

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y
AGROPECUARIAS

DIVISIÓN DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



“CALIDAD DE FRUTO EN 12 POBLACIONES SILVESTRES DE JITOMATE
Solanum lycopersicum L var. cerasiforme (Dunal) DEL OCCIDENTE DE
MÉXICO”

Modalidad de Titulación Tesis e Informes

OPCION TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTA:

C. MYRIAM ELIZABETH GÓMEZ MORALES

LAS AGUJAS, ZAPOPAN, JAL. ENERO DE 2012

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y
AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERO AGRÓNOMO
COMITÉ DE TITULACIÓN



DEDICATORIAS

Principalmente a Dios por permitirme concluir una de mis metas. Solo tu fuiste testigo de esos momentos difíciles en los que sentía que ya no podía mas, siempre estuviste ahí para levantarme te dedico cada uno de mis esfuerzos que hoy se han convertido en satisfacciones.

A mis Padres: Ángel Gómez y Carolina Morales mi ejemplo de vida mi mas grande orgullo, por siempre estar conmigo, por su amor que me hacen sentir todos los días, por cuidarme brindarme una excelente educación les debo absolutamente todo lo que soy. Por ser los mejores Papas del mundo y mantener unida esta gran familia aun en los momentos difíciles, pero son muchos mas los momentos felices que hemos compartido. Les dedico este logro que es uno de los muchos que están por venir los Amo con todo mi corazón y siempre los llevo conmigo.

Al amor de mi vida: Alejandro García a quien le debo mucho de la felicidad en estos últimos 4 años y espero en Dios que sean muchos mas, por siempre estar a mi lado, por tu amor, tu paciencia y optimismo por estar todos los días pendiente de mi, cuidándome y protegiéndome dándome siempre lo mejor y motivarme a tener una mejor preparación profesional. A ti mi amor te dedico una de las metas más importantes y digo una porque hay muchas más por cumplir. Te Amo

A mis hermanas: Elvia, Adriana y Angélica mis mejores amigas porque juntas hemos vivido momentos inolvidables, aunque cada una tiene su propia personalidad coinciden en algo, en ser excelentes mujeres, guerreras, inteligentes y muy trabajadoras. Comparto con ustedes este proyecto de tesis es una muestra de lo que he aprendido de ustedes y de lo mucho que las quiero nunca se aparten de mi que yo nunca lo hare de ustedes.

A mis Sobrinos: Carolina, Fernanda, Mariana, Paola y Ángel: Quienes llegaron a poner aun mas alegría a la familia a ustedes, que siempre hay algo nuevo que aprenderles, por ser tan auténticos, inteligentes y ocurrentes por ese amor a la vida. Les dedico este proyecto para que sea un ejemplo a seguir en su futuro. Recuerden que siempre estaré aquí para apoyarlos y escucharlos cuando me necesiten los quiero muchísimo.

Pilar y Roció: Mis primas y mejores amigas con las que he compartido gran parte de mi vida, por estar ahí apoyándome, saben que siempre cuentan conmigo como también se que yo cuento con ustedes las quiero mucho.

Mis Cuñados: Mario por ser un excelente amigo, que digo mi amigo mi hermano, por estar siempre en las buenas y en las malas y compartir momentos únicos. Primitivo por ser parte de los momentos importantes en la familia.

A Saúl Beltrán un ángel un amigo: Aunque ya no estés entre nosotros toda mi vida tendrás un lugar especial en mi corazón, por los años que compartimos risas, llanto, canciones, lugares, familia, amigos. Y si por azares de la vida nos distanciamos antes de tu partida, ya no tuve la oportunidad de hablarte ni abrazarte, pero se que sabes perfectamente que nunca me olvido ni me olvidare de ti.

A mis amigos: Que de alguna forma u otra siempre han estado presentes tal vez no físicamente, pero si en mis pensamientos, por esas etapas tan inolvidables y únicas también va para ustedes en donde quieran que se encuentren.

Una dedicatoria especial para Ma. Cruz Arriga Ruiz: Aparte de ser una excelente maestra con una gran trayectoria también eres una gran persona y amiga, con esa gran generosidad siempre ayudando y buscar el bienestar de todas las personas. Por estar desde un inicio constante y al pendiente de mí y

de mi tesis eres parte fundamental para que haya culminado este trabajo y como dicen "si se pudo". Te quiero y te respeto mucho.

A mis Maestros: Que a lo largo de mi carrera se dio una amistad Dr. Eduardo Rodríguez Guzmán, Dra. Cecilia Neri, Ing. Jorge Galindo, Cecilia Jiménez, Jorge Gobora, Maestra Nena, Maestro Adolfo, Dr. Galindo, Miguel Merlos, Ing. Juan Ruíz Montes (E.P.D) Ing. Cárabes, Ing. Carlos Aguirre. He aprendido mucho de ustedes, espero que la amistad siga por muchos años más. Una disculpa si me he olvidado de alguien pero saben que siempre los llevo en mi corazón.

Y por ultimo a kamylo: Que aunque es la mascota, para mi es un miembro mas de mi familia, es un perro hermoso que con su compañía y sus desveladas junto conmigo, sus muestras de amor, su obediencia por ser tan agradecido a llenado nuestras vidas de mas felicidad.

AGRADECIMENTOS

Principalmente a Dios por darme vida, salud y fortaleza, por nunca soltarme de su mano, guiar mis pasos y poner en mi camino a personas tan importantes y valiosas para mí, que sin ustedes no hubiera sido posible culminar con mi proyecto de Tesis. Gracias Dios por permitirme compartir esta gran satisfacción.

Un agradecimiento a SINAREFI y al Ing. Enriqueta Molina Macías, por su colaboración y apoyo económico para llevar a cabo esta investigación.

De manera muy especial expreso mi agradecimiento a M.C Ma. Cruz Arriaga Ruiz por su esfuerzo, dedicación, conocimientos y sobre todo su amistad desde el inicio de mi carrera el cual aprecio mucho. Con su motivación y entusiasmo me impulsa a seguir adelante aun en los momentos difíciles. Gracias Maricruz por ser parte de mi formación profesional y personal.

A mi asesor Dr. Eduardo Rodríguez Guzmán, por brindarme sus conocimientos, asesoramiento y dedicar parte de su tiempo en todo el trascurso de la tesis especialmente en esta última etapa. Gracias Maestro por su invaluable apoyo y amistad.

A la Dr. Cecilia Neri Luna mi asesora: A quien agradezco infinitamente por sus innumerables sesiones de trabajo en las cuales me instruyo y estuvo siempre al pendiente demostrando su interés, apoyo y amistad. Muchas gracias por los conocimientos que me brindaste.

A mis Sinodales: M.C Josefina Leticia Fregoso F. M.C Luis Arellano, M.C Eduardo Rodríguez Díaz por su dedicación, tiempo y compromiso

Nuevamente a la M.C. Josefina Leticia Fregoso Franco por permitirnos utilizar las instalaciones del Laboratorio de Suelos del CUCBA gracias por su disponibilidad y apoyo.

Mis más sinceros agradecimientos al Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara por ser la base de mi formación académica.

Agricultores y Productores de la región de Occidente de la Republica por su aportación desinteresada para poder ubicar e identificar los sitios donde se encontró esta planta de jitomate silvestre *Solanum lycopersicum* variedad cerasiforme. A los alumnos de servicio social, quienes también estuvieron apoyando y colaborando en este proyecto.

A mi Familia el regalo más hermoso que Dios me pudo entregar le estoy infinitamente agradecida a mis Padres por su gran esfuerzo por siempre brindarme lo mejor, por su confianza y amor incondicional. A mis hermanas que en todo momento he contado con ellas gracias por su amor y su apoyo. A mis sobrinos que con su alegría y amor me motivan a seguir adelante día con día.

