fruto (LF)	51
4.1.1.2	Ancho del fruto (AF)	53
4.1.1.3	Peso del fruto (PF)	53
4.2	Rendimiento de fruto	57
4.2.1	Rendimiento por hectárea	57
4.3	Rendimiento de semilla por fruto	59
4.4	Calidad de semilla	62
4.4.1	Calidad física	62
4.4.1.1	Contenido de humedad (CH)	63
4.4.1.2	Peso hectolítrico (PH)	66
4.4.1.3	Peso de mil semillas (P1000S)	67
4.4.2	Calidad fisiológica	72
4.4.2.1	Germinación	73
4.4.2.2	Vigor	76
V.	CONCLUSIONES	79
VI.	LITERATURA CITADA	80
VII.	ANEXO	86

INDICE DE CUADROS

		Pág.
1	Distribución de las unidades experimentales en el campo bajo un diseño de series de experimentos en función de dos fechas de siembra en parcelas divididas. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009	39
2	Cuadrados medios y nivel de significancia estadística de las variables del fruto estudiadas en cinco variedades de tomate de cáscara. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009	50
3	Comparación de medias (Tukey) de las variables de fruto evaluadas en cinco variedades de tomate de cáscara. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009.	51
4	Comparación de medias (Tukey) para días después de floración en las variables de fruto estudiadas en tomate de cáscara. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009	52
5	Comparación de medias (Tukey) para fechas de siembra en las variables de fruto estudiadas en tomate de cáscara. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009	55
6	Rendimiento de las variedades de tomate de cáscara (Ton ha ⁻¹) en la primera fecha de siembra. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009	58
7	Rendimiento de las variedades de tomate de cáscara (Ton ha ⁻¹) en la segunda fecha de siembra. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009	59
8	Promedio de dos fechas de siembra del rendimiento de semilla (g fruto ⁻¹) en diferentes estados de desarrollo, en cinco variedades de Tomate de cáscara. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009	60
9	Rendimiento de semilla (g fruto ⁻¹) en diferentes estados de desarrollo, en cinco variedades de tomate de cáscara y dos fechas de siembra. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009	61

10	Cuadrados medios y nivel de significancia estadística de las variables de calidad física de semilla en tomate de cáscara. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009	62
11	Comparación de medias (Tukey) para variedades en las variables de calidad física de semilla estudiadas en tomate de cáscara. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009	63
12	Comparación de medias (Tukey) de las variables de calidad física en los diferentes periodos de extracción de semilla de tomate de cáscara. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009	65
13	Comparación de medias (Tukey) para fechas de siembra en las variables de calidad física de semilla en tomate de cáscara. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009	66
14	Cuadrados medios y nivel de significancia para la variable peso de mil semillas en tomate de cáscara. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009	67
15	Comparación de medias (Tukey) para peso de mil semillas en cinco variedades de tomate de cáscara. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009	68
16	Comparación de medias (Tukey) para fechas de siembra en la variable peso de mil semillas en tomate de cáscara. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008 -2009	69
17	Cuadrados medios y significancia estadística de las variables de calidad fisiológica de semilla estudiadas en tomate de cáscara. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009	73
18	Comparación de medias (Tukey) para variedades en las variables de calidad fisiológica de semilla en tomate de cáscara. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009	74
19	Comparación de medias (Tukey) para diferentes periodos de extracción de semilla en las variables de calidad fisiológica en tomate de cáscara. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009	75
20	Comparación de medias (Tukey) para fechas de siembra en las variables de calidad fisiológica de semilla en tomate de cáscara. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa	76

INDICE DE FIGURAS

1	Comparación de medias (Tukey) de la variable peso de mil semillas respecto a los días después de floración, en tomate de cáscara. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009	Pág. 69
2	Comparación de medias (Tukey) de la variable peso de mil semillas en función del estado de desarrollo del fruto (días después de floración, DF) para la primera fecha de siembra: 6 de septiembre de 2008. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009	71
3	Comparación de medias (Tukey) de la variable peso de mil semillas en función del estado de desarrollo del fruto (días después de floración, DF) para la segunda fecha de siembra: 16 de Octubre de 2008. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009	71
4	Comparación de medias (Tukey) para la variable peso de mil semillas en función de los días después de floración en las combinaciones VXDF en tomate de cáscara. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009	72

INDICE DE CUADROS DEL APENDICE

		pág.
1A	Comparación de medias (Tukey) para la combinación Variedades-Fechas de Siembra (VxFS) en variables de fruto en tomate de cáscara. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009	87

I INTRODUCCIÓN

El tomate de cáscara o tomatillo (*Physalis ixocarpa* Brot.), es un cultivo olerícola de importancia económica en México y pertenece a la familia de las solanáceas. Esta especie formó, junto con el chile, jitomate, calabaza y camote, parte de la alimentación de los pobladores precolombinos. Se han encontrado vestigios de su uso como alimento en excavaciones hechas en el Valle de Tehuacán, Puebla que data de 900 a 200 años a. c. (Azorín, 1997).

En general, México es centro de origen de las especies del género *Physalis*. De las especies de tomate de cáscara reportadas en nuestro país, (alrededor de 70), sólo *Physalis ixocarpa* Brot., es cultivado comercialmente por su redituabilidad (Pérez y Granados, 2001).

Entre las hortalizas, el tomate de cáscara ocupa el cuarto lugar en cuanto a superficie cultivada en México, sólo es superado por papa (*Solanum tuberosum* L.), tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) y chile (*Capsicum annuum* L.). Los principales estados productores de este cultivo son: Sinaloa, Michoacán, Puebla, Morelos, Jalisco, Hidalgo, Guanajuato, México (SIAP, 2009). El incremento en la superficie cosechada se inició principalmente en la década de los setentas, debido a un aumento significativo en el consumo *per cápita* a nivel nacional (4.6 kg actualmente) según la Secretaría de Economía (2009), así como a la exportación hacia Estados Unidos de Norteamérica y Canadá en la década de los ochenta (Peña y Santiaguillo, 1999).

La superficie sembrada en el país en 2008 fue de 46,889 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 se encuentran: 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 de semilla de baja calidad y un control ineficiente de plagas y enfermedades (Peña y Santiaguillo, 1999). En cuanto a las variedades con bajo potencial, es necesario sustituirlas por materiales más productivos, generados en los diferentes programas de mejoramiento que existen en el país. Antes de usar esos genotipos es necesario probarlos y validarlos, para seleccionar los que mejor se adapten y tengan mayor rendimiento.

En México antes de los años 80's, sólo PRONASE se dedicaba a la producción de semilla de tomate de cáscara certificada, a partir de los 90's muchas compañías de capital extranjero y nacional empezaron a invertir recursos para la producción de semilla de tomate, dentro de ellas se pueden citar a Petoseed, Berentsen, Samcale, llegando a un total de ocho compañías (Montelongo, 1995).

Partiendo de la falta de información sobre tecnología de producción de fruto y semilla con atributos de calidad en el Valle del Fuerte, Sinaloa; se planteó la conveniencia de estudiar diferentes épocas de recolección de fruto y extracción de semilla, en 5

genotipos de tomate de cáscara, algunos de estos con atributos de producción muy deseables y que son poco conocidos en la región.

Por lo anterior, en la presente investigación se plantean los siguientes objetivos e hipótesis.

1.1 Objetivos

1. Estudiar el rendimiento de fruto y semilla, así como la calidad física y fisiológica de cinco cultivares de tomatillo en condiciones de la región del Valle del Fuerte, Sinaloa.
2. Determinar la edad del fruto en la cual la semilla cuenta con los atributos de mayor calidad.

1.2 Hipótesis

1. Existen en el norte de Sinaloa genotipos de tomate de cáscara con mayor potencial de rendimiento de fruto y calidad de semilla que los que se siembran actualmente.
2. Existen épocas más oportunas que las aplicadas por los productores regionales para la cosecha de fruto y extracción de semilla de alta calidad física y fisiológica.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 El cultivo de tomatillo

2.1.1 Origen de la especie.

El género *Physalis* comprende más de 80 especies distribuidas principalmente en América, siendo México el principal centro de distribución del género con aproximadamente 70 especies, de éstas, 36 se encuentran ampliamente distribuidas en 26 estados del país, en un amplio intervalo altitudinal comprendido entre 8 y 3,350 metros sobre el nivel del mar (Peña y Santiaguillo, 1999).

2.1.2 Clasificación taxonómica.

Reino: Vegetal

División: Tracheophyta

Clase: Dicotyledonae

Orden: Tubiflorae

Familia: Solanaceae

Género: *Physalis*

Especie: *Physalis ixocarpa* Brot. ex hornem

N. común: Tomate de cáscara, tomate verde o tomatillo

Fruto: baya

Fuente: (Taboada y Oliver, 2004).

2.1.3 Descripción Botánica.

El tomate de cáscara o tomatillo (*Physalis ixocarpa* Brot.) pertenece a la familia Solanaceae, es una especie anual, con tallo erecto y ramificado, de 0.9 a 1.2 m de altura. Su tallo es glabro o casi glabro, herbáceo o ligeramente leñoso en la base. Las hojas son delgadas, ovaladas o lanceoladas, entre 5 y 7.5 cm de largo, dentadas y con peciolo largo de textura suave (Taboada y Oliver, 2004). Las flores son grandes y abiertas, de 1.8 cm de diámetro, con bordes amarillos brillantes, monopétalas con corola, presentan cinco manchas de color pardo negruzco, las anteras son púrpuras; por lo general las flores están sobre pedicelos axilares o extraxilares, el cáliz es pentadentado, tiene cinco estambres; el estilo es delgado; el estigma casi bilobulado. El fruto es una baya amarilla o verdosa algo viscosa, mide de 1 a 5 cm de diámetro, globoso, liso, pegajoso, algo ácido, cubierto por el cáliz avejigado (Taboada y Oliver, 2004).

2.1.4 Fenología y desarrollo del cultivo.

La expresión fenotípica de las poblaciones de tomate de cáscara se modifican significativamente como resultado del cambio de hábitat o sistema de siembra (trasplante o siembra directa).

Según Cartujano (1984), la fenología del tomate de cáscara es la siguiente:

Nacencia. Se da una semana después de la siembra.

Prolongación del eje principal. Se presenta de la cero a la cuarta semana después de la emergencia.

Crecimiento vegetativo. Comienza desde la semana cero a la semana catorce.

Producción de botones florales. Se manifiesta de la semana tres a la semana catorce.

Floración. Inicia de la semana cuatro a la semana catorce.

Fructificación. Comienza de la semana cinco a la semana catorce.

Senescencia. Se inicia de la semana doce a la semana catorce.

2.1.5 Fisiología del tomate de cáscara.

2.1.5.1. Crecimiento.

Es común que en las siembras de tomate de cáscara aparezcan plantas de dos tipos de crecimiento:

Tipo erecto, que se identifica por el aspecto arbustivo que presenta la planta, originado por un crecimiento casi vertical de los tallos. Estos presentan la desventaja de que se rajan con el peso de los frutos. Tipo rastrero, que se caracteriza porque generalmente no alcanza alturas mayores de 30 cm, ya que conforme se va desarrollando la planta, los tallos se extienden sobre la superficie del suelo.

La planta de tomate de cáscara tiene un ciclo de vida de 85 a 90 días desde la siembra a la senescencia; una vez que emerge la plántula inicia un crecimiento lento, aproximadamente de un cm por día; posteriormente, como a los 24 días, el crecimiento se acelera en forma considerable y se estabiliza como a los 55 días, que es cuando la planta alcanza una altura de 90 cm de longitud (en las plantas rastreras aproximadamente 40 cm); la planta sigue creciendo lentamente y puede llegar a alcanzar poco más de 1.0 m de altura (en plantas erguidas), esto sucede como a los 70 días, después la planta empieza a envejecer rápidamente hasta su muerte (Saray y Loya, 1977; Verdejo, 1987).

En un estudio realizado, Mulato (1984), menciona que la planta de tomate de cáscara de variedad Rendidora en Zacatepec, Morelos, presenta un ciclo de vida de 90 a 98 días desde la emergencia hasta la senectud. El crecimiento en principio es lento hasta los 35 días, a partir de donde se hace más rápido, hasta estabilizarse a los 56 días, donde nuevamente el crecimiento se hace lento, y estabilizándose a los 70 días, para luego disminuir rápidamente, notándose síntomas de senescencia después de este periodo.

2.1.5.2 Desarrollo de entrenudos.

Los entrenudos de las plantas de tomate de cáscara alcanzan diferentes longitudes en las distintas etapas de su desarrollo. Lo que da origen a que las plantas presenten marcadas zonas a las cuales se les ha denominado: zona del tallo no ramificado, zona

inicial, zona media, zona transitoria y zona terminal, las últimas cuatro ocurren sobre las cuatro ramificaciones principales del tallo. Los entrenudos de la zona inicial son de tamaño mediano, los más vigorosos ocurren en la zona media, siguiéndoles los de la zona transitoria y los de la zona terminal, los cuales son los más pequeños. Los entrenudos terminales de tomate de cáscara se van haciendo más cortos hacia el final del ciclo probablemente debido a que la planta está entrando en la etapa de senescencia (Mulato, 1984; Serrano, 1998).

2.1.6 Floración.

La diferenciación de las primeras yemas florales se lleva a cabo entre los 17 y 20 días después de la siembra; la aparición de las primeras flores ocurre a los 28 y 30 días y continúa floreciendo hasta que la planta muere. A los 30 días cuenta con 6 flores, después hay una etapa con gran producción de éstas, a los 52 días se tienen cerca de 125 flores, y posteriormente disminuyen en forma considerable (Cartujano, 1984). En el cultivar Rendidora las primeras flores duran de 8 a 10 días para desarrollarse de un botón floral pequeño hasta una flor abierta por completo (Saray *et al.*, 1977).

Las flores abren antes que ocurra la dehiscencia entre las 8 y 12 h del día. Poco antes de la dehiscencia de las anteras los filamentos se elongan hasta llegar cerca del estigma. La dehiscencia de las anteras ocurre gradualmente de la punta a la base; las paredes se enroscan hacia atrás para liberar el polen. Las anteras, que son de color amarillo verdoso – crema o blanco, no abren uniformemente, sino que duran de 2 a 4

días entre la dehiscencia de la primera a la quinta antera (Verdejo, 1987; Pérez *et al.*, 1997). Después de que las anteras han liberado el polen, la corola, los estambres, estilos y estigmas se encorvan, después se empiezan a marchitar y finalmente caen; permaneciendo alrededor de una semana antes de caer (entre el tercer y el sexto día después de la dehiscencia). Una vez ocurrido lo anterior (fecundación), en forma inmediata el ovario y el cáliz comienzan a elongarse, este último comienza a envolver el fruto joven del tomate, agrandándose a su próximo tamaño antes de que el fruto madure; la baya crece lentamente y pronto adquiere su forma característica, algunos frutos pueden llenar por completo la bolsa que los cubre y otros no la llenan, pero en su mayoría la rompen (Saray y Loya, 1977).