A una persona muy importante en mi vida mi esposo Alejandro, que es mi motor y motivación. Gracias por tu amor, confianza, esfuerzo incansable, por creer en mi, por apoyarme en todo momento tanto en mi vida personal como profesional gracias por ser parte fundamental para poder concluir esta gran meta. Te Amo.

INDICE

DEDICATORIAS.....	III
AGRADECIMIENTOS	VI
INDICE DE CUADROS.....	XI
INDICE DE FIGURAS.....	XV
RESUMEN.....	XVII
I. INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO.....	4
HIPÓTESIS.....	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
TAXONOMÍA, ORIGEN Y DOMESTICACIÓN	5
MORFOLOGÍA	9
CONDICIONES CLIMÁTICAS PARA EL JITOMATE SILVESTRE	12
COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VALOR NUTRITIVO DE FRUTAS Y HORTALIZAS	13
<i>Agua</i>	13
<i>Componentes Volátiles</i>	13
<i>Licopeno</i>	14
<i>Vitaminas y minerales</i>	15
FISIOLOGÍA Y BIOQUÍMICA.....	16
<i>Desarrollo fisiológico</i>	16
<i>Transformaciones químicas durante la maduración</i>	17
Frutos.-.....	17
Color.-	17
Carbohidratos.-	18
Sólidos Solubles Totales (°Brix).-	18
Ácidos Orgánicos.-	19
pH.-	19
RECURSO FITOGENÉTICO Y CONSERVACIÓN.	20
VALORACIÓN Y GESTIÓN DE LA CALIDAD	22

<i>Criterio de calidad.</i> -.....	22
<i>Aspecto.</i>	23
<i>Valor Nutritivo.</i>	24
<i>Factores poscosecha que influyen en la calidad</i>	25
El estrés metabólico.....	26
La transpiración.....	26
Las lesiones mecánicas.....	26
Los microorganismos.....	26
<i>Determinaciones Químicas</i>	27
III. MATERIALES Y MÉTODOS	31
MATERIAL GENÉTICO	31
EVALUACIÓN DE LAS POBLACIONES BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO.	32
<i>Siembra.</i> -	34
<i>Trasplante.</i> -.....	34
<i>Conducción.</i> -.....	35
UNIDAD Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	36
ANÁLISIS EN EL LABORATORIO.....	36
<i>Peso del fruto (g).</i>	36
<i>Medición del diámetro polar y ecuatorial (cm).</i> -	36
<i>Determinación química de la pulpa.</i> -	36
A. Sólidos Solubles Totales (SST).	37
B. pH:	37
C. Acido Cítrico:.....	37
ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	37
IV. RESULTADOS	38
ANÁLISIS FÍSICO DEL FRUTO.....	38
ANÁLISIS QUÍMICO DE LA PULPA DEL JITOMATE	42
ANÁLISIS COMBINADO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS. ...	46
V. DISCUSION	55
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL FRUTO	55

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL FRUTO	60
A NIVEL DE PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN	65
A NIVEL NUTRICIONAL Y MEDICINAL	66
A NIVEL ECOLÓGICO	67
VI. CONCLUSIONES.....	69
VI. LITERATURA CONSULTADA.....	71
ANEXOS.....	83

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1. ESPECIES SILVESTRES Y CULTIVADAS JITOMATE, EQUIVALENCIAS ENTRE <i>SOLANUM</i> Y <i>LYCOPERSICON</i>; DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT (TRADUCIDO Y MODIFICADO DE PERALTA <i>ET AL.</i> (2006); PERALTA <i>ET AL.</i> (2008), COMPLEMENTADO DE VALLEJO (1999).	7
CUADRO 2. VALOR NUTRITIVO DE LOS FRUTOS DE JITOMATE (MODIFICADO DE VALADEZ, 1996).....	15
CUADRO 3. FRUTAS Y HORTALIZAS EN LAS QUE PREDOMINA EL ACIDO CÍTRICO O MÁLICO (WILLS <i>ET AL.</i>, 1998).....	19
CUADRO 4. NÚMERO DE ACCESIONES DE <i>LYCOPERSICUM</i> CONSERVADAS EX SITU EN CUARTOS FRÍOS (INFORME NACIONAL 2006 SOBRE RECURSOS FITOGENÉTICOS DE MÉXICO PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA).....	21
CUADRO 5. CLASIFICACIÓN POR TAMAÑOS (SAGARPA, 2008) MODIFICADO.....	24
CUADRO 6. DIFERENCIAS EN LA COMPOSICIÓN DE JITOMATE COMÚN Y JITOMATE CHERRY (MODIFICADO DE GONZÁLEZ Y COLABORADORES, 2000).....	25
CUADRO 7. REPRESENTACIÓN DE TIPO DE CLIMA Y SUELO DE LAS 12 POBLACIONES EN COLIMA, JALISCO, MICHOACÁN Y NAYARIT. (CANELA, 2008).....	33
CUADRO 8: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS FRUTOS DE JITOMATE SILVESTRE (<i>SOLANUM LYCOPERSICUM</i> VAR. CERASIFORME) OBTENIDOS A PARTIR DE 12 POBLACIONES EN JALISCO, COLIMA, MICHOACÁN Y NAYARIT.	40
CUADRO 9. ANÁLISIS DE VARIANZA, CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS FRUTOS DE JITOMATE SILVESTRE (<i>SOLANUM LYCOPERSICUM</i> VAR. CERASIFORME) OBTENIDOS A PARTIR DE 12 POBLACIONES EN JALISCO, COLIMA, MICHOACÁN Y NAYARIT.....	41

CUADRO 10. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LOS FRUTOS DE JITOMATE SILVESTRE (<i>SOLANUM LYCOPERSICUM</i> VAR. CERASIFORME) OBTENIDOS A PARTIR DE 12 POBLACIONES EN JALISCO, COLIMA, MICHOACÁN Y NAYARIT.	44
CUADRO 11. ANÁLISIS DE VARIANZA, CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LOS FRUTOS DE JITOMATE SILVESTRE (<i>SOLANUM LYCOPERSICUM</i> VAR. CERASIFORME) OBTENIDOS A PARTIR DE 12 POBLACIONES EN JALISCO, COLIMA, MICHOACÁN Y NAYARIT.....	45
CUADRO 12. ANÁLISIS DE VARIANZA DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE JITOMATE (<i>SOLANUM LYCOPERSICUM</i> VAR. CERASIFORME)	47
CUADRO 13. PROMEDIO DE LAS POBLACIONES DEL ANÁLISIS COMBINADO DE LOS TRES AÑOS DE EVALUACIÓN, PARA CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS FRUTOS DE JITOMATE SILVESTRE (<i>SOLANUM LYCOPERSICUM</i> VAR. CERASIFORME) OBTENIDOS A PARTIR DE 12 POBLACIONES EN JALISCO, COLIMA, MICHOACÁN Y NAYARIT.	52
CUADRO 14. POBLACIONES QUE EN EL ANÁLISIS DE LOS FRUTOS DE JITOMATE SILVESTRE (<i>SOLANUM LYCOPERSICUM</i> VAR. CERASIFORME) FÍSICO Y QUÍMICO OBTUVIERON EL VALOR PROMEDIO MÁS ALTO Y MÁS BAJO EN LOS TRES CICLOS AGRONÓMICOS DE CULTIVO (2008, 2009 Y 2010).	53
CUADRO 15. POBLACIONES ORDENADAS POR TIPO DE CLIMA, QUE EN EL ANÁLISIS COMBINADO DE LOS FRUTOS DE JITOMATE SILVESTRE (<i>SOLANUM LYCOPERSICUM</i> VAR. CERASIFORME) FÍSICO Y QUÍMICO OBTUVIERON EL VALOR PROMEDIO MÁS ALTO Y MÁS BAJO EN LOS TRES CICLOS AGRONÓMICOS DE CULTIVO (2008, 2009 Y 2010). ...	54
CUADRO 1A. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA PESO FRESCO DE JITOMATE (<i>SOLANUM LYCOPERSICUM</i> VAR. CERASIFORME) 2008.....	83

CUADRO 1B. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DIÁMETRO ECUATORIAL DE JITOMATE (SOLANUM LYCOPERSICUM VAR. CERASIFORME) 2008.....	83
CUADRO 1C. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DIÁMETRO POLAR DE JITOMATE (SOLANUM LYCOPERSICUM VAR. CERASIFORME) 2008.....	84
CUADRO 1D. ANÁLISIS DE VARIANZA SOLIDOS SOLUBLES TOTALES (°BRIX) DE JITOMATE (SOLANUM LYCOPERSICUM VAR. CERASIFORME) 2008.....	84
CUADRO 1E. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA PH DE JITOMATE (SOLANUM LYCOPERSICUM VAR. CERASIFORME) 2008.....	84
CUADRO 1F. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ACIDO CÍTRICO (AT) DE JITOMATE (SOLANUM LYCOPERSICUM VAR. CERASIFORME) 2008.....	85
CUADRO 2A. ANÁLISIS DE VARIANZA PESO FRESCO DE JITOMATE (SOLANUM LYCOPERSICUM VAR. CERASIFORME) 2009.....	85
CUADRO 2B. ANÁLISIS DE VARIANZA DIÁMETRO ECUATORIAL DE JITOMATE (SOLANUM LYCOPERSICUM VAR. CERASIFORME) 2009.....	85
CUADRO 2C. ANÁLISIS DE VARIANZA DIÁMETRO POLAR DE JITOMATE (SOLANUM LYCOPERSICUM VAR. CERASIFORME) 2009.....	86
CUADRO 2D. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA SOLIDOS SOLUBLES (°BRIX) DE JITOMATE (SOLANUM LYCOPERSICUM VAR. CERASIFORME) 2009.	86
CUADRO 2E. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA PH DE JITOMATE (SOLANUM LYCOPERSICUM VAR. CERASIFORME) 2009.....	86
CUADRO 2F. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ACIDO CÍTRICO (AT) DE JITOMATE (SOLANUM LYCOPERSICUM VAR. CERASIFORME) 2009.....	87
CUADRO 3A. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA PESO FRESCO DE JITOMATE (SOLANUM LYCOPERSICUM VAR. CERASIFORME) 2010.....	87
CUADRO 3B. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DIÁMETRO ECUATORIAL DE JITOMATE (SOLANUM LYCOPERSICUM VAR. CERASIFORME) 2010.....	87

CUADRO 3C. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DIÁMETRO POLAR DE JITOMATE (SOLANUM LYCOPERSICUM VAR. CERASIFORME) 2010.....	88
CUADRO 3D. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA SOLIDOS SOLUBLES (°BRIX) DE JITOMATE (SOLANUM LYCOPERSICUM VAR. CERASIFORME) 2010.	88
CUADRO 3E. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA PH DE JITOMATE (SOLANUM LYCOPERSICUM VAR. CERASIFORME) 2010.....	88
CUADRO 3F. ANÁLISIS DE VARIANZA ÁCIDO CÍTRICO DE JITOMATE (SOLANUM LYCOPERSICUM VAR. CERASIFORME) 2010.....	89

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. PESO FRESCO PROMEDIO DE LAS POBLACIONES CON LOS VALORES MAS ALTOS Y BAJOS POR AÑO DE EVALUACIÓN.....	38
FIGURA 2. DIÁMETRO ECUATORIAL PROMEDIO DE LAS POBLACIONES CON LOS VALORES MAS ALTOS Y BAJOS POR AÑO DE EVALUACIÓN. 39	39
FIGURA 3. DIÁMETRO POLAR PROMEDIO DE LAS POBLACIONES CON LOS VALORES MAS ALTOS Y BAJOS POR AÑO DE EVALUACIÓN.	39
FIGURA 4. SOLIDOS SOLUBLES TOTALES (°BRIX) PROMEDIO DE LAS POBLACIONES CON LOS VALORES MÁS ALTOS Y BAJOS POR AÑO DE EVALUACIÓN MEDIAS CON LA MISMA LETRA NO SON DIFERENTES ESTADÍSTICAMENTE. (TUKEY, PROB. 0.05).....	42
FIGURA 5. PH PROMEDIO DE LAS POBLACIONES CON LOS VALORES MÁS ALTOS Y BAJOS POR AÑO DE EVALUACIÓN.....	43
FIGURA 6. ÁCIDO CÍTRICO PROMEDIO DE LAS POBLACIONES CON LOS VALORES MÁS ALTOS Y BAJOS POR AÑO DE EVALUACIÓN.....	43
FIGURA 7. INTERACCIÓN ENTRE 12 POBLACIONES CULTIVADAS PARA EL PESO FRESCO DE FRUTO DE JITOMATE SILVESTRE (<i>SOLANUM LYCOPERSICUM</i> VAR. CERASIFORME) DURANTE 2008, 2009 Y 2010.	48
FIGURA 8. INTERACCIÓN ENTRE 12 POBLACIONES CULTIVADAS PARA EL DIÁMETRO ECUATORIAL DE FRUTO DE JITOMATE SILVESTRE (<i>SOLANUM LYCOPERSICUM</i> VAR. CERASIFORME) DURANTE 2008, 2009 Y 2010.	48
FIGURA 9. INTERACCIÓN ENTRE 12 POBLACIONES CULTIVADAS PARA EL DIÁMETRO POLAR DE FRUTO DE JITOMATE SILVESTRE (<i>SOLANUM LYCOPERSICUM</i> VAR. CERASIFORME) DURANTE 2008, 2009 Y 2010.	49
FIGURA 10. INTERACCIÓN ENTRE 12 POBLACIONES CULTIVADAS PARA SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES (°BRIX) DE FRUTO DE JITOMATE	

SILVESTRE (*SOLANUM LYCOPERSICUM* VAR. CERASIFORME) DURANTE 2008, 2009 Y 2010..... 49

FIGURA 11. INTERACCIÓN ENTRE 12 POBLACIONES CULTIVADAS PARA PH DE FRUTO DE JITOMATE SILVESTRE (*SOLANUM LYCOPERSICUM* VAR. CERASIFORME) DURANTE 2008, 2009 Y 2010..... 50

FIGURA 12. INTERACCIÓN ENTRE 12 POBLACIONES CULTIVADAS PARA ACIDEZ TITULABLE DE FRUTO DE JITOMATE SILVESTRE (*SOLANUM LYCOPERSICUM* VAR. CERASIFORME) DURANTE 2008, 2009 Y 2010. 50

RESUMEN

México posee amplia variabilidad genética de jitomate (*Solanum lycopersicum* Mil.), producto de largos procesos de domesticación y diversificación, actualmente es uno de los cultivos más importantes en cuanto a mercadeo y usos. No obstante que se considera a *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* como el ancestro silvestre del tomate cultivado, existe poca información sobre la especie a pesar de que últimamente ha destacado su importancia productiva y ecológica. La presente investigación se realizó para conocer la calidad física y química de los frutos de jitomates silvestres. La primera fase del estudio consistió en coleccionar semillas de plantas silvestres en 12 localidades de Jalisco, Colima, Michoacán y Nayarit. A partir de estas semillas se desarrollaron plantas bajo condiciones de invernadero en el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, de la Universidad de Guadalajara, durante el ciclo primavera-verano de los años 2008, 2009 y 2010. Cosechados los frutos, se realizaron las siguientes determinaciones: (1) tamaño (peso fresco, diámetro polar y ecuatorial) y; (2) composición química en pulpa (pH, Sólidos Solubles Totales y Acido Cítrico). De acuerdo al análisis estadístico existen diferencias significativas en tamaño y composición química de la pulpa entre poblaciones y entre los diferentes ciclos (2008, 2009 y 2010). La variabilidad presente en las poblaciones se mantuvo a través de los ciclos de evaluación y es resultado de una interacción con el ambiente, expresada independientemente del tipo climático de la localidad de origen, lo que lleva a la propuesta de la existencia de ecotipos.