2.1.7 Polinización.

2.1.7.1 Polinización natural.

En esta planta no es posible la polinización por ella misma, es decir que sé autofecunde, debido a la incompatibilidad gametofítica del tomate, que está dada por dos genes con alelos múltiples, se comporta como una planta alógama obligada (de polinización cruzada). La polinización natural es llevada a cabo principalmente por insectos, siendo las abejas las que más realizan esta labor. Una vez que la flor ha sido polinizada se cierra y no vuelve a abrirse, luego comienza a marchitarse para en seguida caer (Pérez *et al.*, 1997).

2.1.7.2 Polinización artificial.

a) Manual.

La polinización manual es muy laboriosa, pero se usa cuando se hacen pocas cruces y bajo condiciones de invernadero. Consiste en los siguientes pasos:

1. Seleccionar el o los botones florales que se vayan a polinizar. Esto debe realizarse por la tarde, el botón debe estar hinchado y con el inicio de la aparición de los pétalos.
2. Cubrir los botones florales con bolsitas de glassine y la ayuda de una engrapadora.
3. Revisar a la mañana siguiente si el botón floral ha abierto; si lo está, se procede a polinizar de flor a flor con la planta deseada. La flor de tomate produce abundante polen y con sólo frotar las anteras en el pistilo es suficiente. Esta operación debe llevarse a cabo entre las 8 y 10 de la mañana para tener mayor margen de éxito.
4. Se cubren la o las flores polinizadas (con bolsas de glassine) y se etiquetan.
5. Cuando se observa que el fruto ya amarró, se quita la cubierta de glassine para favorecer el desarrollo del fruto. Esto ocurre, generalmente, entre los 30 y 45 días, después de la polinización y fecundación.

Se recomienda evitar lo más posible el contacto de las personas con las plantas, ya que éstas dejan caer con suma facilidad los frutos. Es decir, debe haber solamente la caída natural de los frutos que no amarran.

b) Con abejas.

La polinización con el uso de abejas es más eficiente, dado que al hacerlo manualmente se obtiene mucho menos del 10% de éxito de los cruzamientos realizados. Además, con el uso de abejas se ahorra mano de obra y es más económico. Para efectuar la polinización con el uso de abejas se construyen jaulas pequeñas de alambazón cubiertas con manta de cielo. Dentro de ellas se introducen las plantas y las abejas para que efectúen la polinización recíproca.

2.1.8 Fructificación.

Cartujano (1984), encontró que una planta de tomate de cáscara puede llegar a producir hasta 90 frutos de los cuales no todos amarran. Existe cierta relación tanto del peso promedio por fruto y número de éstos con determinado carácter de la planta. El promedio de frutos por planta es de 14, obteniéndose un rango de 7 frutos para planta erecta amarilla y 19 frutos por planta para el tipo rastrero y erecto verde. El peso promedio del fruto es de 33.3 g, siendo para el tipo rastrero amarillo de 40.25 g por fruto y de 22.89 g por fruto para el tipo erecto verde.

El cuajado de los frutos fecundados que han iniciado el desarrollo del ovario, comienza de los 35 a los 42 días. En este momento el cascabel (cáliz que cubre el ovario) está formado y dentro de él se inicia una etapa llamada floración de cascabel (iniciación de fructificación), que no es otra cosa que un fruto pequeño bien definido en

proceso de desarrollo. Normalmente del cuajado de los frutos a la maduración de los mismos transcurren aproximadamente de 20 a 22 días (Saray y Loya, 1977). La producción comercial se obtiene entre los 4 y 7 primeros entrenudos, pero con un buen desarrollo de las plantas se presentan frutos comerciales hasta el décimo entrenudo (Saray y Loya, 1977; Pérez *et al.*, 1997).

Cartujano (1984), señala que las plantas de tomate de cáscara tienden a producir mayor número de frutos grandes en el primer corte; medianos en el segundo y chicos en el tercero y cuarto. De igual manera, tienden a producir mayor rendimiento de frutos grandes y medianos en los dos primeros cortes y medianos y chicos en los dos últimos.

2.1.9 Variedades.

El mejoramiento genético del tomate de cáscara en México, se inició con una investigación realizada en el Campo Agrícola Experimental de Zacatepec Morelos, en 1972. Dentro de las variedades principales encontramos desde criollos hasta híbridos. Actualmente las variedades criollas de mayor uso son Rendidora y Salamanca, sobre todo en los estados de Morelos, Guanajuato, Hidalgo y México, y el criollo Tamazula, especialmente en Jalisco; no obstante, existen importantes áreas productoras en Puebla, Michoacán, Jalisco y Nayarit, donde aún se utilizan variedades criollas regionales.

También se cuenta con algunas colecciones hechas por Saray en 1981, entre las que podemos mencionar a la criolla del Valle de México y algunas otras como criolla Mor-26 y colección Mor-37 que fueron colectadas en el estado de Morelos y se encuentran en proceso de mejoramiento en los programas del Campo Agrícola Experimental de Zacatepec, Morelos. Sin embargo, partiendo de tres de los criollos más utilizados (Rendidora, Salamanca y Tamazula), existen amplias posibilidades de obtener variedades mejoradas cuyos objetivos sean: incrementar el rendimiento de fruto; uniformizar color, tamaño y firmeza del fruto; uniformizar los hábitos de crecimiento (hacia tipo erecto y hacia tipo rastro).

Dichas variedades criollas presentan las siguientes características:

a) Rendidora. Según Saray (1977), la variedad Rendidora fue liberada en 1976 y proviene de la evaluación de 49 materiales criollos de Morelos durante cuatro ciclos; es decir, Rendidora es un criollo sobresaliente que aún presenta una gran variabilidad en hábito de crecimiento, color, tamaño de fruto, entre otros caracteres. La uniformidad de los hábitos de crecimiento es uno de los principales problemas a resolver por parte de los fitomejoradores. Por otra parte, un 35% de su fruto es grande (mayores de 4.5 cm de diámetro); aproximadamente un 83% de la producción corresponde a frutos que llenan completamente la bolsa (cáliz); el color del fruto es verde limón, lo cual lo hace muy preferido en el mercado; la firmeza del fruto es buena, cualidad deseable durante el transporte; es agridulce y preferido en la preparación de salsas. Los frutos comienzan a madurar de los 55 a los 60 días después de la siembra.

b) Salamanca. La variedad salamanca es también un criollo, de hábito erecto, frutos verdes compactos y ciclo más largo que rendidora.

c) Tamazula. Este criollo es una variedad de hábito rastrero, de frutos verde – morados de tamaños medianos y muy compactos.

Por otro lado, las variedades de tomatillo o tomate de cáscara más actualizadas del mercado mencionadas en el artículo Festival de Semillas 2002 de la Revista Productores de Hortalizas son:

a) Rendidora suprema. De la compañía semillera “King Seeds y Cía, S.A. de C.V.”, es un tomate de cáscara precoz (74 a 79 días); de planta semierecta, muy productiva, con color verde oscuro y tamaño grande. Bien aceptado en México y EE.UU.

b) Súper Cerro Gordo. Selección muy popular para el mercado nacional de la compañía semillera “Semillas Río Fuerte”. Planta erecta, grande y vigorosa. Frutos grandes de color verde intenso. Maduración intermedia (90 días). Excelente adaptación. Soporta transporte.

c) Verde Supremo R. F. Variedad precoz muy productiva (75 a 80 días) de la compañía “Semillas Río Fuerte”. Planta vigorosa, semierecta muy popular para el mercado fronterizo y la exportación. Fruta muy grande de color verde profundo. Excelente resistencia a transporte.

d) Yoreme R. F. Variedad precoz (70 días) excelente por su sabor, para proceso industrial y mercado nacional. Planta semierecta muy productiva de frutos medianos de color verde intenso. Producida por la compañía “Semillas Río Fuerte”.

2.1.10 Factores ambientales.

2.1.10.1. Temperatura.

La temperatura óptima que requiere el cultivo del tomate de cáscara fluctúa entre 20 a 22° C. El nivel adecuado de temperatura para la germinación del tomate de cáscara es de 20 a 23 °C. Para el crecimiento vegetativo requiere de 22 a 25 °C, ya que con temperaturas de 30 °C el crecimiento disminuye y con 40 °C ó más se puede detener. Cuando la planta entra a floración requiere de 30 a 32 °C. Con temperaturas por arriba de éstos valores, durante la floración, se puede provocar deshidratación del tubo polínico, provocando una polinización incompleta y frutos mal formados (Saray y Loya, 1977; Moreno y Torres, 1996).

2.1.10.2 Humedad.

En el caso de la humedad, las etapas críticas corresponden a la germinación, emergencia y trasplante. El resto del ciclo, incluyendo floración, necesita de un 60% de la humedad a capacidad de campo. En condiciones de sequía la planta rápidamente

emite flores acelerando la maduración, los frutos son pequeños, en menor cantidad, de sabor ácido y algunos son deformes (Saray y Loya, 1977; Moreno y Torres, 1996).

2.1.10.3. Luz.

En general es una planta moderadamente exigente en intensidad luminosa, se estima que la especie se desarrolla óptimamente con 2,500 bujías pie⁻¹. Se puede decir que de la emergencia hasta el inicio de la maduración comercial del fruto constituye el período de mayor exigencia. A partir de esta fase, sus necesidades se reducen significativamente, con valores mayores a 2,500 bujías pie⁻¹, la planta responde acortando su ciclo, envejecimiento prematuro, reducción del tamaño del fruto, sabor insípido del fruto (Aguilar y Aguilar, 2000).

Las variedades comerciales requieren de 7,000 luxes aproximadamente y alrededor de 10 h luz (Moreno y Torres, 1996).

2.1.11. Requerimientos edáficos.

2.1.11.1. Suelo.

Los suelos donde se desarrolla bien el cultivo son los arcillo - arenosos, con disponibilidad de riego, además, se menciona que el cultivo del tomate en suelos delgados no se recomienda, de tal forma que se pueda afectar el desarrollo radicular,

ocasionando muchos problemas en el desarrollo de éste cultivo (Saray y Loya, 1977; Moreno y Torres, 1996).

2.1.11.2 pH.

El pH adecuado para el desarrollo de esta planta varía de 5.0 a 7.0 (Verdejo, 1987).

2.1.12 Almacenamiento y conservación postcosecha.

Macías (1995), al trabajar con las variedades Salamanca, Rendidora, Tamazula y el Compuesto Mejorado (CHF1) de tomate de cáscara, encontró que los periodos de almacenamiento (0, 15, 30 y 45 días a partir del momento de la cosecha), son determinantes en la calidad de frutos, ya que con periodos prolongados de almacenamiento se disminuye la firmeza del fruto y se aumenta la susceptibilidad al daño por golpes o compresiones. También consideró que los frutos de tomate pueden conservarse almacenados hasta 30 días sin que sufran graves daños en la calidad y que las condiciones más importantes de almacenamiento son la temperatura, humedad y atmósfera, y éstas pueden variar de una especie a otra. Se ha encontrado que los frutos de tomate de cáscara del segundo corte tienen más vida de anaquel, que los cortes subsecuentes, debido a que estos últimos desarrollan más su madurez fisiológica y por lo tanto tienen menor vida de almacenamiento. El sistema de almacenamiento natural o tradicional con enfriamiento a base de aire, aunque no es lo más conveniente, es económico para que los productores de bajos ingresos, que

comercializan nacionalmente, conserven los frutos de tomate de cáscara (Magaña, 1994).

2.2 Aspectos generales de las semillas en frutos carnosos

Para especies de frutos carnosos, como las solanáceas y cucurbitáceas, el proceso de maduración de semillas continúa después de la cosecha de frutos. Este aspecto es ventajoso, ya que permite cosechar los frutos precozmente, sometiéndolos a un periodo de almacenamiento o reposo postcosecha suficiente para que las semillas alcancen la calidad máxima. En especies con hábito de crecimiento indeterminado, como el tomate, donde la floración es continua y existe falta de uniformidad en estadios de maduración de frutos al momento de la cosecha, podría realizarse un menor número de cortes, cosechando frutos en diferentes estadios de maduración, extrayendo semillas de frutos maduros y sometiéndolos a periodos variables de almacenamiento postcosecha. La cosecha precoz de frutos es una ventaja para disminuir su exposición a la intemperie y a los ataques de microorganismos de campo (Barbedo *et al.*, 1994).

Resultados semejantes fueron obtenidos por Pereira (2004), quien constató que la calidad fisiológica máxima para las semillas de jitomate obtenidas de frutos cosechados a los 70 días después de antesis, provocó que la mayoría de los frutos tuviera 90% del pericarpio rojo, también encontró que frutos de tomate cosechados al inicio de madurez y almacenados hasta que estuvieron completamente maduros produjeron semillas de mejor calidad. (De Souza *et al.*, 2006).

2.3 Desarrollo de la semilla

La formación de las semillas puede dividirse en cuatro etapas fundamentales:

a) Histodiferenciación.

La semilla es un órgano reproductivo que se desarrolla a partir de un óvulo, después de fecundado generalmente. En las angiospermas los óvulos están totalmente encerrados dentro del ovario. El desarrollo de la semilla se inicia con la fecundación, la unión de un núcleo masculino haploide procedente del grano de polen con un núcleo femenino haploide dentro del óvulo para formar un nuevo organismo diploide.

La fecundación es precedida por la polinización, que consiste en la llegada de un grano de polen al estigma de la flor femenina en las angiospermas o cerca del micrópilo del óvulo en las gimnospermas. Es importante distinguir estos dos procesos de polinización y fecundación. En la mayoría de las angiospermas el alargamiento del tubo polínico es rápido, y entre la polinización y la fecundación transcurren sólo unos días, o incluso unas horas (Ohto *et al.*, 2007).

En la fecundación el óvulo consta de una o dos cubiertas protectoras (los integumentos) y un tejido central (la nucela). La meiosis de una célula madre dentro de la nucela, seguida de varias divisiones celulares mitóticas, lleva a la formación del saco

embrionario, una estructura de ocho núcleos y siete células que ocupa el espacio central dentro de la nucela.

Cuando el tubo polínico llega al saco embrionario libera dos gametos masculinos. Uno de éstos se une con uno de los núcleos del saco embrionario (la célula huevo) para formar un cigoto que después se convierte en la planta embrionaria diploide. El segundo gameto masculino se une con otros dos núcleos femeninos (los núcleos polares) para formar una célula triploide que después se convierte en el endospermo, tejido que actúa como reserva nutritiva para el embrión en crecimiento. Los otros cinco núcleos del saco embrionario (dos sinérgidas y tres células antípodales) no desempeñan función alguna después en el desarrollo de la semilla. Para que se desarrolle una semilla viable es necesario que se produzca satisfactoriamente tanto la fecundación de la célula huevo como la fusión de los núcleos polares con un gameto masculino para formar el núcleo endospermico primario (Ohto *et al.*, 2007). En el desarrollo del ovulo fecundado hasta convertirse en la semilla madura intervienen varias partes. Primero los integumentos del óvulo se transforman en la cubierta de la semilla madura. Esta cubierta consiste a veces en dos revestimientos distintos, una cubierta externa, típicamente firme, que es la testa, y otra interna, generalmente delgada y membranosa, que es el tegmen. La testa protege el contenido de la semilla de la desecación, los daños mecánicos o los ataques de hongos, bacterias e insectos, hasta que se abre en la germinación.

No obstante, entre las angiospermas la cubierta seminal presenta una gran variación. Posteriormente en algunos géneros puede persistir la nucela en forma de una capa delgada (el perispermo) que está situada en la parte interna de la cubierta y que suministra reservas nutritivas al embrión. En la mayoría de las angiospermas en cambio, desaparece pronto, y su función pasa a desempeñarla el endospermo (Ohto *et al.*, 2007). En resumen, durante esta etapa el cigoto sufre división mitótica y las células hijas se diferencian para formar el cuerpo básico del embrión, compuesto del eje embrionario y de los cotiledones; ocurre la formación del endospermo triploide. Los tejidos embrionarios son metabólicamente muy activos, con altos niveles respiratorios, y con los organelos subcelulares, como mitocondrias y cloroplastos, bien diferenciados (Kobayashi *et al.*, 2003; Matilla, 2000).

b) Acumulación de reservas.

El endospermo suele crecer con más rapidez que el embrión durante el periodo que sigue inmediatamente a la fecundación. Acumula reservas de fotoasimilados y en su máximo desarrollo es rico en carbohidratos, grasas, proteínas y hormonas del crecimiento. En algunas especies el endospermo sigue siendo evidente y continúa ocupando más espacio en la semilla que el embrión, aun en las semillas maduras. En otras especies, el embrión va absorbiendo las reservas nutritivas del endospermo durante sus últimas fases del desarrollo, hasta que el endospermo desaparece cuando la semilla está madura (Ohto *et al.*, 2007). Estas reservas sirven como depósitos que se requerirán cuando las células se expandan durante la imbibición y la germinación, el

suministro adecuado de materia prima para formar membranas ayudaría a aliviar algunas tensiones mecánicas (Berjak *et al.*, 1993).

c) Maduración- secado.

El grado de desarrollo del embrión varía considerablemente cuando la semilla está madura según la especie. En los embriones de algunas especies se pueden distinguir todas las partes de la planta rudimentaria; la radícula, que en la germinación dará lugar a la raíz primaria; las hojas de la semilla o cotiledones; la plúmula, de la que surgirá el tallo primario, y el hipocótilo, que conecta los cotiledones con la radícula. Cuando el embrión absorbe todas las reservas nutritivas del endospermo, los cotiledones gruesos y carnosos suelen convertirse en los principales órganos de almacenamiento de alimento y ocupar casi toda la cavidad seminal.

En su forma más compleja, la semilla madura puede estar integrada por tejido diploide procedente de la planta madre (la cubierta seminal, incluidos la testa y el tegmen, y el perispermo), tejido triploide en el endospermo y tejido diploide de la nueva combinación genética en la descendencia del embrión. Pero pueden faltar el perispermo y el endospermo con frecuencia. Los componentes esenciales de todas las semillas son el embrión, el revestimiento protector que es la cubierta seminal y una reserva de sustancias nutritivas que pueden estar almacenadas en los cotiledones, el endospermo o el perispermo (Ohto *et al.*, 2007). En ocasiones puede desarrollarse más

de un embrión en una sola semilla, poliembrionia que se ha reportado en varios géneros; no obstante, es la excepción.

La maduración generalmente concluye con un bajo contenido de humedad y una reducción gradual en el metabolismo, como consecuencia de la pérdida de agua en los tejidos de la semilla, y el embrión pasa a un estado metabólicamente inactivo (Kigel y Galili, 1995; Matilla, 2000).

d) Germinación.

Durante la imbibición de la semilla madura ocurre una reactivación de los sistemas metabólicos existentes, completados por la síntesis de nuevos componentes que llevan a reanudar a la expansión celular (alargamiento de radícula) y la división celular. El desarrollo de la semilla y la germinación son dos fases fisiológicas distintas del ciclo de vida de la planta, ambos relacionados con el estado de reservas. El desarrollo de la semilla es esencialmente anabólico, caracterizado por la síntesis y acumulación de reservas en los tejidos de almacenamiento. En la germinación, en cambio, las reservas previamente acumuladas son hidrolizadas para sostener el crecimiento inicial de la plántula, mediante la actividad de enzimas catabólicas (Kigel y Galili, 1995; Kobayashi *et al.*, 2003).

El primer conteo en una prueba de germinación puede ser utilizado como una prueba de vigor toda vez que la velocidad de germinación se reduce conforme avanza el

deterioro de la semilla, asimismo las muestras que presentan mayores valores de germinación al primer conteo pueden ser consideradas más vigorosas.

2.3.1 Aspectos bioquímicos en la formación de la semilla.

La capa de la semilla, un órgano materno, es el sitio de conexión no vascular entre el floema y el embrión. Los asimilados, por ejemplo sacarosa y aminoácidos, emigran por esta vía hacia el embrión. Un factor importante en el desarrollo de la semilla, es la distribución, almacenamiento y utilización de los carbohidratos, puesto que son una fuente importante de energía para el crecimiento de la célula. La sacarosa es el carbohidrato principal en el desarrollo de la semilla en las plantas. La sacarosa es un azúcar de transporte universal y su metabolismo al igual que la alta actividad de las enzimas que la metabolizan, juegan un papel importante en el desarrollo de la semilla (Islam, 2001; Gallardo *et al.*, 2003).

2.4 Almacenamiento de la semilla

Se puede definir al almacenamiento como la conservación de semillas viables desde el momento de la recolección hasta que se requieran para la siembra (Copeland y McDonald, 2001) cuando las semillas se pueden sembrar inmediatamente después de la recolección, no se precisa almacenamiento. La fecha idónea para sembrar las semillas de una determinada especie depende de la fecha prevista para la siembra. Lo

más habitual es que sea necesario almacenar la semilla durante periodos de tiempo diversos, periodos que cabe clasificar de la manera siguiente (Walters *et al.*, 2005).

Hasta un año, cuando la producción de semilla se efectúa con periodicidad anual, pero es necesario esperar la temporada idónea para la siembra. De uno a cinco años o más, cuando una especie fructifica en abundancia a intervalos de varios años y debe recolectarse en un año buena semilla suficiente para satisfacer las necesidades anuales en los años intermedios, en los que la producción de semilla es escasa. De largo plazo, con fines de conservación de recursos genéticos. El periodo de almacenamiento varía en función de la longevidad de la semilla, de la especie de la que se trate y las condiciones de almacenamiento; no obstante, en especies que se almacenan en ambientes óptimos, el tiempo de almacenamiento se suele medir en decenios (Walters *et al.*, 2005).

2.4.1 Factores que afectan la duración de la vida de la semilla.

2.4.1.1 Estado de desarrollo de la semilla.

Las semillas plenamente maduras conservan su viabilidad durante más tiempo que las semillas que se recolectan inmaduras. Es posible que determinados compuestos bioquímicos que son esenciales para conservar la viabilidad no se formen antes de las fases finales del proceso de maduración de la semilla, entre ellos figuran algunos

compuestos que inducen latencia, y ésta parece estar asociada con la longevidad de la semilla (Desai *et al.*, 1997; Copeland y McDonald, 2001).

2.4.1.2 Daño mecánico.

Las semillas que resultan dañadas mecánicamente durante la extracción, limpieza, separación, etc., pierden enseguida su viabilidad. El peligro es máximo en las especies que tienen la cubierta seminal delgada o blanda. El calor excesivo durante la extracción o el secado daña también la semilla. Hay que procurar que durante la preparación de la semilla para el almacenamiento se empleen los tiempos mínimos, las temperaturas más bajas y las velocidades de máquina mínimas que sean necesarias (Desai *et al.*, 1997; Copeland y McDonald, 2001).

2.4.1.3 Deterioro fisiológico.

La manipulación deficiente, durante el tránsito o durante el procesamiento deteriora fisiológicamente las semillas aun cuando no existan daños mecánicos o por hongos. Las semillas ortodoxas deben disponer de ventilación suficiente para evitar la respiración rápida y el recalentamiento, mientras que a las semillas recalcitrantes hay que protegerlas de un secado excesivo (Desai *et al.*, 1997; Copeland y McDonald, 2001).

2.4.1.4 Hongos e insectos.

En el caso de las especies que se almacenan a temperaturas bajas y con un contenido de humedad bajo, las propias condiciones de almacenamiento deben evitar la aparición de hongos e insectos. No obstante, es necesario evitar cosechas que presenten una alta incidencia de ataques de hongos o insectos y efectuar todas las operaciones de recolección, transporte, procesamiento, etc. con la mayor rapidez posible a fin de asegurar que la semilla no resulte dañada antes de iniciar el almacenamiento. El ataque de hongos e insectos se produce con muchísima rapidez en el suelo (Desai *et al.*, 1997; Copeland y McDonald, 2001).

2.4.1.5 Viabilidad inicial.

Los lotes de semilla que tienen inicialmente una viabilidad y una capacidad de germinación altas presentan en el almacenamiento una longevidad mayor que los que tienen una viabilidad inicial baja. Antes del almacenamiento, y sobre una muestra de cada lote de semilla, deben efectuarse ensayos de germinación, precedidos en caso necesario por un tratamiento previo apropiado para romper la latencia, a fin de determinar el tiempo probable durante el que la semilla conservará su viabilidad una vez almacenada (Desai *et al.*, 1997; Copeland y McDonald, 2001).

2.4.1.6 Condiciones de almacenamiento y envejecimiento.

La calidad fisiológica de la semilla se refiere, a la característica de viabilidad de una semilla, a la alta capacidad de germinación y vigor para establecer nuevos individuos y es trascendente para los agricultores y la industria semillera. La semilla es un organismo vivo y como tal, está sujeta a procesos degenerativos graduales que culminan con su muerte. Los cambios fisiológicos que suceden en las semillas envejecidas son consecuencia de cambios bioquímicos que tienen lugar en ellas.

En un proceso continuo de envejecimiento, esos cambios son graduales y su magnitud depende del tiempo de almacenamiento y de las condiciones a las que esté sujeta la semilla, mientras que la senescencia representa una serie de procesos fisiológicos degenerativos, genéticamente controlados, que conducen irreversiblemente a la muerte (Ponce *et al.*, 1972).

Algunos cambios fisiológicos que se producen en los tejidos celulares pueden estar asociados con el envejecimiento fisiológico de las semillas. Estos inducen (1) la pérdida de reservas nutritivas debida a la respiración, por ejemplo una disminución de las proteínas y los azúcares no reductores, acompañada de un incremento de los azúcares reductores y los ácidos grasos libres; (2) una acumulación de subproductos de la respiración que son tóxicos o inhibidores del crecimiento; (3) la pérdida de actividad de los sistemas enzimáticos; (4) el deterioro de las membranas celulares semipermeables; (5) la peroxidación de los lípidos, lo que hace que se produzcan radicales libres que

reaccionen otros componentes de la célula y los dañen, y (6) alteraciones en el ADN del núcleo celular, que producen mutaciones genéticas y daño fisiológico (Roberts, 1973). No está claro todavía hasta que punto esos diversos efectos son las causas del deterioro o simplemente sus síntomas, pero se ha sugerido que la producción de radicales libres es el primer efecto del envejecimiento y que el daño que sufren los diversos sistemas de la célula es el resultado de la liberación de esos radicales libres (Desai *et al.*, 1997; Copeland y McDonald, 2001).

2.4.1.7 El contenido de humedad de la semilla.

En las semillas ortodoxas, el contenido de humedad es probablemente el más importante de los factores que determinan la longevidad de la semilla. Reduciendo el contenido de humedad (CH) se reduce la respiración, y con ello se desacelera el envejecimiento de la semilla y se prolonga su viabilidad (Desai *et al.*, 1997; Copeland y McDonald, 2001).

Para prevenir la actividad de los hongos es más eficaz controlar el CH que controlar la temperatura. Con unos niveles suficientemente altos de CH y humedad relativa (HR), puede darse actividad de hongos entre -8 °C y 80 °C (Roberts, 1973), y es más fácil mantener el CH por debajo del 12-14% (o la HR en un equilibrio del alrededor del 65%) que mantener la temperatura por debajo de 0 °C (Desai *et al.*, 1997; Copeland y McDonald, 2001).

2.4.1.8 Humedad relativa.

El contenido de humedad de la semilla mantiene un equilibrio higroscópico con la humedad relativa del aire del almacén, esto se puede explicar de forma más simple diciendo que tanto el grano como el aire dan y reciben agua hasta llegar a un equilibrio. El contenido de humedad de la semilla se incrementa al incrementarse la humedad relativa y en consecuencia la longevidad de la semilla disminuye (Desai *et al.*, 1997; Copeland y McDonald, 2001).

2.4.1.9 Cosecha.

La mayor calidad de semilla en cualquier especie se obtiene cuando ésta alcanza su madurez fisiológica, motivo por el cual es importante contar con indicadores preferentemente visuales, para ayudar al agricultor a realizar una cosecha oportuna. (Copeland, 1976). El tipo de cosecha del fruto de tomate de cáscara hace más complicada la decisión respecto a la oportunidad de ésta, debido a que normalmente la recolección se lleva a cabo en un periodo comprendido entre los 30 a 35 días, durante los cuales se realizan entre cuatro y seis cortes (Garzón y Garay, 1977; CAEZACA, 1981).

En muchos casos la parcela de tomate de cáscara se utiliza para doble propósito es decir, parte de la cosecha se utiliza para el consumo en fresco y otra parte es destinada

a la extracción de semilla. De esta forma aun cuando se realicen tres a cuatro cortes, sólo el último se destina a la extracción de semilla (Osuna *et al.*, 1992; Cruz, 2001).

En las parcelas que son destinadas exclusivamente para producir semilla, la recomendación es llevar a cabo solamente dos cortes, el primero a los 56 días después del trasplante o bien 21 días después de que la planta tenga, en promedio, tres frutos completamente maduros (Peña *et al.*, 1997; Güemes, 1999).

En cualquiera de los casos anteriores se ha observado que la mayor calidad de semilla es obtenida de los frutos del primer corte los cuales son generalmente de mayor tamaño por lo que se recomienda cosechar los frutos mayores a 4.5 cm de diámetro (Peña *et al.*, 1997; Güemes, 1999).

En algunos estudios en tomate de cáscara, se planteó la hipótesis que la semilla de esta especie tenía algún tipo de latencia, por lo que se usaron algunos tratamientos para contrarrestar el problema, de los cuales, el uso de ácido giberélico en concentraciones de 1000 a 2000 ppm por 24 h, mejoró significativamente la germinación (Olivera 1984). Posteriormente, se detectó que la madurez comercial del fruto no coincide con la madurez fisiológica de la semilla (Cruz 1991; Osuna *et al.*, 1992), ya que semilla extraída durante la madurez comercial del fruto tuvo baja germinación y emergencia, situación que probablemente ocurrió en el estudio ya que de acuerdo a la descripción de semilla que hace la autora (semilla amarilla clara), se pensaría que aún no estaba madura (Olivera, 1984).