Los jitomates con valores más altos en peso fresco, diámetro polar y ecuatorial pertenecen a Tierra Generosa, en tanto que los frutos de Rancho el Atajo registraron los resultados más bajos. En lo que se refiere a la pulpa, el análisis de Sólidos Solubles Totales (°Brix) mostró los valores más altos en las colectas de Tequila, San Miguel, Tecalitlán y La Rosa (más dulces), y los más bajos (menos dulces) en frutos de Tierra Generosa y Coámiles. En pH, Tequila, Tecalitlán y Sayula mostraron valores más ácidos respecto a Yurécuaro, Tierra

Generosa y Coámiles. El porcentaje de ácido cítrico en frutos de Alcaraces y Coámiles fue más elevado que el registrado en frutos de Tequila.

I. INTRODUCCIÓN

El jitomate (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) es un cultivo que en nuestros días está distribuido alrededor del mundo y ocupa el segundo lugar en importancia mundial, sólo superado por la papa (*Solanum tuberosum*) (FAOSTAT, 2011).

Su importancia se manifiesta en primer lugar en el valor alimenticio que posee y que le permite ser consumido de diferentes formas, ya sea cocinado o crudo en la elaboración de ensaladas, puré, jugo, deshidratado o enlatado; además de que es fuente importante de vitaminas, minerales y antioxidantes (Villarreal, 1982).

En segundo lugar, su cultivo ha generado toda una industria que ha activado la economía de muchos países del mundo (Sánchez-Peña, 2005), constituyendo la principal agroindustria en el ámbito agroalimentario (Causse, *et al.*, 2003). Se distingue entre las hortalizas por la generación de divisas, al ser para México un producto primordialmente para exportación; en la generación de empleos presenta alto uso de mano de obra requiriendo alrededor de 500 jornales por hectárea (Villarreal, 1982), y tecnológicamente es uno de los cultivos con mayor uso de tecnología e insumos (Muñoz *et. al.*, 1995).

En México se cultivan diferentes variedades de jitomate, como el tomate rojo saladette y bola, de exportación, cherry, roma, industrial, silvestre, jitomate verde y tipo criollo o acostillado (SIAP, 2010).

El principal productor de jitomate fresco es China con una producción promedio de 29, 834,717 toneladas anuales que representan el 23.8 % de la producción mundial, seguida de los Estados Unidos de América con 12, 867,970 de toneladas para un 10.3 % del total mundial; Turquía produce anualmente 9, 760,584.7 de toneladas (7.8 % del total mundial). En este contexto mundial, México ocupa el décimo lugar con 2, 774,214 toneladas que representa el 2.2 % del total mundial. (FAOSTAST, 2010).

En la participación por estados, Sinaloa tradicionalmente contribuye de manera importante con una producción promedio en la década 2000-2009 de 796,226 t año⁻¹, seguido por Baja California y Michoacán con 229,541 toneladas y 188,543 toneladas, respectivamente. Sin embargo en rendimiento en Querétaro se obtuvieron en promedio 78.3 t ha⁻¹, seguido de Baja California con 47.6, Jalisco con 43.2 y Sinaloa con 38.4 t ha⁻¹. (FAOSTAST, 2010).

En el contexto agroindustrial, la última década ha sido un periodo expansivo para el sector exportador del jitomate fresco, sin embargo las reglas de mercado y técnicas de producción se desarrollan constantemente, por lo que resulta importante adaptarse a estas condiciones (González *et al.*, 2000). Un ejemplo de ello son los mercados Europeos, los cuales evolucionan hacia una mayor calidad de los productos hortofrutícolas, obligando a una constante mejora general en la producción de frutos y hortalizas con la finalidad de competir con éxito en los diferentes mercados que son cada vez más selectivos y que exigen en los productos mejores atributos tales como sabor, tamaño, presencia, valor nutritivo, color, sin residuos de pesticidas, entre otros, (González *et al.*, 2000). Bajo el concepto de “calidad” se engloban un gran número de parámetros que en conjunto determinan que un fruto sea apto para el consumo; comúnmente, se admiten los siguientes: sabor, color, aroma, calibre, firmeza, sólidos solubles (°Brix), acidez titulable (*i.e.* ácido cítrico), (Casas *et al.*, 1997). De los diversos parámetros de calidad de los productos hortícola comestibles, el consumidor (quien es el destinatario final de los mismos), valora algunos de ellos antes de realizar la compra (color, forma, tamaño, consistencia, estado de madurez, presentación, por lo que se agrupan como “parámetros de calidad externa”. Posteriormente, otras propiedades son apreciadas por el comprador (aroma, sabor y textura) y se denominan “parámetros de calidad interna”. Sin embargo, los efectos sanitarios y nutritivos (que son parámetros de calidad interna), solo son estimados mediante métodos físicos y químicos a través de la determinación de la composición química del fruto. La creciente demanda de mayor calidad en los productos hortícola, en un

mercado prácticamente saturado durante buena parte del año, impone la adecuación de la oferta a dichos niveles de calidad (González *et al.*, 2000).

Un aspecto importante en México es la dependencia en el rubro de suministro de semillas dado que la producción de esta hortaliza depende de semillas producidas por compañías trasnacionales en su mayoría norteamericanas, condición que hace necesario promover el desarrollo de la producción nacional de variedades y semillas a un costo menor y con mayor adaptación a los agroecosistemas que se presentan a nivel nacional, buscando además satisfacer nichos específicos de mercado aplicando criterios de degustación propios (Ortega, *et. al.*, 2000).

Resalta como punto de apoyo para reducir la dependencia de variedades en México, conservar, estudiar y aprovechar las variedades tradicionales nativas y los parientes silvestres del jitomate dado lo reducido de los trabajos relacionados a estos aspectos en nuestro país, considerando además que existe por ejemplo una amplia diversidad de condiciones ambientales en las que se desarrollan las poblaciones silvestres de *S. lycopersicum* en Michoacán, que indican una extensa diversidad (ecotipos) de esta especie (Álvarez-Hernández *et. al.*, 2009).

Los actuales programas de mejoramiento genético sobre todo en especies hortícolas buscan además de mejorar productividad y adaptación, incorporar alta calidad nutricional y resistencia a patógenos a las variedades, a través de introgresión, retrocruzamientos y otros esquemas de mejoramiento empleando germoplasma silvestre, el cual por ejemplo se inició en Estados Unidos desde 1930, pero poco se hace en México al respecto. Es así que antes de promover la utilización del germoplasma mencionado existente en México en el mejoramiento del tomate, se hace necesario conocer la variabilidad genética que se conserva *in situ* (Carrillo y Chávez, 2010).

En el contexto señalado la importancia de este trabajo radica en el estudio de la variación en peso y tamaño, así como en la composición química de la pulpa (*i.e.* Sólidos Solubles Totales (°Brix), ácido cítrico (AT) y pH) del jitomate silvestre *Solanum lycopersicon* = *Solanum lycopersicum* variedad cerasiforme,

mostrada por 12 poblaciones diferentes, pertenecientes a los Estados de Jalisco, Colima, Michoacán y Nayarit, a partir de ser cultivadas en invernadero, cuyas semillas provienen de plantas silvestres, verificando además si mantienen dichas diferencias a lo largo de tres ciclos de cultivo agrícola primavera-verano correspondientes a los años 2008, 2009 y 2010.