Para que la semilla alcance su madurez fisiológica y con ello tenga viabilidad, ésta debe permanecer en el fruto por al menos 15 días después de que el fruto ha alcanzado su madurez comercial (Orduña, 1989; Osuna *et al.*, 1992). Se ha observado que a los 21 días después de la madurez comercial la semilla tiene un buen peso y calidad (Hernández y Hernández, 1995), y a los 30 días presenta un 89.2% de germinación. Ocasionalmente se ha extraído la semilla del fruto a los 45 y 60 días después de la madurez comercial en donde se logró una germinación de 92.5%. No obstante, el dejar más tiempo a la semilla dentro del fruto expone a ambos a condiciones adversas, en el sentido de que las lluvias o las plagas y enfermedades pueden deteriorarlos y demeritar la calidad de semilla. (Saray, 1982; Cruz, 1994).

Un problema adicional que se tiene, se refiere a cómo permitir a la semilla alcanzar su madurez; es decir el fruto puede permanecer en la planta por el tiempo previamente mencionado, o bien otra alternativa es cosechar a madurez comercial y guardar el fruto hasta que alcance su madurez, el tener el fruto en la planta se expone a factores bióticos y abióticos que pueden generar los problemas ya mencionados; por otra parte, el cortar y almacenar también se expone al producto a la incidencia de plagas y enfermedades o bien a la fermentación, la cual, además de bajar la germinación, puede manchar o pregerminar la semilla. (Cruz, 1991; Osuna *et al.*, 1992).

2.5 Calidad de semilla

La calidad de semilla engloba un conjunto de atributos que contribuyen al establecimiento de la planta en campo, en donde la calidad genética, fisiológica, física y sanitaria juegan un papel importante (Hernández, 2003).

2.5.1 Calidad genética.

Se refiere a la calidad obtenida por el fitomejorador mediante la introducción, cruzamiento y selección para identificar el material genético sobresaliente, por lo tanto, la calidad genética está determinada por el genotipo de la variedad o el híbrido. Hernández (2003), menciona que la calidad genética de las semillas es la más importante de las cuatro porque se garantizan características deseadas en las plántulas.

2.5.2 Calidad física.

Son las características físicas de las semillas que son considerados como factores de calidad, tales como: contenido de humedad, peso por volumen y pureza de la semilla. Adicionalmente, se pueden considerar: color, tamaño de semilla, peso de 1000 semillas y daño por hongos e insectos (Hernández, 2003).

2.5.3 Calidad fitosanitaria.

Se refiere a que las semillas estén libres de microorganismos, ya que representan una amenaza para la producción de semilla de alta calidad. Los microorganismos más comunes de las semillas son hongos, bacterias y virus los cuales pueden encontrarse como contaminantes en diversas formas: mezclados con las semillas, pero no unidos a ellas como esclerocios y esporas de hongos; asociados superficialmente como los hongos de almacén y portados internamente en las semillas, los cuales pueden ser transmitidos a la plántula (Hernández, 2003).

2.5.4 Calidad fisiológica.

Se refiere a la viabilidad de las semillas, a la alta capacidad de germinación y vigor para establecer nuevos individuos. Esta calidad es resultado de la expresión de factores propios del genoma de la semilla y de su interacción con los factores ambientales que la rodean durante su desarrollo, cosecha y almacenamiento (Hernández, 2003). La viabilidad, la germinación y el vigor en su conjunto, describen adecuadamente la calidad fisiológica de un lote de semilla. Una alta germinación y un alto vigor son esenciales para asegurar el establecimiento uniforme del cultivo que permita obtener su máximo potencial de rendimiento en una amplia variedad de condiciones de campo (Dornbos, 1995).

Copeland y McDonald (1995) definen la viabilidad como el grado en que una semilla metabólicamente activa está viva, y la cual posee enzimas capaces de catalizar reacciones metabólicas necesarias para la germinación y crecimiento de la plántula. En este sentido, una semilla viva puede tener tanto tejido vivo como muerto y puede no germinar. Por su parte el SNICS (1975), menciona que la viabilidad en una prueba de germinación estándar es el total de las semillas que germinaron independientemente si las plántulas son normales o anormales.

En cuanto a la germinación Hartmann y Kester (1998) señalan que es el proceso de reactivación de la maquinaria metabólica de la semilla, la emergencia de la radícula (raíz) y de la plúmula (tallo), conducentes a la producción de una plántula. Fisiológicamente, inicia con la reactivación bioquímica y termina con la emergencia de la radícula. Morfológica y agronómicamente la definición debe incluir la producción de una plántula normal. Por su parte, Bewley (1997) menciona que el proceso de germinación comprende aquellos eventos que inician con la absorción del agua por la semilla y termina con el alargamiento del eje embrionario.

La ISTA (2004) define que en una prueba estándar, la germinación de una semilla debe considerar la emergencia y desarrollo de la plántula, a un estado donde el aspecto de sus estructuras esenciales indica si es apta para desarrollarse en una planta normal bajo condiciones favorables de suelo.

Jianhua y McDonald (1997) mencionan que el vigor tiene relación con la velocidad de deterioro de la semilla, por lo cual las semillas de bajo vigor soportan menos almacenamiento que las de alto vigor. Por otra parte, Basu (1995) señala que los indicadores de vigor de semilla más utilizados son determinados con base en el desarrollo de las plántulas producidas por las semillas a evaluar. La viabilidad está relacionada con el vigor de la semilla, en el sentido de que una pérdida en la viabilidad es usualmente precedida de una pérdida de vigor.

2.5.5 Evaluación de la calidad fisiológica.

Copeland y McDonald (1995) clasifican en dos tipos las pruebas para evaluar la calidad fisiológica: a) aquellas que se realizan bajo condiciones favorables (germinación, velocidad de germinación y evaluación de plántulas) y b) aquellas que se realizan bajo condiciones desfavorables aplicando algún tipo de estrés a la semilla como la prueba de frío y la prueba de envejecimiento acelerado.

Moreno (1996) y Copeland y McDonald (1995) mencionan que con la prueba de germinación se obtiene información de la capacidad que tiene la semilla para producir plántulas normales; es decir, con estructuras esenciales para un buen desarrollo. Sin embargo, este parámetro no debe usarse como único criterio de calidad debido a que proporciona información muy limitada para tomar decisiones acertadas para evaluar la calidad de semilla, esto se debe a que la prueba se realiza en condiciones que son

favorables para que las semillas expresen su más alto potencial de germinación, el cual difiere mucho cuando éstas son sembradas en campo.

La velocidad de emergencia se puede usar como una herramienta para evaluar el vigor de la semilla, la cual se obtiene al germinar semillas y una vez que se inicia este proceso se hacen conteos diarios del número de plántulas emergidas entre el número de días respectivos después de la siembra y el conteo termina cuando la siembra logra el máximo de germinación, obteniéndose el índice de vigor en el cual las semillas más vigorosas germinan más rápidamente (Maguirre, 1962; Moreno, 1996).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del sitio experimental

En trabajo se estableció durante el ciclo agrícola otoño – invierno 2008/2009 en terrenos del Campo Experimental Valle del Fuerte (CEVAF), perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y pecuarias (INIFAP), ubicado en Juan José Ríos, Sinaloa, México, a 32 msnm, en las coordenadas 25° 45' de latitud norte y 108° 48' de longitud oeste con clima seco, lluvias en verano, 350 mm de precipitación anual y una temperatura media anual de 26 °C (CEVAF, 2002).

3.2 Material genético

En el estudio se utilizó semilla de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) de las variedades Querétaro, Rendidora, Mahone, Orizaba y Carriceño, producida en el CEVAF- INIFAP durante el ciclo 2006/2007. La semilla se mantuvo almacenada por casi un año en sobres de papel a una temperatura de 4° C hasta el momento de su siembra.

3.3 Diseño experimental

El experimento de campo se estableció como una serie de experimentos de efectos fecha por variedad, en una estructura 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 longitud y 12.8 m de ancho con calles de separación a 1.5 m entre variedades). Las subparcelas fueron 6 fechas de muestreo en diferentes etapas fenológicas del cultivo (surcos de 10 m de longitud y separación entre camas de 1.60 m) y estuvieron representadas aleatoriamente por un surco, correspondiente a cada uno de los muestreos ó días después de floración (Cuadro 1).

Cuadro 1. Distribución de las unidades experimentales en el campo bajo un diseño de series de experimentos en función de dos fechas de siembra en parcelas divididas. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009.

Fecha de siembra	Variedades	Fechas de muestreo (Días después de floración)					
1 ^a 6 de septiembre de 2008	1. Querétaro	21	28	35	42	49	56
	2. Rendidora	21	28	35	42	49	56
	3. Mahone	21	28	35	42	49	56
	4. Orizaba	21	28	35	42	49	56
	5. Carriceño	21	28	35	42	49	56
2 ^a 16 de octubre de 2008	1. Querétaro	21	28	35	42	49	56
	2. Rendidora	21	28	35	42	49	56
	3. Mahone	21	28	35	42	49	56
	4. Orizaba	21	28	35	42	49	56
	5. Carriceño	21	28	35	42	49	56

3.4 Conducción del experimento y prácticas culturales

3.4.1 Producción de plántula en invernadero.

Para la producción de plántula se establecieron dos fechas de siembra (FS) con manejo similar, la primera correspondiente al 6 de septiembre y la segunda al 16 de octubre de 2008.

La siembra se efectuó en charolas de plástico de 338 cavidades de 13 x 26, las cuales previamente se desinfectaron con cloro en dosis de 1 mL L⁻¹ de agua. Como sustrato se utilizó turba orgánica (“peat-most”) y vermiculita. En cada cavidad se colocó una semilla a 0.5 cm de profundidad. Las charolas se apilaron y se regaron sobre una tarima, cubriéndolas con plástico para acelerar el proceso de germinación, dos días después se destaparon e ingresaron a la nave de invernadero donde permanecieron durante 19 días, así las plántulas al estar listas para el trasplante, se trataron con confidor en dosis de 2 mL L⁻¹ de agua.

3.4.2 Fase de campo.

El trasplante se realizó 22 días después de la siembra (DDS) en terreno preparado de manera tradicional. La densidad de plantas utilizada fue de 31 250 plantas por hectárea, equivalente a 5 plantas por metro lineal de surco.

Antes del trasplante se fertilizó en forma manual con 50% de la dosis, 300-60-60 utilizando como fuente urea y triple 17 dirigido al fondo del surco. El resto se aplicó previo al primer riego de auxilio, a los 22 días después del trasplante (DDT).

Durante el desarrollo del cultivo se hicieron dos aplicaciones preventivas de los insecticidas confidor para problemas de insectos chupadores, en dosis de 1 mL L⁻¹ de agua y dos aplicaciones de agrimec para minador de la hoja (*Liriomyza trifoli*) y gusano del fruto (*Helicoverpa zea*) en dosis de 600 mL ha⁻¹

Para tener un punto de partida en relación a los muestreos que se realizaron cada semana considerando los días después de la floración (DF) se registró el dato de número de plantas que mostraba al menos una flor por planta, al momento de presentarse el 50% más una por parcela, en cada una de las unidades experimentales.

El cultivo se manejo de acuerdo a las recomendaciones del CEVAF para la zona.

3.4.2.1 Etiquetado.

El etiquetado se inició a los 12 DDT, en la variedad más precoz que fue Rendidora, para identificar las estructuras florales mediante la colocación de tramos de hilo color rojo, el cual contrasta con el color de las plantas y flores.

Se procedió a identificar visualmente las estructuras florales con botón abierto y flor desplegada, en fase inicial, y se procedió a etiquetar iniciando con la variedad

Rendidora por su precocidad, posteriormente se etiquetaron en orden de aparición de las estructuras florales las variedades Carriceño, Querétaro y Mahone, finalizando la primer identificación con Orizaba a los 18 DDT, posteriormente se continuo con una segunda vuelta en el mismo orden mencionado anteriormente por variedad, de los 19 a los 23 DDT, etiquetando con hilo de estambre color rosa las nuevas estructuras florales, asegurando tener un número suficiente de frutos para los futuros muestreos.

3.4.2.2 Cultivo mecánico y deshierbes.

A los 25 DDT se dio un cultivo o aporque eliminando el surco muerto, se abrió surco al día siguiente para facilitar el paso del agua de riego. El deshierbe se realizó con azadón eliminando las hierbas que quedaron después del borrado de surco.

3.4.2.3 Fertilización.

Previo al primer riego de auxilio se abrió con azadón a 30 cm aproximadamente paralelo a la cama de siembra y se fertilizó con el 50% restante de urea y triple 17 en cada una de las unidades experimentales.

3.4.2.4 Riegos.

Se dieron en total un riego de asiento en el trasplante y cuatro riegos de auxilio en surco alterno.

3.4.2.5 Cosecha de frutos.

La cosecha de frutos se realizó manualmente según las 6 fechas establecidas para el muestreo: 21, 28, 35, 42,49 y 56 días después de floración (DF). Una vez cosechados los 15 frutos por cultivar se pesaron en báscula electrónica Tororey Modelo MEQ-20 (MEXICO) registrando su peso y dividiéndolo entre 15 para así obtener el peso promedio por fruto. Con el peso medio de fruto se obtuvo el rendimiento de fruto.

3.4.3 Extracción de semilla.

Se efectuó 15 días después de cosechados los frutos. La extracción de semilla se hizo utilizando tela mosquitero donde se tallaron los frutos para facilitar la salida de las semillas, auxiliándose de agua, una vez extraídas se utilizó tela de tul con pequeños orificios que permitieron con facilidad la separación del agua y la semilla, a su vez esto facilitó la fluidez del viento y el secado al medio ambiente.

3.5 Variables respuesta evaluadas en el fruto

3.5.1 Largo, ancho y peso del fruto.

A los 21 DF inició el primero de los seis muestreos de fruto y calidad semilla. Se cortaron 70 frutos identificados con hilo de colores desde floración por variedad, iniciando con Rendidora que fue la variedad que floreció primero. Se formaron 3

submuestras, una de 5 frutos a los cuales se les consideró como una repetición por fruto, se les registraron inmediatamente datos individuales como: Peso del fruto (PF, g), con la báscula electrónica Tororey Modelo MEQ-2, Largo del fruto (LF, mm) y ancho del fruto (AF, mm), ambas variables medidas con vernier. La segunda submuestra de 50 frutos fue útil para determinar el rendimiento de semilla por fruto y por último la tercera submuestra compuesta de 15 frutos para la evaluación de la calidad física y fisiológica de la semilla.

3.5.2 Rendimiento de fruto por hectárea.

Esta evaluación se llevó a cabo al momento de realizar los cortes de fruto, siguiendo las recomendaciones de los productores de la zona a nivel comercial, para cada una de las variedades y fechas de siembra (FS), la parcela útil consistió en un surco de 10 m y 1.60 m entre camas (16 m²), para cada uno de los cultivares. Se recolectaron todos los frutos con tamaño y calidad comercial en cada caso, se pesaron y el dato fue transformado mediante un factor de conversión para expresar la variable en ton ha⁻¹, por corte realizado y rendimiento final. En la primera fecha de siembra se realizaron tres cortes de fruto a los 77, 89 y 105 DDS y en la segunda solo dos cortes a los 64 y 80 DDS, debido principalmente al ataque de enfermedades cenicilla (*Podospaera xanhtii*) que propició una terminación temprana de este ciclo.

3.5.3 Rendimiento de semilla por fruto.

En la segunda submuestra constituida por 50 frutos, se pesaron a la cosecha, y se tomó el dato de peso medio de fruto, se extrajo la semilla 15 días después, almacenándose los frutos en bolsas de papel despacho en un espacio sin control de clima bajo sombra al medio ambiente, (21 ± 5 °C; $45 \pm 10\%$ de humedad relativa). Las bolsas se perforaron en la parte inferior.

La semilla cosechada se secó al ambiente durante 5 a 6 días, se limpió en forma manual y se pesó en una balanza de precisión marca Sartorius CP224S (Alemana), con precisión de 0.0001 g. Para obtener el rendimiento de semilla por fruto, el peso total de la semilla se dividió entre el número total de frutos (50).

3.6 Variables respuesta de calidad de semilla

Para la evaluación de la calidad física de semilla se utilizó semente proveniente del campo de cinco variedades y seis fechas de muestreo.

3.6.1 Evaluación de la calidad física de la semilla.

En la tercera submuestra constituida por 15 frutos se extrajo la semilla como se indicó anteriormente y se formó un solo lote en el cual se determinaron las variables de calidad física y fisiológica.

3.6.1.1 Contenido de humedad de la semilla.

Se determinó el contenido de humedad de la semilla por el método de una etapa recomendado por la ISTA, para ello se utilizaron 3 repeticiones de 50 semillas de cada uno de los seis tratamientos correspondientes a días a recolección: 21, 28, 35, 42, 49 y 56 DF, las cuales se dejaron secar a 130 °C durante 1 h en una estufa Felisa Modelo 293 A (México), utilizándose la fórmula siguiente:

$$(P_2 - P_3 / P_2 - P_1) \times 100 = \% \text{ de humedad (con base en peso húmedo)}$$

En donde:

P_1 = Peso de la caja y su tapa (g)

P_2 = Peso de la caja, tapa y semilla (g)

P_3 = Peso de la caja, tapa y semilla después del secado en la estufa (g)

3.6.1.2 Peso hectolítrico.

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 una balanza de precisión marca Sartorius CP224S (Alemana), con precisión de 0.0001 g, en cada uno de los muestreos. Este procedimiento se realizó en tres repeticiones. El peso hectolítrico (PH) se expresó en kg hL^{-1} .

3.6.1.3 Peso de 1000 semillas.

Para obtener el peso de 1000 semillas (P1000S), se aplicó el procedimiento propuesto por la ISTA (2004). Se contaron ocho repeticiones de 100 semillas cada una por variedad y por muestreo, las cuales se pesaron en una balanza Sartorius CP224S (Alemana), con precisión de 0.0001 g. Se calculó la varianza, la desviación típica y el coeficiente de variación de la siguiente manera:

$$\text{Varianza } (S^2) = [N (\sum X^2) - (\sum X)^2] / N (N-1)$$

En donde:

X= Peso en gramos para cada repetición

N= Número de repeticiones

\sum = Suma

$$\text{Desviación estándar } (S) = \sqrt{S^2}$$

En donde:

S^2 = Varianza

$$\text{Coeficiente de variación } (CV) = (S / \bar{\chi}) \times 100$$

En donde:

(S) = Desviación estándar

$\bar{\chi}$ = Media del peso en 100 semillas

Si el CV no excede de 6 para semillas de pastos, o de 4 para otras semillas, el resultado de la prueba puede ser calculado y aceptado.

El peso de 1000 semillas se obtuvo multiplicando por 10 la media aritmética de las ocho repeticiones.

$$P1000S = \bar{\chi} \times 10$$

3.6.2 Evaluación de la calidad fisiológica de la semilla.

3.6.2.1 Germinación.

Para la prueba de germinación se usaron tres repeticiones de 50 semillas por variedad y por cada muestreo, en un diseño experimental completamente al azar. Las semillas se depositaron en cajas de Petri sobre papel filtro humedecido y se dejaron germinar con iluminación constante, en una germinadora Binder GmbH modelo D 78532 (EEUU) calibrada a una temperatura de 25 a 30 °C y una humedad relativa de 60 a 70 %. Los datos de germinación se tomaron cada 7 días con un total de tres conteos.

3.6.2.2 Vigor.

Se estableció como parámetro de vigor el primer conteo de la prueba de germinación. Barros *et al.* (2002) señalan que el primer conteo de una prueba de germinación puede utilizarse como una prueba de vigor, ya que la velocidad de germinación se reduce como un avance del deterioro de semilla, así al presentarse mayores valores de germinación en el primer conteo pueden considerarse plántulas más vigorosas.

3.7 Análisis estadístico

Los datos se capturaron en la hoja electrónica Excel 2007 (Microsoft, Inc. EEUU). Para el las variables de fruto (PF, LF y AF) y todas las variables de semilla 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. Previo al análisis, los datos de las variables medidas en porcentaje se transformaron con la función arcoseno $\sqrt{x}/100$. Las gráficas se procesaron con la hoja de cálculo Microsoft Excel.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Características y rendimiento del fruto

4.1.1 Características físicas del fruto.

En el Cuadro 2 se presenta un resumen del análisis de varianza para las variables de fruto: Largo (LF), Ancho de fruto (AF) y Peso de fruto (PF).

Cuadro 2. Cuadrados medios y nivel de significancia estadística de variables del fruto estudiadas en cinco variedades de tomate de cáscara. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009.

FV	GL	VARIABLES DE FRUTO		
		LF (mm)	AF (mm)	PF (g)
V	4	689.68**	756.54**	2561.59**
FS	1	12.32 NS	54.83NS	538.00**
VXFS	4	22.43*	45.85*	90.04NS
DF	5	1187.40**	1667.77**	3391.02**
VXDF	20	47.22**	74.19**	247.57**
FSXDF	5	669.09**	1109.49**	1299.85**
VXFSXDF	20	43.93**	49.83**	133.55**
ERROR	110	18.12	24.72	47.26
CV (%)		13.14	12.93	22.54

FV = fuentes de variación; GL= Grados de libertad; LF = largo de fruto; AF = ancho de fruto; PF = peso del fruto; V = variedad; FS = fecha de siembra; DF = días después de floración; CV = coeficiente de variación. ** = altamente significativo ($P \leq 0.01$); * = significativo ($P \leq 0.05$); NS = no significativo.

4.1.1.1 Largo de fruto (LF).

Solo el factor fecha de siembra (FS) no tuvo efectos significativos (NS) sobre la variable LF (Cuadro 2). La interacción VXFS tuvo un efecto significativo ($P \leq 0.05$) y el resto de factores tuvieron un efecto altamente significativo ($P \leq 0.01$) las variedades (V) tuvieron un efecto altamente significativo ($P \leq 0.01$) en las tres variables del fruto. En cuanto a la variable LF destacaron las variedades Querétaro, Mahone y Orizaba mientras que rendidora y Carriceño presentaron los valores más bajos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Comparación de medias (Tukey) de las variables de fruto evaluadas en cinco variedades de tomate de cáscara. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009.

VARIEDAD	VARIABLES DE FRUTO		
	LF (mm)	AF (mm)	PF (g)
QUERETARO	36.5a	43.0a	37.7a
RENDIDORA	29.3b	35.6c	23.7b
MAHONE	34.2a	40.4ab	34.1a
ORIZABA	33.5a	38.8b	33.8a
CARRICEÑO	28.5b	34.3c	23.3b
MEDIA	32.4	38.4	30.5
DMS	3.30	2.90	5.00

LF = largo de fruto; AF = ancho de fruto; PF = peso del fruto; DMS = diferencia mínima significativa. Valores con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$).

Respecto al desarrollo del fruto cosechado en diferentes fechas ó días después de floración (DF), en el Cuadro 4 se puede observar que desde el tercero al sexto muestreo (35, 42, 49 y 56 DF) los frutos expresaron su mayor longitud con 34.4, 36.6, 34.8 y 35.3 mm, respectivamente. El primer muestreo (21 DF) mostró el mínimo valor con 23.8 mm. Esto significa que a partir de los 35 DF, los frutos alcanzan su máximo LF y posteriormente su crecimiento no es estadísticamente significativo.

Cuadro 4. Comparación de medias (Tukey) para las fechas de muestreo ó días después de floración en las variables de fruto estudiadas en tomate de cáscara. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009.

MUESTREO	DF	VARIABLES DE FRUTO		
		LF (mm)	AF (mm)	PF (g)
1	21	23.8c	28.5c	16.2d
2	28	29.5b	34.5b	25.1c
3	35	34.4a	41.4a	34.8ab
4	42	36.6a	43.7a	38.0a
5	49	34.8a	41.0a	33.3b
6	56	35.3a	41.5a	35.7ab
MEDIA		32.4	38.5	30.5
DMS		2.4	2.9	3.9

DF = días después de floración; LF = largo de fruto; AF = ancho de fruto; PF = peso del fruto; DMS = diferencia mínima significativa. Valores con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$).

4.1.1.2 Ancho de fruto (AF).

Todos los factores presentaron diferencias altamente significativas para la variable ancho de fruto (Cuadro 2), excepto FS que resulto NS y la combinación VxFS cuyo efecto fue únicamente significativo ($P \leq 0.05$). En el Cuadro 3 se puede observar que la variedad Querétaro fue diferente estadísticamente al resto de los cultivares con 43.0 mm de ancho, mientras Rendidora y Carriceño presentaron los valores más bajos con 35.6 y 34.3 mm respectivamente. Al igual que en largo de fruto la variable AF desde el tercero y hasta el sexto muestreo (35, 42, 49 y 56 DF) expresaron una longitud similar estadísticamente con 41.4, 43.7, 41.0 y 41.5 mm, respectivamente. Mientras que el primer muestreo (21 DF) tuvo 28.5 mm lo que fue estadísticamente inferior (Cuadro 4). Estos datos corroboran que a partir de los 35 DF el fruto no crece más, ni en largo como se dijo anteriormente, ni en ancho.

4.1.1.3 Peso del fruto (PF).

En lo que se refiere a esta variable, en el Cuadro 2 se puede observar que todos los factores estudiados presentaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) excepto la combinación V x FS que resultó NS.

El peso del fruto (PF) fue afectado directamente por la constitución genética de las variedades evaluadas (Cuadro 3) por lo cual, en los resultados obtenidos, existen diferencias significativas en esta variable, destacando las variedades Querétaro,

Mahone y Orizaba, con un peso de fruto de 37.7, 34.1 y 33.8 g, respectivamente. Las variedades Rendidora y Carriceño mostraron nuevamente los valores más bajos, con 23.7 y 23.3 g, en el orden mencionado.

En cuanto al efecto de la época de desarrollo sobre el peso individual del fruto (PF), en el Cuadro 4 se puede observar que el máximo valor de esta variable se alcanzó 42 DF, que fue estadísticamente similar a los frutos cosechados a los 35 y 56 DF y estas tres fechas fueron superiores a los valores que se encontraron a los 49 DF, es decir, existió una disminución significativa en PF a los 49 DF. Una explicación de este comportamiento puede ser atribuido a un error de muestreo o al ambiente excesivamente seco en el momento de la cosecha, lo que hizo que el fruto se deshidratara y perdiera peso. Puesto que lógicamente, el fruto es inmaduro al principio, y conforme avanza a fases posteriores de desarrollo aumenta en tamaño y peso de forma continua hasta que alcanza la maduración fisiológica.

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 a aquellos que llenaron o incluso rompieron la bolsa (cáliz) de protección y que además tienen una coloración verde-amarillenta. El tamaño y peso de frutos puede ser muy variable, principalmente por el tipo de crecimiento acrópeto de la especie, lo que propicia al mismo tiempo frutos de distintas edades, con una apariencia similar al momento de la cosecha. En esta investigación no se considero el color del fruto o el llenado del cáliz para comparar con los datos de este autor. Sin embargo el

máximo crecimiento (largo, ancho y peso) del fruto se da a los 35 DF, lo que indicaría que a partir de esta fecha se podría hacer la cosecha de los frutos de tomate de cáscara.

En cuanto a las tres variables de características físicas del fruto, solo en la variable PF el factor fecha de siembra (FS) tuvo efectos altamente significativos (Cuadro 2). En el Cuadro 5 se muestra la prueba de medias (Tukey) para el factor FS.

Cuadro 5. Comparación de medias (Tukey) para fechas de siembra en las variables de fruto estudiadas en tomate de cáscara. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009.

FS	VARIABLES DE FRUTO		
	LF (mm)	AF (mm)	PF (g)
FS1	32.2a	38.9a	31.9a
FS2	32.6a	38.0a	29.1b
MEDIA	32.9	38.4	30.5
DMS	1.0	1.1	1.6

FS = fecha de siembra; LF = largo de fruto; AF = ancho de fruto; PF = peso del fruto; DMS = diferencia mínima significativa. Valores con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$). FS1: 06 de septiembre y FS2: 16 de octubre de 2008.

Tomando en cuenta el peso del fruto en relación a la fecha de siembra, destacó la primera FS con un valor de 31.9 g y el valor más bajo fue para la segunda FS con 29.1 g, lo que podría indicar que durante la primera FS existió un mejor ambiente climático y fitosanitario para el desarrollo y fructificación de las plantas de tomatillo. De hecho en la

segunda FS, se observaron fuertes problemas de daño ocasionados principalmente por cenicilla *Podosphaera xanthii*.

El Cuadro 1A del anexo, en el que se comparan las medias Tukey para la interacción variedad por fechas de siembra (VXFS) 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 LF, respectivamente, así como también en AF con 43.8 y 42.3 mm en las FS 1 y 2 respectivamente. Para peso de fruto ocurrió algo similar con 37.4 y 37.9 g respectivamente. Los valores más bajos para estas variables se presentaron en la variedad Carriceño en la primera FS con 27.5 mm de largo de fruto y 33.6 mm de ancho de fruto, mientras que en la segunda FS presentó un valor de 22.0 g para la variable peso de fruto (Cuadro 1A del anexo).

Pérez *et al.* (1994), encontraron que la mejor respuesta en peso de frutos por planta y número de frutos por planta se obtiene modificando las densidades de plantación siendo la mejor una baja densidad de población ($33\ 000\ \text{plantas ha}^{-1}$), que fue una densidad muy similar a la utilizada en este experimento ($31\ 250\ \text{plantas ha}^{-1}$) en contraste con la densidad de $50\ 000\ \text{plantas ha}^{-1}$, estudiada por estos autores.

4.2 Rendimiento de fruto

4.2.1 Rendimiento por hectárea.

Como se describió en la sección de Materiales y Métodos, debido a la forma en que se midió esta variable no fue posible realizar un análisis de varianza para comparar los diferentes factores de estudio.