Objetivo

Estimar la variación existente en calidad física, así como en la composición química en la pulpa de jitomate silvestre (*Solanum lycopersicum* variedad cerasiforme), en plantas cultivadas en invernadero durante los ciclos de cultivo agrícola primavera-verano de los años 2008, 2009 y 2010, a partir de semillas provenientes de poblaciones silvestres de 12 localidades con diferentes tipos de clima, pertenecientes a los Estados de Jalisco, Colima, Michoacán y Nayarit.

Hipótesis

Es posible encontrar variación en tamaño y peso, así como en la composición química en pulpa de frutos de jitomate (*Solanum lycopersicum* variedad cerasiforme), ya que las semillas provienen de diferentes zonas climáticas y aunque se cultivaron bajo las mismas condiciones de invernadero y se cosecharon en distintos ciclos agronómicos primavera-verano se espera una respuesta diferenciada en algunos parámetros de calidad de fruto.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Taxonomía, Origen y Domesticación

El jitomate es una especie dicotiledónea perteneciente a la familia de las solanáceas (Nuez, *et al.*, 1996), es clasificado por (Valadez, 1996) como:

Familia: Solanácea

Genero: Lycopersicon*

Especie: Esculentum

Nombre común: Jitomate o tomate

Var. commune: Tomate común

Var. grandifolium: Tomate hoja de papa

Var. validium: Tomate de arbusto o erecto

Var. ceraciforme: Tomate cherry

Var. pyriforme: Tomate pera

Eulycopersicon** 1) L. esculentum

2) L. pimpinellifolium

Eriopersicon*** 1) L. peruvianum

2) L. chilense

3) L. glandulosum

4) L. hirsutum

* Se dividen en dos subgéneros

**Frutos rojos y amarillos

*** Frutos verdes

El nombre científico del jitomate o tomate rojo fue asignado por Karl Von Linnaeus, en 1753 como *Solanum lycopersicum* L. En 1694, J. P. Tournefort fue el primero en considerar al jitomate cultivado distinto de *Solanum* y empleó el término griego *Lycopersicon*. En 1731, Philip Miller empleó este mismo nombre y en 1754 lo estableció como género (Peralta *et al.*, 2006).

La diferencia inicial entre los dos géneros se basó en la morfología de las anteras, normalmente cinco. El género *Solanum* presenta los sacos de las anteras sin un apéndice estéril, dehiscentes por un poro apical que eventualmente puede estar extendido en una abertura hacia abajo, cercano a la mitad. En tanto que, *Lycopersicon* presenta los estambres fusionados en un cono y los sacos de las anteras prolongados en un apéndice sésil elongado y aplanado, dehiscente a lo largo de su superficie interna desde el ápice hasta o cercano a la base (Correll, 1962; Taylor, 1986).

Peralta *et al.* (2006) y Peralta y Spooner (2007), con base en diferentes estudios moleculares reagruparon al tomate y sus parientes silvestres en el género *Solanum* sección *lycopersicum* (Cuadro 1).

El vocablo jitomate se deriva del náhuatl xictli, ombligo y tómatl, tomate, es decir tomate de ombligo, por la cicatriz que conserva el fruto al desprenderse de su pedúnculo (Herrera y Butanda, 2009). Martínez (1979) menciona los siguientes nombres para jitomate en diferentes lenguas indígenas de México: Aadi-maxi (otomí), bachuga (cuicatleca), be-thoxi, bi-tuixi, pe-thoxi, bichoaxhe,pe-thoxe (zapoteca), ha'sikil-p'ak, p'ak, ts'ulub'p'ak (maya), tuthay, tuthey (huasteca), mbaremoxu (mazahua), paclshá (totonaca), shitumal, xitomat (dialecto náhuatl), xitomatl (náhuatl), tzajalpish (tojolobal), xayuqui-te (huichol), xucúpara (tarasco).

Algunos autores como Jenkis (1948), Rick (1973, 1976); Esquinas-Alcázar (1981); Hawkes (1983), Hancock (1992), han reconocido a la variedad cerasiforme como ancestro del tomate cultivado con base en su amplia distribución en Centroamérica y la presencia de un estilo corto en las flores.

Cuadro 1. Especies silvestres y cultivadas jitomate, equivalencias entre *Solanum* y *Lycopersicon*; distribución y hábitat (traducido y modificado de Peralta *et al.* (2006); Peralta *et al.* (2008), complementado de Vallejo (1999).

Solanum	Lycopersicon
Sección Lycopersicon	
Grupo Lycopersicon	
<i>S. lycopersicum</i> L.	<i>L. esculentum</i> Miller
<i>S. pimpinellifolium</i> L.	<i>L. pimpinellifolium</i> (L.) Miller
<i>S. cheesmanii</i> (L. Riley) Fosberg	<i>L. cheesmanii</i> L. Riley (incorrectamente <i>cheesmanii</i>)
<i>S. galapagense</i> S. Darwin & Peralta	Parte de <i>L. cheesmanii</i> L. Riley (antes var. <i>minor</i>)
Grupo Neolycopersicon	
<i>Solanum pennellii</i> Correll	<i>Lycopersicon pennellii</i> (Correll) D'Arcy
Grupo Eriopersicon	
<i>S. habrochaites</i> S. Knapp & D.M Spooner	<i>L. hirsutum</i> Dunal
<i>S. huaylasense</i> Peralta	Parte de <i>L. peruvianum</i> (L.) Miller
<i>S. corneliomuelleri</i> J.F. Macbr	Parte de <i>L. peruvianum</i> (L.) Miller; conocida como <i>L. glandulosum</i> C.F. Mull.
<i>S. peruvianum</i> L.	<i>L. peruvianum</i> (L.) Miller
<i>Solanum chilense</i> (Dunal) Reiche	<i>Lycopersicon chilense</i> Dunal
<i>S. legama</i> (Dunal) Reiche	<i>L. legama</i> Dunal
Grupo Arcanum	
<i>S. arcanum</i> Peralta	Parte de <i>L. peruvianum</i> (L.) Miller
<i>S. chmielewskii</i> (C.M. Rick, Kesicki, Fobes & M. Holle) D.M. Spooner, G.J. Anderson & R.K. Jansen	<i>L. chmielewskii</i> C.M. Rick, Kesicki, Fobes & M. Holle
<i>S. neorickii</i> (C.M. Rick, Kesicki, Fobes & M. Holle) D.M. Spooner, G.J. Anderson & R.K. Jansen	<i>L. parviflorum</i> C.M. Rick, Kesicki, Fobes & M. Holle
Sección Lycopersicoides	
<i>Solanum lycopersicoides</i> Dunal	<i>Lycopersicon lycopersicoides</i> (Dunal in DC.) A. Child ex J.M.H. Shaw
<i>Solanum sitiens</i> I.M. Johnst.	<i>Lycopersicon sitiens</i> (I.M. Johnst.) J.M.H. Shaw
Sección Juglandifolia	
<i>Solanum juglandifolium</i> Dunal	<i>Lycopersicon ochranthum</i> (Dunal) J.M.H. Shaw

Esta planta se ha identificado a través del tiempo con diferentes denominaciones taxonómicas:

- a) *Solanum lycopersicum* P., L. e. var. *cerasiforme* (Dunal) A. Gray,
- b) *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* (Dun.) Mill., (CONABIO, 2008);
- c) *Solanum lycopersicum* L. (D´Arcy, 2001);
- d) *Lycopersicon cerasiforme* Dunal,
- e) *L. esculentum* ssp. *galenii* (P. Mill.) Luckwill
- f) *L. esculentum* var. *cerasiforme* (Dunal) Alef.,
- g) *L. esculentum* var. *leptophyllum* (Dunal) D'Arcy,
- h) *L. lycopersicum* var. *cerasiforme* (Dunal) Alef (ITIS, 2008);
- i) *L. lycopersicum* (L.) Karst.ex Farw. var. *cerasiforme* (Dunal) Alef (NRCS, 2008)
- j) *Solanum lycopersicum* L. var. *cerasiforme* (Dunal) Spooner, G. J. Anderson & R.K. Jansen.

Los cambios evolutivos más importantes que ha implicado la domesticación son la reducción de la base genética, la modificación del sistema reproductivo y el incremento del tamaño del fruto (Nuez *et al.*, 1996). La domesticación también generó una amplia gama de formas, tamaños y colores en los frutos de las especies cultivadas (Foodlad, 2007). Inclusive se modificó el sistema de reproducción tornándose autógama, ya que los estigmas de la flor se insertaron, por lo que la mayoría de las especies cultivadas son esencialmente puras (Rick, 1979).

De acuerdo con la manipulación de poblaciones y comunidades de plantas silvestres y arvenses (Casas, 2001), se le observa como espontánea en medio de otros cultivos y en la vecindad de habitaciones humanas (Rzedowski y Rzedowski, 2004). Ciertas variedades (como var. *leptophyllum*) se encuentran silvestres en vegetación secundaria tropical derivada de la selva baja caducifolia, de selva mediana subperennifolia y selva alta perennifolia, en áreas perturbadas y como ruderal (Nee, 1986)

Morfología

La planta de jitomate cultivado se describe a continuación:

Es perenne de porte arbustivo, pero que se cultiva como planta anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas).

El jitomate presenta una raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. Seccionando la raíz principal y observando de fuera hacia dentro se observa la epidermis, donde se ubican los pelos adsorbentes especializados en extraer agua y nutrientes.

La planta tiene un sistema radical notablemente desarrollado y extendido. El patrón de distribución varía entre plantas establecidas en siembra directa donde la raíz principal es más larga y gruesa, o en plantas trasplantadas donde la raíz principal es débil y corta, pero el sistema secundario es muy ramificado; algunas raíces alcanzan 150 cm de longitud, la mayor parte se sitúan en la capa arable, que va desde los 5 hasta los 60-70 cm (González, 1991).

El tallo es de consistencia herbácea, tiende a lignificarse en plantas viejas (León, 1987). En las plantas jóvenes inicialmente es cilíndrico, pero luego se torna angular; en las ramas jóvenes es triangular.

La estructura de la planta es de un simpodio. El tallo principal forma de 6 a 12 hojas, que crecen lateralmente con un filotaxia $2/5$, antes de que la yema principal se transforme en una inflorescencia. El crecimiento subsiguiente se produce a partir de la yema axilar de la última hoja, la cual desarrolla un tallo secundario que crece como una prolongación del tallo primario y desplaza lateralmente a la inflorescencia. Los sucesivos segmentos del tallo se desarrollan de forma similar, produciendo una inflorescencia cada tres hojas. El aspecto es el de un tallo principal, que crece de forma continua con inflorescencias internodales laterales cada tres hojas. Los segmentos sucesivos del eje principal soportan, de forma progresiva, un número inferior de hojas que

terminan en una inflorescencia. Tanto el sistema de ramificación lateral, como el sistema primario experimentan crecimiento, dando a la planta un aspecto arbustivo con simetría circular (Chamarro, 1995; Curtis, 1996).

La forma de la hoja del jitomate es muy variada y depende en gran parte de las condiciones ambientales, además del control genético directo; se ha observado que mutaciones simples en jitomate dan como resultado grandes cambios en la forma de las hojas (Weier *et al.*, 1980). Las hojas son suaves y carnosas, con una capa de células en empalizada debajo de la epidermis superior y numerosos estratos de parénquima, con abundantes espacios intercelulares (León, 1987). Chamarro (1995) reporta que las hojas de jitomate son pinnado compuestas. Una hoja típica de las plantas cultivadas tiene aproximadamente 0.5 m de largo y un poco menos de ancho, con un gran folíolo terminal y hasta grandes folíolos laterales que pueden ser compuestos.

Las flores del jitomate son hermafroditas, hipogíneas, regulares, de corola color amarillo verdoso, amarillo canario o naranja, con seis pétalos persistentes de forma estrellada, que forman un tubo corto en la base y se abren en un solo plano, con el ápice hacia fuera cuando la flor está completamente abierta; carecen de vellos glandulares. Miden aproximadamente 2 cm de diámetro con pedicelos de 1 a 2 cm de largo, con un engrosamiento a la mitad que corresponde a la superficie de abscisión. El cáliz es verde y persistente en forma de tubo corto terminado en 5 a 10 estambres, generalmente 6 en los cultivares comerciales, están insertados sobre el tubo corto de la corola, con filamentos cortos, forman una columna irregular. Las anteras miden aproximadamente 5 mm de largo, son verticales, unidas y de color amarillo brillante (González, 1991; Curtis, 1996; León 1987).

Estructura floral modelo $K(5) \{C(5) A(5) G (2)\}$. El cáliz y la corola están compuestos de cinco sépalos y cinco pétalos. El ovario súpero bicarpelar, contiene numerosos primordios seminales, produciendo bayas polispermas. Los carpelos se presentan en posición oblicua con respecto al plano mediano de la flor (Nuez, 1995).

Curtís (1996) menciona que un fruto de jitomate, botánicamente es una baya consistente de semillas dentro de un pericarpio carnoso, desarrollado de un ovario; en tanto que, González (1991) indica es una baya carnosa pubescente cuando es joven, pero glabra y brillante cuando madura, de color rojo, a veces amarillo o colores intermedios, de forma variada: oblonga, globosa, cuadrada, piriforme, cilíndrica o acorazonada, lisa o surcada con lóbulos y hombros. En su interior presenta lóculos (en número de 2 a 30) de tamaño inversamente proporcional a su número, donde se encuentran las semillas.

El número y extensión de los lóculos en los frutos es una característica diferencial en los cultivares y la distribución de éstos en el fruto determinan su calidad para el consumo fresco o para la industria y la firmeza para el transporte. Por otra parte, se reporta que muchos de los cultivares populares producen frutos con dos lóculos y desarrollan frutos de forma redonda uniforme preferidos en algunos mercados. Otros cultivares tienen, por naturaleza, frutos multiloculares de gran tamaño y de forma irregular. El número de lóculos puede ser influenciado por las condiciones ambientales (Calvert, 1969).

El fruto de jitomate consta de numerosas semillas de tamaño pequeño (3-5 mm de largo por 2-4 mm de ancho), discoidales o reniformes, aplastadas y pubescentes. Cuando son recién extraídas del fruto son de color amarillo, con una capa mucilaginoso que contiene alta concentración de ácido abscísico que inhibe la germinación (así existan las condiciones ambientales propicias no germinan), al secarse adquieren coloración café claro o grisácea con vellosidad constituida por falsos pelos originados de los tegumentos seminales y no son sino paredes celulares suberificadas sobre la testa. Esta última es la capa que envuelve y protege la semilla contra daños del medio externo y le permite pasar por el extracto digestivo humano y continuar siendo viable, cosa que lejos de afectar la germinación, la promueve (González, 1991).

Está calculado que puede haber hasta 350 semillas por gramo (George, 1989), su capacidad germinativa dura de 4 a 6 años en condiciones normales

de almacenamiento y aún más si se almacenan en temperaturas frescas, pero con baja humedad relativa.

El número de semillas en el fruto varía entre 50 y 200, la correlación entre el número de semillas y el peso final del fruto es significativo para cada cultivar, pero las relaciones son distintas entre racimos de la misma planta dependiendo también de las condiciones de cultivo.