En el Cuadro 6 se aprecia que la variedad Rendidora, en el corte 1, es superior en rendimiento de fruto y en el corte al final, ocupa el tercer lugar; lo cual implica mayor precocidad en este cultivar. Mientras que el mayor rendimiento final lo obtuvo la variedad Querétaro que fue superior en más de 100% a Mahone, que fue la que presentó el menor rendimiento. Carriceño obtuvo los valores más bajos en los primeros dos cortes y en el tercero estuvo entre los dos mejores, lo que demuestra su característica de tardío. Lo anterior coincide con López *et al.* (1994) quienes al evaluar el rendimiento total de fruto en 60 genotipos de tomatillo, encontraron que los materiales precoces mantuvieron su rendimiento alto gracias a los primeros cortes, igualando estadísticamente a los tardíos que en el sexto corte mostraron un alto rendimiento. Los genotipos mejorados 78MEX05, 66MEX03 fueron sobresalientes en rendimiento total.

Cuadro 6. Rendimiento de fruto de las variedades de tomate de cáscara (Ton ha⁻¹) en la primera fecha de siembra (6 de septiembre de 2008). Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009.

VARIEDAD	CORTES			FINAL
	1	2	3	
QUERETARO	8.0	27.7	17.7	53.4
RENDIDORA	15.8	12.5	8.7	36.9
MAHONE	7.9	8.9	7.5	24.3
ORIZABA	10.2	11.5	16.3	37.9
CARRICEÑO	2.3	8.9	17.5	28.7
MEDIA	8.8	13.9	13.5	36.2

En la segunda FS (Cuadro 7) solo existieron 2 cortes debido al ataque de cenicilla (*Podosphaera xanthii*), por lo cual el rendimiento final de todas las variedades fue en promedio 87% menor al rendimiento final de la primera fecha de siembra. Aunque los rendimientos fueron muy similares, la variedad Carriceño fue la mejor en la segunda FS con un mayor rendimiento entre las variedades cultivadas, además de ser la de ciclo más tardío. La variedad Rendidora se encuentra entre las dos mejores para esta fecha, demostrando su precocidad y adaptación regional.

Cuadro 7. Rendimiento de las variedades de tomate de cáscara (Ton ha⁻¹) en la segunda fecha de siembra (16 de octubre de 2008). Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009.

VARIEDAD	CORTES		FINAL
	1	2	
QUERETARO	3.7	1.0	4.7
RENDIDORA	2.9	2.0	4.9
MAHONE	3.5	1.2	4.7
ORIZABA	3.1	1.4	4.5
CARRICEÑO	3.0	2.1	5.1
MEDIA	3.2	1.5	4.8

4.3 Rendimiento de semilla por fruto

Como ocurrió en la variable rendimiento de fruto, en el rendimiento de semilla por fruto, no fue posible realizar un análisis de varianza para observar el efecto de los factores estudiados debido a la forma en que fue medida esta variable, y que ya fue descrita en la sección de Materiales y Métodos.

En el Cuadro 8 se presenta el rendimiento de semilla promedio por fruto de las dos fechas por variedad, donde destacan Querétaro y Mahone que son de fruto grande con 0.555 y 0.515 g respectivamente, la variedad Rendidora aparece en tercer lugar a pesar de ser de fruto chico con 0.423 g y Carriceño de fruto pequeño con la menor producción de semilla en quinto lugar con 0.311g.

Cuadro 8. Promedio de dos fechas de siembra del rendimiento de semilla (g fruto^{-1}) en diferentes estados de desarrollo, en cinco variedades de Tomate de cáscara. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009.

VARIEDAD	MUESTREOS DE FRUTOS (DF)					
	21	28	35	42	49	56
QUERETARO	0.131	0.176	0.219	0.307	0.407	0.555
RENDIDORA	0.103	0.124	0.258	0.324	0.369	0.423
MAHONE	0.073	0.184	0.227	0.345	0.401	0.515
ORIZABA	0.076	0.170	0.211	0.241	0.281	0.336
CARRICEÑO	0.084	0.099	0.148	0.171	0.216	0.311

DF = días después de floración.

Revisando el promedio por variedad de las dos FS (Cuadro 8) sobresalen las variedades Querétaro y Mahone con los mejores rendimientos de semilla por fruto con 0.555 y 0.515 g respectivamente, mientras los valores más bajos fueron para las variedades Rendidora, Orizaba y Carriceño con 0.423, 0.336 y 0.311g en el orden mencionado.

En el Cuadro 9 se puede observar que el rendimiento aumenta paulatinamente en todas las variedades desde los 21 hasta los 56 DF debido al desarrollo natural y maduración de la semilla con el paso del tiempo. Así el valor más alto en FS1 se obtuvo a los 56 DF con un promedio en la primera FS de 0.456 g. En la segunda FS fue 0.401 g, en el mismo muestreo (Cuadro 9). A los 21 DF se presenta un 13% del total del peso de semilla en ambas FS, a los 35 DF se presenta 43.4% para la primera

FS y 56.8% para la segunda, a los 49 DF aumenta a 74.6 y 82.5% para la primera y segunda FS, respectivamente.

Cuadro 9. Rendimiento de semilla (g fruto⁻¹) en diferentes estados de desarrollo, en cinco variedades de tomate de cáscara y dos fechas de siembra. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009.

VARIEDAD	FS	MUESTREOS DE FRUTOS (DF)					
		21	28	35	42	49	56
QUERETARO	1	0.065	0.146	0.195	0.274	0.404	0.619
RENDIDORA	1	0.076	0.101	0.254	0.372	0.420	0.499
MAHONE	1	0.071	0.139	0.215	0.330	0.379	0.485
ORIZABA	1	0.058	0.163	0.236	0.285	0.300	0.375
CARRICEÑO	1	0.049	0.066	0.091	0.134	0.194	0.301
MEDIA		0.064	0.123	0.198	0.279	0.340	0.456
QUERETARO	2	0.197	0.207	0.243	0.341	0.410	0.492
RENDIDORA	2	0.131	0.148	0.263	0.276	0.319	0.347
MAHONE	2	0.076	0.230	0.240	0.361	0.424	0.545
ORIZABA	2	0.096	0.177	0.186	0.198	0.262	0.298
CARRICEÑO	2	0.120	0.132	0.206	0.209	0.239	0.321
MEDIA		0.124	0.179	0.228	0.277	0.331	0.401

FS = fecha de siembra; DF = días después de floración.

Este incremento constante, contrasta con el aumento del tamaño del fruto que estadísticamente alcanzó su máximo a los 35 DF (Cuadro 4), aunque en el caso de la

variable rendimiento de semilla no podemos llegar a conclusiones apoyados en un análisis de varianza, como ya se ha indicado.

4.4. Calidad de Semilla

4.4.1 Calidad física.

Con relación a las características de calidad física de semillas, en el Cuadro 10 se muestra el análisis de varianza para las variables contenido de humedad y peso hectolítrico.

Cuadro 10. Cuadrados medios y nivel de significancia estadística de las variables de calidad física de semilla en tomate de cáscara. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Contenido de humedad (%)	Peso hectolítrico (kg hL ⁻¹)
V	4	0.933**	316.51**
FS	1	15.031**	2372.93**
VXFS	4	0.476**	157.04**
DF	5	4.743**	2342.75**
VXDF	20	0.143**	41.93**
FSXDF	5	0.262**	98.70**
VXFSXDF	20	0.124**	36.67**
Error	110	0.010	1.10
CV		0.642	2.92

V = variedad; FS = fecha de siembra; DF = días después de floración; CV = coeficiente de variación.

**altamente significativo.

4.4.1.1 Contenido de humedad (CH).

Como se puede observar en el Cuadro 10, en esta variable todos los factores evaluados causaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$).

En el Cuadro 11 se observan los promedios de CH para cada variedad. El contenido de humedad de las semillas de las variedades evaluadas presentó, en promedio, 7.3%; existiendo variación en la comparación de medias (Tukey, $P \leq 0.05$) entre las diferentes variedades de tomate de cáscara. Las variedades Orizaba y Rendidora tuvieron los valores más altos con 7.4% comparadas con el resto de las variedades, mientras que la variedad Querétaro tuvo el valor menor (7.1%).

Cuadro 11. Comparación de medias (Tukey) para variedades en las variables de calidad física de semilla estudiadas en tomate de cáscara. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009.

VARIEDAD	Contenido de humedad (%)	Peso hectolítrico (kg hL^{-1})
QUERETARO	7.1c	36.6b
RENDIDORA	7.4a	38.2a
MAHONE	7.2b	37.2ab
ORIZABA	7.4a	36.9b
CARRICEÑO	7.2bc	30.8c
MEDIA	7.3	35.9
DMS	0.1	1.2

DMS = diferencia mínima significativa, Valores con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$).

En el Cuadro 12 se muestran los valores medios de CH para cada muestreo, Se observa que conforme los días después de floración transcurren, el CH también se incrementa.

De acuerdo con Bradford (2004) el contenido de humedad de una semilla se modifica conforme esta se pone en equilibrio dinámico con el aire que la rodea. El procedimiento seguido en el presente trabajo consistió en determinar el CH de todos los lotes de semilla en una sola fecha, cuando todas las fechas habían sido cosechadas y en parte secadas por lo que las semillas cosechadas a los 21 DF tuvieron más tiempo de exposición al aire secante que las cosechadas a los 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*) que el porcentaje de humedad de las semillas, de frutos cosechados a los 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 avanza, el contenido de humedad decrece.

Cuadro 12. Comparación de medias (Tukey) de las variables de calidad física en los diferentes periodos de extracción de semilla de tomate de cáscara. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009.

MUESTREOS	DF	Contenido de humedad (%)	Peso hectolítrico (kg hL ⁻¹)
1	21	6.83f	23.7f
2	28	7.00e	29.8e
3	35	7.11d	33.3d
4	42	7.30c	38.4c
5	49	7.53b	42.5b
6	56	7.81a	48.0a
MEDIA		7.30	35.9
DMS		0.07	0.80

DF = días después de floración; DMS = diferencia mínima significativa. Valores con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$).

La semilla cosechada en la primera fecha de siembra presentó un CH promedio de 7.0% y la segunda fecha tuvo el valor mayor (7.5%), como se observa en el Cuadro 13, 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.

Cuadro 13. Comparación de medias (Tukey) para fechas de siembra en las variables de calidad física de semilla en tomate de cáscara. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009.

FS	Contenido de humedad (%)	Peso hectolítrico (kg hL ⁻¹)
1	7.0b	32.3b
2	7.5a	39.6a
MEDIA	7.25	35.9
DMS	0.3	0.31

FS = fecha de siembra; DMS = diferencia mínima significativa. Valores con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$).

4.4.1.2 Peso hectolítrico (PH).

En el Cuadro 11 se puede observar que el PH expresó su valor mayor en la variedad Rendidora (38.2 kg hL⁻¹), Moreno (1996) señala que la importancia de evaluar el peso hectolítrico radica en que es un indicador de la calidad física y que un cultivo con deficiencia de nutrimentos y agua, daño por heladas o granizo, plagas y enfermedades, producirá semilla de menor peso. El peso hectolítrico (Cuadro 12) expresó su mayor valor en el último muestreo en semilla de aspecto madura 56 DF con 48.0 kg hL⁻¹; el dato más bajo lo registró 21 DF en semilla tierna 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.

En cuanto al factor FS, en el Cuadro 13 se puede observar que la segunda tuvo 39.6 kg hL⁻¹ con el mejor comportamiento, mientras que la primera FS presentó 32.3 kg hL⁻¹. Esta diferencia de peso a favor de la segunda FS quizá se debió a que se recortó su ciclo reproductivo al presentar daños severos por enfermedades.

4.4.1.3 Peso de mil semillas (P1000S).

En el Cuadro 14 se puede observar que todos los factores tuvieron efectos altamente significativos ($P \leq 0.01$) en la variable peso de mil semillas (P1000S). El coeficiente de variación es bajo, menor a 6.6%, lo que demuestra confiabilidad en los datos para esta variable.

Cuadro 14. Cuadrados medios y nivel de significancia para la variable peso de mil semillas en tomate de cáscara. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Peso de mil Semillas (g)
V	4	0.616 **
FS	1	3.097 **
VxFS	4	0.101 **
DF	5	5.007**
VxDF	20	0.087**
FSxDF	5	0.502**
VxFSxDF	20	0.130**
ERROR	385	0.005
CV%		6.582

V = variedad; FS = fecha de siembra; DF = días después de floración; CV = coeficiente de variación. ** = altamente significativo ($P \leq 0.01$).

Según la prueba de medias de Tukey, en el Cuadro 15 se puede observar que la variedad Rendidora fue la más sobresaliente al presentar el P1000S más alto con 1.12 g no obstante ser junto con Carriceño las variedades de fruto más pequeño y menos pesado en relación al resto de las variedades (Cuadro 3).

Cuadro 15. Comparación de medias (Tukey) para peso de mil semillas en cinco variedades de tomate de cáscara. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009.

VARIEDAD	PESO DE MIL SEMILLAS (g)
QUERETARO	1.08b
RENDIDORA	1.12a
MAHONE	1.03c
ORIZABA	1.04c
CARRICEÑO	0.91d
MEDIA	1.04
DMS	0.03

DMS = diferencia mínima significativa. Valores con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$).

Para el factor FS, en el Cuadro 16 se observa que la segunda FS tuvo el mejor P1000S con 1.12 g comparada con la primera FS que presentó 0.96 g, no obstante que la semilla de la primera FS provenía de frutos de mayor tamaño, lo anterior pudo deberse a un mayor contenido de humedad en la segunda FS.

Cuadro 16. Comparación de medias (Tukey) para fechas de siembra en la variable peso de mil semillas en tomate de cáscara. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008 -2009.

FECHA DE SIEMBRA	PESO DE MIL SEMILLAS
1	0.96b
2	1.12a
MEDIA	1.04
DMS	0.12

DMS = diferencia mínima significativa. Valores con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$).

En cuanto al efecto del factor DF sobre la variable P1000S, en la Figura 1 se observa que el sexto muestreo 56 DF produjo un mayor P1000S 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.

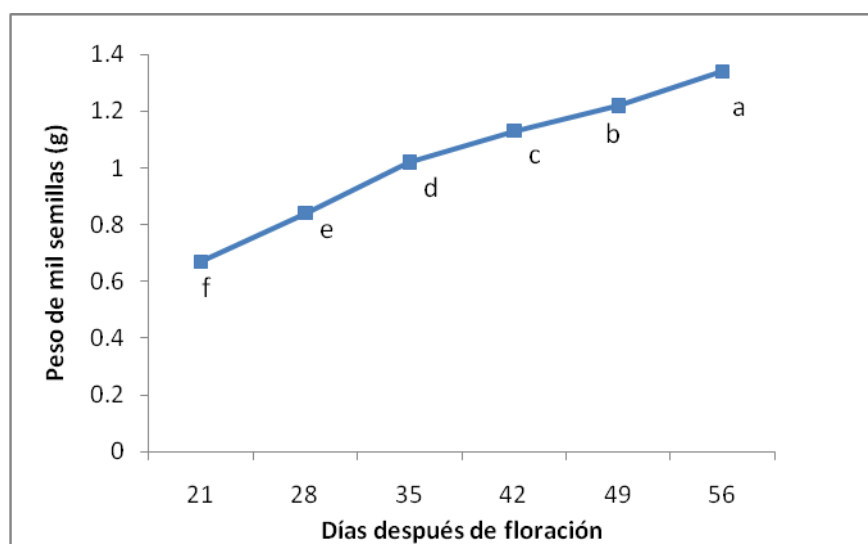


Figura 1. Comparación de medias (Tukey) de la variable peso de mil semillas respecto a los días después de floración, en tomate de cáscara. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009.