Muller en 1940, (citado por Aguilar *et al.*, 2009) describió a *Solanum lycopersicum* Mill. variedad cerasiforme (Dun.) Gray como:

- ♦ Planta anual o bianual, enredadera, con ramificaciones más delgadas que el tomate cultivado.
- ♦ Hojas largas, pinnadas, sin pseudo estipulas en la base de los pecíolos. Todos los folíolos con pecíolo; los mayores, casi 4 pares, ovados a lanceolados, cordados o redondeados a la base, ápice agudo, subentero o basalmente lobado a dividido o dentado de 2.5 a 7.0 cm de largo y 1.0 a 3.0 cm de ancho; folíolos menores subredondeados a lanceolados, subenteros, obtusos a agudos, de 0.5 a 1.5 cm de largo.
- ♦ Flores pentámeras de 5 a 10, en un racimo corto. Cáliz de 5.0 mm de largo, marcadamente acrescente al fruto. Corola de 1.0 cm de largo dividida en lóbulos de 6.0 mm de largo, cercanamente lanceolados y deflexos como en *L. pimpinellifolium*. Columna estaminal estrechada en forma de botella, sacos polínicos de 2.0 mm de grueso.
- ♦ Fruto bilocular, globoso, de 1.5 a 2.5 cm de diámetro, rojo o amarillo.
- ♦ Semillas de tamaño menor o similar a la del tomate cultivado, menos aplanadas y la pubescencia confinada a la periferia

Condiciones climáticas para el jitomate silvestre

La especie *Solanum Lycopersicum* = *Solanum lycopersicum* variedad cerasiforme se desarrolla de manera espontánea en América tropical y

subtropical, considerándose como la única del género *Lycopersicon* que se encuentra fuera de la zona sudamericana de origen (Rick, 1978). Esta forma silvestre tolera diversas condiciones adversas tanto ambientales como provocadas por el hombre, sobre todo en la práctica de la agricultura intensiva. Siendo nativa de la parte oeste de Sudamérica emigró como maleza hacia Centroamérica y México encontrándose actualmente dispersa en toda América tropical y en la mayoría de las regiones tropicales del mundo incluso en regiones subtropicales del mismo. En esta gran dispersión, la forma silvestre tolera un amplio rango de condiciones ambientales, algunos biotipos sobreviven en partes desérticas del occidente de Perú, mientras otras se establecen exitosamente en condiciones más húmedas que cualquier otra especie de jitomate (Rick, 1978; citado por Aguilar *et al.*, 2009).

La amplia distribución del jitomate silvestre ha permitido que cuente con poblaciones con características diferentes para responder a los factores bióticos y abióticos de mortalidad; siendo el ambiente uno de los factores que más influyen en la variabilidad biológica (Rao y Hodgkin, 2002, citado por Aguilar *et al.*, 2009).

Composición química y valor nutritivo de frutas y hortalizas

Agua

La mayor parte de las frutas y hortalizas contienen más de 80 g de agua por cada 100 g de producto. Es importante señalar que, dentro de una misma especie, pueden darse considerables variaciones en la riqueza en agua, porque pueden diferir notablemente la de cada una de las células constitutivas. El contenido en agua depende de la cantidad que haya tenido disponible el tejido considerado al efectuarse la cosecha (Wills *et al.*, 1998).

Componentes Volátiles

Todas las frutas y hortalizas sintetizan diversos compuestos de baja masa molecular relativa. No son cuantitativamente importantes (menos de 100 mg/100 g) pero si lo son como responsables del aroma de las frutas y en menor

grado de las hortalizas (Wills *et al.*, 1998). Al parecer tienen una función más ecológica para atraer polinizadores y dispersores de semillas y con ello garantizar la continuidad de la especie (Harborne, 1993). En particular, la calidad del aroma en tomate es una compleja característica, determinada por los componentes del sabor y el aroma (Stevens *et al.*, 1997 citado por Aguilar *et al.*, 2009). Se encontró una significativa relación entre la intensidad del aroma completo y el ácido cítrico y el contenido de fructuosa, así también entre la glucosa (González *et al.*, 2000). La composición y concentración de los compuestos volátiles puede intensificar la percepción del sabor del jitomate o contribuir a la formación de sabores desagradables; estas concentraciones pueden variar según la variedad, el estado de madurez, el periodo de almacenamiento y tratamientos postcosecha (Davila-Aviña, 2011).

Licopeno

El licopeno es uno de los seis carotenoides predominantes en el plasma humano. Los demás son: α -caroteno, β -caroteno, β -criptoxantina, luteína y zeaxantina. Los carotenoides proporcionan los colores amarillos, anaranjados y rojos a muchas frutas y verduras. El nombre licopeno fue dado a este carotenoide en 1903 y es derivado del nombre latino del jitomate "*Solanum lycopersicum* L.". El licopeno demuestra un color rojo intenso debido a sus once enlaces dobles conjugados.

La epidermis del fruto es una buena fuente de licopeno, sustancia que ha mostrado proteger a las personas de ataques al corazón. Parece ser más efectivo si se cuece, se obtiene de productos alimenticios como catsup o jitomates enlatados. Un medicamento homeopático se elabora a partir de la planta, usado en reumatismo y dolores de cabeza severos. El aprovechamiento del jitomate y de sus propiedades nutritivas parece cobrar una nueva dimensión debido a las distintas investigaciones orientadas a valorar el beneficio del licopeno contenido en su cubierta, diversos estudios epidemiológicos han reportado un efecto benéfico del consumo de jitomate, porque el licopeno que contiene ayuda a prevenir algunas enfermedades crónicas, como los cánceres

de próstata, ovárico, gástrico y pancreático y enfermedades cardiovasculares. Ahora deben añadirse el interés por incrementar la presencia de vitamina C y antioxidantes. (Juárez-Crisanto *et al.*, 2010).

Vitaminas y minerales

El jitomate contiene principalmente carotenos, los cuales son las moléculas precursoras a partir de las cuales en el hígado son transformados en vitamina A (retinol). El jitomate o tomate aporta un balance adecuado de minerales y vitaminas: A (retinol), C (ácido ascórbico), B1 (tiamina) y B2 (Riboflavina). Los valores de los siguiente compuestos orgánicos e inorgánicos se obtuvieron con base en 100 g de parte comestible de frutos de tomate maduro listo para su consumo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Valor nutritivo de los frutos de Jitomate (modificado de Valadez, 1996)

Agua	95.0%
Proteína	1.1g
Carbohidratos	4.7 g
Ca	13.0 mg
P	27.0 mg
Fe	0.5 mg
Na	3.0 mg
K	244.0 mg
Ácido ascórbico	23.0 mg
Tiamina (B1)	0.06 mg
Riboflavina (B2)	0.04 mg
Vitamina A	900 U.I.*

Ahora bien, lo anterior se refiere a estudios recientes, pero se sabe que el jitomate es consumido desde la época precolombina por sus beneficios a la salud, de los cuales destacaremos los siguientes: (a) Calcio (esencial en la formación de huesos y dientes y su futuro fortalecimiento; coagulación

sanguínea); (b) Hierro (Interviene en el transporte de oxígeno a la sangre; su carencia puede provocar anemia); (c) Potasio (evita la deshidratación de las células, esencial en la actividad nerviosa y muscular y colabora en el mejor aprovechamiento de proteínas y carbohidratos); (d) Vitamina A-retinol (indispensable para la vista, protege piel y mucosas, y ayuda en la formación de dientes); (e) Vitamina B1-tiamina (útil para transformar los carbohidratos en energía); (f) Vitamina B2-riboflavina (brinda lozanía al rostro y combate la fatiga); (g) Vitamina C-ácido ascórbico (prolonga la vida de las células ya que evita su oxidación, previene contra infecciones, estimula el sistema de defensa, acelera el proceso de curación de fracturas y heridas, y fortalece el mantenimiento de los tejidos incluidos huesos y cartílagos (Aguilar *et al.*, 2009).