Bradford (2004) 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 (Bradford, 2004). Por otro lado, diferentes autores (Copeland y McDonald, 2001) consideran que la máxima acumulación de materia seca se logra cuando la semilla llega a su madurez fisiológica. Sin embargo, en este experimento no se observa 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 (Figura 1). Este comportamiento coincide con lo señalado en la discusión de la variable rendimiento de semilla por fruto (RTO) en la que se indica que el RTO se incrementó constantemente a lo largo del ciclo en la primera fecha de siembra; y contrasta con lo encontrado por Pérez *et al.* (2008) en la variedad Chapingo CHF1 de tomate de cáscara quienes encontraron que el máximo crecimiento de la semilla se observó de 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.

Si se consideran por separado los efectos de los factores estudiados interaccionando sobre la evolución de la variable P1000S podemos observar que, cuando se trata de la combinación FS X DF (Figura 2 y 3), el P1000S en la FS1 tiene un incremento constante durante el desarrollo del fruto expresado por los días después de floración (Figura 2), y en el caso de la segunda FS (Figura 3) el comportamiento de la variable se aproxima más a una curva sigmoide que llega al máximo de crecimiento alrededor de los 35 DF, como sucedió con el crecimiento del fruto. Como se ha indicado ya, en la FS1 existieron mejores condiciones de desarrollo que en la FS2, lo cual quiere decir,

que mientras las condiciones son favorables el crecimiento de la semilla es constante y su detención dependería más bien de los factores que determinarían la senescencia del fruto.

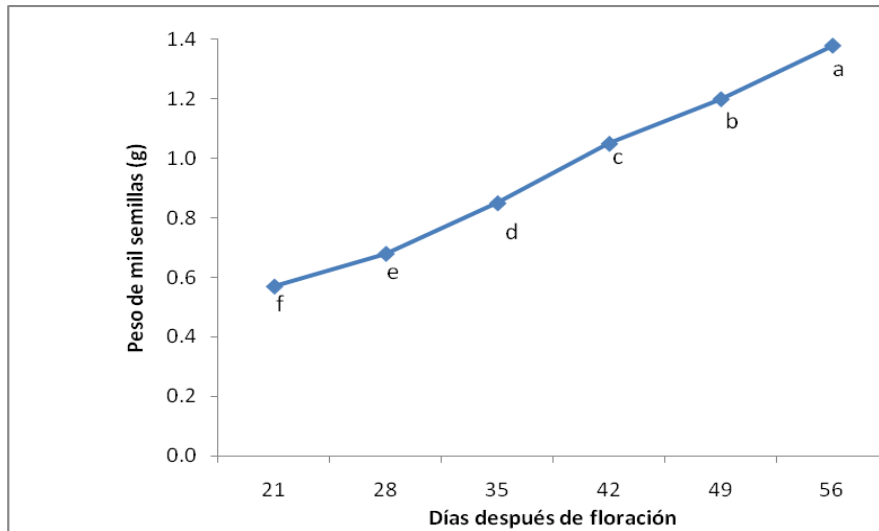


Figura 2. Comparación de medias (Tukey) de la variable peso de mil semillas en función del estado de desarrollo del fruto (días después de floración, DF) para la primera fecha de siembra: 6 de septiembre de 2008. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009.

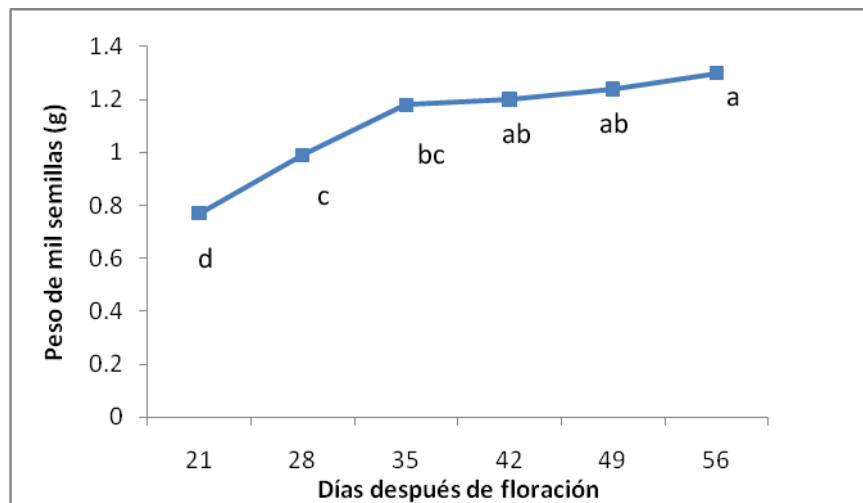


Figura 3. Comparación de medias (Tukey) de la variable peso de mil semillas en función del estado de desarrollo del fruto (días después de floración, DF) para la segunda fecha de siembra: 16 de octubre de 2008. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009.

Cuando se analiza el comportamiento del P1000S en las variedades estudiadas (Figura 4) se podría pensar que dos variedades (Rendidora y Mahone) alcanzarían su máximo valor a los 35 y 42 DF, respectivamente. Lo que pudiera estar relacionado con la precocidad de la variedad Rendidora, ya señalada anteriormente. Así, posiblemente el resto de las variedades seguirían llegando al máximo si los muestreos se hubieran continuado.

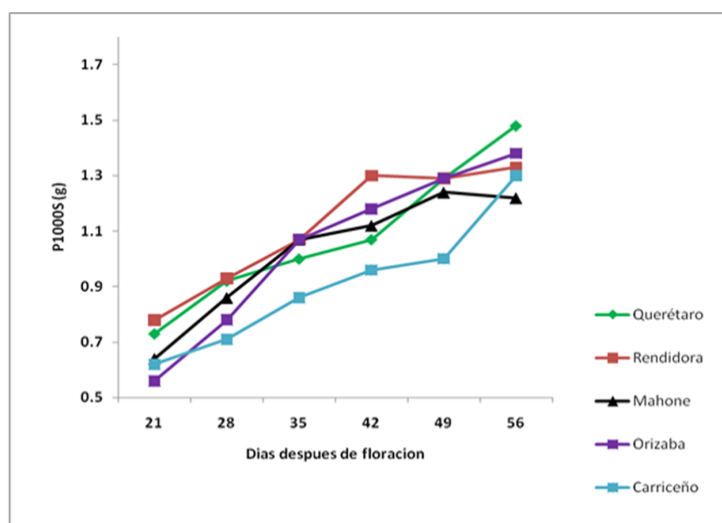


Figura 4. Comparación de medias (Tukey) para la variable peso de mil semillas en función de los días después de floración en las combinaciones VXDF en tomate de cáscara. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009.

4.4.2. Calidad fisiológica.

En el Cuadro 17 se presentan los cuadrados medios para las variables de germinación y vigor en cinco variedades de tomate de cáscara.

Cuadro 17. Cuadrados medios y significancia estadística de las variables de calidad fisiológica de semilla estudiadas en tomate de cáscara. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009.

FV	GL	Germinación (%)	Vigor (%)
V	4	163.72**	156.84**
FS	1	1439.65**	3209.31**
VXFS	4	235.56**	240.28**
DF	5	11243.72**	8982.63**
VXDF	20	228.10**	185.42**
FSXDF	5	543.07**	965.18**
VXFSXDF	20	85.12**	139.88**
ERROR	110	4.08	7.70
CV		3.99	5.94

FV = fuentes de variación; GL = grados de libertad; V = variedad; FS = fecha de siembra; DF = días después de floración; CV = coeficiente de variación. ** = altamente significativo ($P \leq 0.01$).

4.4.2.1 Germinación.

En el Cuadro 17 se observa que todos los factores de variación estudiados tuvieron un efecto altamente significativo ($P \leq 0.01$) sobre la variable germinación.

En el Cuadro 18 se puede observar que la variedad Querétaro, mostró la mejor germinación con 62.8%, estadísticamente similar a Orizaba y Rendidora mientras que la variedad Carriceño tuvo el menor porcentaje de germinación con 55.3%.

En general, los promedios de germinación son inferiores a los encontrados en las normas del SNICS (1975) para jitomate, ya que se incluye la germinación de semillas inmaduras, es decir de las primeras fechas de muestreo donde la semilla germinó en un bajo porcentaje, como se puede observar en el Cuadro 19; donde se encontró la máxima germinación (82.1%) en la semilla muestreada a los 56 DF y la mínima a los 21 DF con 10%. Estos porcentajes de germinación relativamente bajos pudieron ser ocasionados por que 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.

Cuadro 18. Comparación de medias (Tukey) para variedades en las variables de calidad fisiológica de semilla en tomate de cáscara. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009.

VARIEDAD	Germinación (%)	Vigor (%)
QUERETARO	62.8a	55.1a
RENDIDORA	61.3ab	54.5a
MAHONE	59.2b	54.6a
ORIZABA	61.6ab	55.4a
CARRICEÑO	55.3c	49.3b
MEDIA	60.0	53.8
DMS	1.85	2.80

DMS = diferencia mínima significativa. Valores con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$).

Cuadro 19. Comparación de medias (Tukey) para diferentes periodos de extracción de semilla en las variables de calidad fisiológica en tomate de cáscara. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009.

MUESTREOS	DF	Germinación (%)	Vigor (%)
1	21	10.0f	9.3d
2	28	44.2e	39.5c
3	35	69.6d	65.3b
4	42	75.8c	70.6a
5	49	78.4b	67.2b
6	56	82.1a	70.8a
MEDIA		60	53.8
DMS		2.1	3.3

DF = días después de floración; DMS = diferencia mínima significativa. Valores con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$).

De manera general, conforme transcurren los DF, la calidad física y fisiológica mejoran, debido a que en cada muestreo se aproxima la madurez fisiológica de la semilla. 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 un mayor número de plántulas anormales.

La comparación de medias para el factor fechas de siembra (FS) mostrados en el Cuadro 20, indican que la primera FS tuvo el mejor comportamiento en germinación con 64.5%, significativamente diferente a la segunda FS la cual presentó una germinación de 55.6%, aunque ambos valores fueron inferiores a la norma (80%) según el SNICS (1975).

Cuadro 20. Comparación de medias (Tukey) para fechas de siembra en las variables de calidad fisiológica de semilla en tomate de cáscara. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa.

FS	Germinación (%)	Vigor (%)
1	64.5a	60.7a
2	55.6b	46.8b
MEDIA	60.0	53.8
DMS	0.83	1.28

DMS = diferencia mínima significativa. Valores con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$).

4.4.2.2 Vigor.

En el Cuadro17 se muestra que todos los factores estudiados causaron un efecto altamente significativo sobre el vigor de la semilla, la comparación de medias Tukey para el factor variedades (Cuadro 18) señala a los cultivares Querétaro, Rendidora, Mahone y Orizaba como los mejores con 55.1, 54.5, 54.6 y 55.4% de germinación al primer conteo, respectivamente. Solo la variedad Carriceño presentó el menor porcentaje en esta variable, con 49.3%.

En el caso del factor días después de floración (Cuadro 19), la comparación de medias mostró que la semilla cosechada a los 56 DF, tuvo el mejor comportamiento, con 70.8% de semillas germinadas al primer conteo; el valor más bajo obtenido fue para 21 DF, con 9.3% de semillas germinadas.

La comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$) para el factor FS (Cuadro 20) mostró, que la primera FS tuvo el mejor vigor, con 60.7% de semillas germinadas al primer conteo; el valor más bajo fue para la segunda FS, con 46.8% de semillas germinadas.

En la primera FS se obtuvo mayor calidad fisiológica, debido a que las condiciones climáticas fueron apropiadas para el cultivo, respecto a temperaturas y fotoperiodo. En la segunda fecha de siembra se presentaron una gran cantidad de enfermedades que hicieron que el ciclo se acortara y las plantas estuvieran bajo estrés lo cual pudo afectar a la semilla, la segunda FS tuvo menor tiempo de exposición en campo y se acortó su ciclo de producción.

Los resultados anteriores 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 primera FS y mayor calidad fisiológica en la segunda. Estos autores atribuyeron que la mayor calidad física se obtuvo en la segunda FS debido a que el cultivo completó satisfactoriamente su ciclo vegetativo y las condiciones climatológicas permitieron un mayor llenado de semilla; mientras que la mayor calidad fisiológica la

atribuyen a la precocidad del ciclo vegetativo del cultivo, a la menor incidencia de plagas y enfermedades en campo, y a la menor disponibilidad de humedad respecto a la primera fecha; por otra parte, Félix *et al.* (2005) señalan que en otros países se consignó a *P. xanthii* como el agente causal de la cenicilla en especies de las familias cruciferae, malvaceae, Leguminosae y Solanaceae entre ellos el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), el tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) y el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), que son de importancia económica en Sinaloa.

Apodaca *et al.* (2008), indican que la cenicilla, causada por el hongo *Oidium* sp., es una de las enfermedades más comunes en la etapa de fructificación y corte de tomatillo. Su ataque disminuye el rendimiento y la calidad de la cosecha hasta 50%. La cenicilla se manifiesta en forma de polvo blanquecino, primeramente en las guías, peciolo y en ambas superficies las plantas muestran senescencia prematura, lo que expone los frutos al daño por el sol; esto a su vez disminuye el rendimiento y la calidad de la producción (Zitter *et al.*, 1996). Por lo anterior, es importante que se realicen estudios relativos a la identificación del agente causal de la cenicilla en estos cultivos, ya que este conocimiento epidemiológico puede ser de importancia relevante para el manejo de *P. xanthii*. En Sinaloa se carecen de estudios sobre la variación patogénica de *P. xanthii*, información que resulta también fundamental para el establecimiento de programas de mejoramiento genético, enfocado hacia la búsqueda de resistencia durable a esta enfermedad, las severas epifitias de *P. xanthii* son frecuentes en cultivos de gran importancia económica para la región por lo que se justifica plenamente la caracterización de dicha variación Félix *et al.*, (2005).

V. CONCLUSIONES

1. La fecha de siembra del 6 de septiembre de 2008 produjo los mayores rendimientos de fruto y semilla y la mejor calidad fisiológica de la misma en los 5 cultivares estudiados, respecto a la fecha de siembra del 16 de octubre. El desarrollo del cultivo sembrado en la segunda fecha de siembra fue sometido a condiciones climáticas menos favorables e interrumpido por el ataque de enfermedades.
2. En promedio el fruto de tomate de cascara deja de crecer a los 35 días después de la floración, por lo que los cortes comerciales de fruto se pueden dar desde ese periodo.
3. La variedad Querétaro produjo, en la primera fecha de siembra, un rendimiento de fruto y semilla mayor que el resto de las variedades por lo que se podría recomendar ampliamente su uso en el Valle del Fuerte. La variedad Rendidora fue la más precoz y produjo semilla con la mayor calidad, tanto física como fisiológica.
4. El último muestreo realizado en frutos (56 días después de floración) mostró los mejores indicadores de calidad física y fisiológica de semilla. Sin embargo la cinética de crecimiento de la semilla indicaría que esta no alcanzó su madurez fisiológica por lo que se recomendaría en otro trabajo, realizar observaciones más allá de esa fecha.

VI. LITERATURA CITADA

- Aguilar, L. Ma. G.; Aguilar, V. A. 2000. Cambios físicos y químicos en frutos de siete variedades de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en postcosecha. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. UACH. Chapingo. México. 83 p.
- Apodaca-Sánchez, M.A., Barreras-Soto, M. A., Cortez-Mondaca, E y Quintero-Benítez, J.A. 2008. Enfermedades del Tomate de Cáscara en Sinaloa. INIFAP.CIRNO. Campo Experimental Valle del fuerte. Folleto técnico No. 31.Los Mochis, Sinaloa, México. 32 p.
- Ayala, G. O. J., J. M. Pichardo G., J. A. Estrada G., J. A. Carrillo S., A. Hernández L. 2006. Rendimiento y calidad de semilla de frijol ayocote en el Valle de México. Agricultura Técnica en México 32:313-321.
- Azorin, R. M. 1997. Comportamiento del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en un suelo salino del municipio de Atenco, Edo. de México. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. UACH. Chapingo. México. 87p.
- Barbedo, C. J., Nakagawua, J., Barbedo A.S.C., Zanin, A.C.W. Influencia da idade e do periodo de repouso pós-colheita de frutos de pepino cv, Rubi na qualidade fisiológica de sementes Horticultura Brasileira, Brasília, v12, n2, p14-18,1994.
- Barros D. I., H. Veras N., H.; D. Cunha F.,M. Carmen B. 2002. Comparacao entre testes de vigor para avilacao da qualidade fisiológica de sementes de tomate. Revista Brasileira de sementes 24 (2): 12-16
- Basu R. N. 1995. Seed viability. *In*: Seed quality: basic mechanisms and agricultural implications. A. S. Basra (ed.). Food Products Press, New York, U.S.A. pp 1-44.
- Berjak P, W Vertucci C and W Pammenter N. 1993. Desiccation- sensitive (recalcitrant) seeds: effects of developmental status and dehydration rate on characteristics of water and desiccation- sensitivity in *Camellia sinensis*. Seed Science Research 3: 70-82.
- Bewley, J. D. 1997. Seed germination and dormancy. The Plant cell 9(7): 1055-1066.
- Bradford K. J. (2004). Seed production and Quality. 1st. edition Departament of vegetable crop and weed science . University of California. Davis, USA. 134
- CEVAF, 2002. Guía para la asistencia técnica agrícola del Valle del Fuerte, Sinaloa SAGARPA. INIFAP pp. 145.

- CAEZACA, 1981. Guía para la asistencia técnica agrícola en Zacatepec. SARH. INIA. CIAMEC. Pp. 81-86.
- Cartujano, E. F. 1984. Desarrollo y fenología del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) var. Rendidora. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. UACH. Chapingo. México. 79 p.
- Copeland O. L. 1976. Principles of seed science and technology. Burgess Publishing Company. Minnesota, U.S.A. 343 p.
- Copeland O. L. and M .B. McDonald. 1995. Principles of seed science and technology. Third edition. Chapman and Hall. New York, N.Y. U.S.A. 409 p.
- Copeland O.L. and M. B. McDonald. 2001. Principles of Seed Science and Technology. 4th edition. Kluwer Press. New York. USA. 488 p.
- Cruz G.R.A. 1991. Producción y manejo post-madurez de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) Tesis M.C. Centro de Genética. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. 155 p.
- Cruz L., B. 2001. Fertilización y manejo de cosecha en la producción de fruto y semilla de tomate de cáscara. Tesis de M.C. IREGEP. Colegio de Postgraduados, montecillo, México. 95 p.
- Cruz C., P. O. 1994. Determinación del periodo óptimo de extracción de semilla de tomate de cáscara (*Physalis Ixocarpa* Brot.), Var. Rendidora. Tesis profesional. Departamento de Fitotecnia . UACH. Chapingo, México. 80 p.
- Desai BB, P.M. Kotecha and DK Salunkhe. 1997. Seeds handbooks: biology production, processing and storage. Marcel Dekker, Inc. New York, USA. 626 p.
- De Souza D. V., D. Cunha F, D Dosantos P, F. Branco R. y M Carmen B, 2006. Qualidade fisiológica de sementes de tomate em funcao da idade e do armazenamento pós- colheita dos frutos. Revista Brasileira de sementes, vol.28, no. 3, p.87-93, 2006.
- Dornbos, D. L. Jr. 1995. Seed vigour. *In*: Seed Quality: Basic Mechanisms and Agricultural Implications. A. S. Basra (ed.). Food Products Press. New York. U.S.A. pp. 45-80.
- Félix G. R., M.A. Apodaca S., M. C. Martínez V., S. Espinoza M. 2005. Podosphaera (sect. Sphaerotheca) Xanthii (Castagne) u. Brawn y n. Shishkoff en Cucurbitaceas en el norte de Sinaloa, México. Revista mexicana de fitopatología, julio – diciembre, año/vol. 23, número 002, Sociedad mexicana de fitopatología, A. C. Ciudad Obregón, México, pp. 162-168.

- Gallardo K, C Signor, J Vandekerckhove, D Thompson R and J Burstin. 2003. Proteomics of *Medicago truncatula* seed development establishes the time frame of diverse metabolic processes related to reserve accumulation. *Plant Physiology*, 2003: 664-682.
- Garzón T., JA.; AR Garay 1977. Los cultivos de tomate de cáscara y calabacita en el estado de Hidalgo. SARH. INIA. CIAMEC. No. 58. 8p.
- Güemes G., M. J. 1999. Producción de semilla de tomate de cáscara variedad rendidora en el estado de Morelos. En 500 tecnologías llave en mano. División agrícola Tomo II Ed. SAGAR. INIFAP. Pp.102-103.
- Hartmann, H. T. y D. E. Kester. 1998. Propagación de Plantas. Sexta Reimpresión. Compañía Editorial Continental. México, D.F. 760 p.
- Hernández M., J.; L. Hernández T. 1995. Tratamientos para romper la latencia en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot). Material Tamazula. Tesis profesional. Dpto. de Fitotecnia. UACH. Chapingo, México. Pp 15-20.
- Hernández L., A. 2003. Apuntes del curso de Análisis de Semillas. (SEM-601). Programa de Semillas (PROSEM). IREGEP. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. (inédito).
- International Seed Testing Association (ISTA). 2004. International Rules for Seed Testing. Rules 2004. ISTA editions, Zurich, Switzerland 243.
- Islam MS. 2001. Sucrose metabolism in domesticated cherry tomato, *Lycopersicon esculentum* var. cerasiforme Alef., and purification of sucrose synthase. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 76: 40-47.
- Jianhua , Z. and M. B. McDonald. 1997. The saturated salt accelerated aging test for small-seeded crops. *Seed Science and Technology* 25(1): 123-131.
- Kigel and Galili. 1995. Seed development and germination. Marcel Dekker Inc. New York. 847 p.
- Kobayashi T, K Higashi and H. Kamada. 2003. 4- Hydroxybenzyl alcohol accumulates in flowers and developing fruits of carrot and inhibits seed formation. *Journal of plant Physiology* 607: 19-25.
- López M., R.: J. F. Santiaguillo H.: A. Peña L.; J.A. Cuevas S.; J. Sahagún C. 1994. Evaluación de 60 colectas de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*, Brot.) en Chapingo, México. *Revista Chapingo*, 1994. Serie Horticultura 2: 131-134.
- Macías, R. F. J. 1995. Propiedades físicas y estructurales del fruto de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) y cambio por daño mecánico, cosecha y

- almacenamiento. Tesis de Maestría. Especialista en Horticultura. Departamento de Fitotecnia. UACH. Chapingo. México. 41 p.
- Magaña, B. W. 1994. Manejo postcosecha en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.): efecto de cortes y empaque. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. UACH. Chapingo. México. 101 p.
- Maguire J. D. 1962. Speed of germination. Aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. *Crop Science* 2: 176 -177.
- Matilla A J. 2000. Ethylene in seed formation and germination. *Seed science research* 10: 111- 126.
- Matilla, A. J. 2008. Desarrollo y germinación de las semillas. *In: Fundamentos de Fisiología Vegetal*. J. Azcon-Bieto y M. Talón (eds.). Editorial McGraw-Hill Interamericana. Madrid España. Pp. 537-558.
- Montelongo, G. J. J. 1995. Diseño de un equipo para el beneficio de semilla de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Tesis de Licenciatura. DIMA. UACH. Chapingo. México. 149 p.
- Moreno M., E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Instituto de Biología. U.N.A.M. México. 387 p.
- Moreno; Torres. 1996. Evaluación de fertilizantes orgánicos en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) variedad de CHF1- Chapingo. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. UACH. Chapingo. México. 86 p.
- Mulato, B. J. 1984. Desarrollo y fenología del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) variedad rendidora en la región de Zacatepec, Morelos. II Dinámica del desarrollo en base a los muestreos en pie e investigación del sistema radical. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. UACH. Chapingo. México. 116 p.
- Olivera de los Santos, 1984. Tratamientos para controlar la latencia en tomate de cáscara (*Physalis* spp). Tesis profesional. Departamento de Fitotecnia. UACH. Chapingo, México. 84 p.
- Orduña M., O. E. 1989. Germinación en tomate de cáscara (*Physalis Ixocarpa* Brot). Tesis profesional. Departamento de Fitotecnia. UACH. Chapingo, México. 74 p.
- Osuna H., M.; A. Peña L.; R. A Cruz G.; L.M. Serrano C. 1992; Manejo postcosecha de tomate de cáscara (*Physalis Ixocarpa* Brot.) para producción de semilla. *Revista Chapingo* 78: 82-85.

- Ohto MA, SL Stone and JJ Harada. 2007. Genetic control of seed development and seed mass. *In: Seed development, dormancy and germination* K.Bradford and H. Nonagaki. Blackwell publishing. Iowa, USA. Pp: 1-49.
- Pérez, C. I., V. González H., J. C. Molina M., O. J. Ayala G., A. Peña L. 2008. Efecto del desarrollo y secado de semilla de *Physalis ixocarpa* Brot en germinación, vigor y contenido de azúcares. *INCI*, oct. 2008, vol. 33, no. 10, p. 762-766. ISSN 0378-1844.
- Pérez, G. M., F. Márquez, S.; Peña, L. A. 1997. Mejoramiento genético de hortalizas. Departamento de Fitotecnia. 1ª. ed. UACH. Chapingo. México. 380 p.
- Pérez G. M., F. Márquez S., J. Sahagún C., A. Peña L. 1994. Mejoramiento genético de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.): selección y evaluación para concentración y precocidad de cosecha. *Revista Chapingo* 2: 119-124.
- Pérez, M., L. y J. Granados A. 2001. Fertilización nitro-fosfórica en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) de riego en Irapuato. Guanajuato, México. *Acta Universitaria* 11: 19-25.
- Pereira, F.P. producao e qualidade de semente de tomate em funcao do fruto e da orden de fructificao na planta. 2004.101f. Dissertacao (mestrado em fitotecnia) Universidade federal de vicoso, vicoso, 2004.
- Peña L. A. , J.F. Santiaguillo H, D. Montalvo H, M. Pérez G. (1997); Intervalos de cosecha en la variedad CHF1- Chapingo de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.).*Rev. Chapingo S. Hort.* 3(1):31-38
- Peña L.A. Y J.F. Santiaguillo H. 1999. Variabilidad genética de tomate de cáscara en México. Boletín técnico No. 3, Enero de 1999. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo. Edo. de México. 16 pp.
- Ponce DG, LJ Pérez F, C Pelayo Z y E Bózquez M. 1972. El proceso de senescencia. *Ciencia* 45: 121-126.
- Roberts EH. 1973. Predicting the storage life of seeds. *Seed Science and Technology*. 1:499-514.
- SAS Intitute. 2002. User guide. The SAS System software for Windows realse 9.0. SAS Institute, Cary N.C. USA).
- Serrano, A. A. D. 1998. Determinación del intervalo óptimo de cosecha y descripción fenológica de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) tipo salamanca. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. UACH. Chapingo. México. 54 p.

- Saray M., C. R., 1982. Importancia de la precosecha (calentamiento) en el rendimiento del tomate de cáscara (*Physalis Ixocarpa* Brot.). Tesis de M.C. Centro de Genética. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. Pp. 9-23.
- Saray, M. C. R.; Loya R. J. 1977. El cultivo del tomate en el estado de Morelos. INIA-CIAMEC. Circular Núm. 57. Chapingo, México. 24 p.
- Secretaria de Economía SNIIM (2009) <http://www.siap.gob.mx>
- SIAP. (2009). Anuario del Sistema integral de información agroalimentaria y pesquera. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) OEIDRUS (en línea) Disponible en: <http://www.siap.gob.mx> (Consultado 10-diciembre-2009).
- SNICS. 1975 Normas para la certificación de semillas. Secretaria de Agricultura y Ganadería. Dirección General de Agricultura, México, D.F. pág. 39 y 40.
- Taboada M.S. y R. Oliver G. (eds) 2004. Cultivos alternativos en México. Primera Edición. Editorial AGT Editor, S.A. México, D.F. 169 P.
- Verdejo, R. 1987. Caracterización de la variedad de tomate de cáscara "Rendidora" (*Physalis ixocarpa* Brot.) Para su mejoramiento genético en Chapingo, México. Tesis de Licenciatura de la Universidad Veracruzana. 102 p.
- Walters C, LM Hill and LJ Wheeler, 2005. Dying While Dry: Kinetics and Mechanisms of Deterioration in Desiccated Organisms. *Integrative and Comparative Biology* 45:751-758.
- Zitter, T.A., Hopkins, D. L., and Thomas, C. E. (Eds). 1996. Compendium of cucurbit diseases, APS Press. St. Paul, Minnesota, USA. 87 p.

VII. ANEXOS

Cuadro 1A. Comparación de medias (Tukey) para la combinación Variedades-Fechas de Siembra (VxFS) en variables de fruto en tomate de cáscara. Campo Experimental Valle del Fuerte, Sinaloa. Ciclo 2008-2009.

VARIEDAD	FECHA DE SIEMBRA	LF (mm)	AF (mm)	PF (g)
QUERETARO	1	35.9a	43.8a	37.4a
QUERETARO	2	37.1a	42.3ab	37.9a
RENDIDORA	1	29.8bc	36.0bc	24.7bc
RENDIDORA	2	28.8bc	35.2bc	22.8bc
MAHONE	1	34.5ab	42.0ab	35.9a
MAHONE	2	34.0ab	38.8abc	32.2ab
ORIZABA	1	33.abc	38.9abc	36.9a
ORIZABA	2	33.7ab	38.8abc	30.6abc
CARRICEÑO	1	27.5c	33.6c	24.6bc
CARRICEÑO	2	29.5bc	35.1bc	22.0c
MEDIA		32.4	38.4	30.5
DMS		6.0	7.2	10.0

LF = largo de fruto; AF = ancho de fruto; PF = peso del fruto DMS = diferencia mínima significativa. Valores con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$)