Fisiología y Bioquímica

La correcta manipulación poscosecha de las frutas y hortalizas precisa tener en cuenta que se están tratando estructuras vivas. Las frutas y hortalizas no se encuentran vivas sólo cuando están unidas a la planta de procedencia (*i.e.* frutos climatéricos); después de la recolección continúan estándolo y siguen desarrollando los procesos metabólicos y manteniendo los sistemas fisiológicos, que operaban mientras se hallaban adheridas al vegetal del que proceden (Wills *et al.*, 1998). Cualquier fruto recolectado demasiado pronto o demasiado tarde de su campaña es más susceptible a desordenes fisiológicos y tiene una vida más corta que los frutos recolectados en su estado óptimo (Merodio y Escubiano, 2003)

Desarrollo fisiológico

Los procesos fisiológicos de crecimiento y desarrollo del jitomate dependen de las condiciones del clima, suelo y de las características de la variedad. En relación al desarrollo del fruto, se distinguen seis estadios: (a) ovario fecundado hasta la caída de la corola; (b) mitad del crecimiento; (c) verde inmaduro; d) verde maduro momento en el que ya ha adquirido su

máximo tamaño cambiando a color verde claro; e) pintón (parcialmente rosado) y ; f) rojo maduro.

Los azúcares aumentan rápidamente en los estadios primero, segundo y se estabilizan en el tercero, para incrementarse notablemente en el sexto. La proteína cruda disminuye gradualmente desde el primero hasta el sexto estadio (González *et al.*, 2000)

Transformaciones químicas durante la maduración

En determinado momento del desarrollo de las frutas y hortalizas, el consumidor reconoce que han alcanzado una madurez óptima. Esta condición no es consecuencia de un solo tipo de transformación, común a todos los productos vegetales, si no que se alcanza de diferente modo en los distintos tejidos (Nieto, 1998).

Frutos.- Los frutos climatéricos suelen alcanzar el estadio de plena madurez organoléptica tras haber entrado en el periodo climatérico. Sin embargo, son otros sucesos iniciados por el etileno, con los que el consumidor asocia a la madurez.

Color.- El más notorio de los cambios experimentados por muchas frutas y hortalizas durante la maduración, y con frecuencia el más importante de los criterios utilizados por los consumidores para decidir si está o no madura, es el del color. Las frutas y hortalizas climatéricas pierden su color verde durante la maduración.

El color verde se debe a la presencia de clorofila que es un pigmento fotoreceptor que contiene un complejo orgánico con un átomo de magnesio y la pérdida de este color es consecuencia de la degradación de la clorofila. Una de las causas primordiales de esta declinación son los cambios del pH (debidos principalmente a los ácidos orgánicos en el exterior de la vacuola). La desaparición de la clorofila va asociada a la síntesis o al desenmascaramiento

de otros pigmentos, cuyos colores oscilan entre amarillo y rojo. Muchos de estos pigmentos son carotenoides, hidrocarburos no saturados que suelen tener 40 átomos de carbono y cuyas moléculas pueden estar provistas de una o más funciones oxigenadas. Los carotenoides son compuestos bastante estables y no se alteran en los tejidos aún en avanzado estado de senescencia, su síntesis ha tenido lugar durante el crecimiento, y es simultánea a la degradación de la clorofila (Nieto, 1998). El color en el tomate es debido a los carotenos. El licopeno es el principal carotenoide y comprende el 83% de los pigmentos totales presentes y constituye del 3-7 % del total de carotenos contenidos en el fruto del tomate. En la maduración del fruto en la planta se acumulan ácidos, azúcares, provitamina A y provitamina C, de modo que si se recoge excesivamente inmaduro, aunque se gane en dureza y permita un mejor transporte, se pierde en sabor aroma y contenido nutricional (González *et al.*, 2000).

Carbohidratos.-Cuantitativamente, el cambio más importante asociado a la maduración de los frutos y hortalizas es la degradación de los hidratos de carbono poliméricos. En general, lo más frecuente es la casi total conversión del almidón en azúcares. Estas transformaciones tienen doble efecto ya que alteran tanto el sabor como la textura del producto. El aumento de contenido en azúcares los hacen más dulces e incrementa su aceptabilidad (Wills *et al.*, 1998; Nieto, 1998).

Sólidos Solubles Totales (°Brix).- Es el porcentaje de sólidos solubles presentes en alguna sustancia. En alimentos, este valor indica la cantidad de azúcar (sacarosa) presente en el producto. Este valor es importante ya que la normativa de ciertos productos exige que se mantenga un contenido de sólidos de azúcar determinado (Wills *et al.*, 1998). Uno de los criterios de calidad se basa en el contenido de azúcar, que no debe ser inferior a los 6 °Brix (Escobar *et al.*, 1995, citado por González *et al.*, 2000), o dependiendo de la variedad alrededor de 5-10 °Brix. Durante el crecimiento y maduración de los frutos, el

contenido en azúcares se incrementa significativamente y la relación glucosa/fructosa decrece, los sólidos solubles aumentan desde el estadio verde hasta la plena maduración además cuando se almacenan va aumentando debido a la madurez de los frutos estos están muy relacionados con los parámetros de calidad en el sabor del jitomate (González *et al.*, 2000).

Ácidos Orgánicos.-Durante la maduración, disminuye el contenido de ácidos orgánicos, que son respirados o convertidos en azúcares. Los ácidos pueden considerarse como una reserva energética más de la fruta siendo por consiguiente, que su contenido decline en el periodo de actividad metabólica máxima, en el curso de maduración (Wills *et al.*, 1998). El sabor depende igualmente en azúcares y ácidos orgánicos, lo deseable son frutos con mayor contenido en azúcares y con un contenido moderado de ácidos (Valadez, 1996). En particular, cabe destacar que los jitomates producen ácido cítrico (Cuadro 3).

Cuadro 3. Frutas y hortalizas en las que predomina el ácido cítrico o málico (Wills *et al.*, 1998).

CITRICO		MALICO	
Bayas	Remolachas	Manzana	Brócoli
Cítricos	Hortalizas	Plátano	Zanahoria
Guayaba	Leguminosas	Cereza	Apio
Pera	Piña	Cebolla	Lechuga
Foliáceas		Tomate de cascara	
Jitomate		Melón	

pH.- Es la medida que nos proporciona la acidez o alcalinidad. La escala del pH comúnmente emplea rangos de uso de 0 a 14., donde numéricamente igual a 7 para soluciones neutras, incrementando con la alcalinidad y disminuye con el aumento de la acidez (Wills *et al.*, 1998). La acidez de los frutos de jitomates es responsable junto al contenido en sólidos solubles del sabor, cabe destacar que

el pH del fruto es un parámetro que tiende a ir aumentando con la maduración (González *et al.*, 2000).

Recurso fitogenético y conservación.

Respecto de la colecta y conservación de jitomate en México, Aguilar y Montes (1993) reportan que de 1988 a 1990, realizaron 118 colectas de jitomate, 49 pertenecientes a *Lycopersicon lycopersicum* (jitomate cultivado) y 69 a *Lycopersicon* variedad cerasiforme (jitomate silvestre), principalmente en los estados de Veracruz, Oaxaca y Guerrero. Cabe señalar que en 15 sitios de los estados de Jalisco, Michoacán y Nayarit obtuvieron colectas de la variedad cerasiforme. Las formas cultivadas en las zonas productoras más importantes como Sinaloa, Nayarit, Jalisco y Michoacán correspondieron a variedades mejoradas, mientras que las variedades autóctonas sólo fue posible encontrarlas en algunas regiones de Oaxaca, Guerrero y Veracruz (Aguilar y Montes 1993, citados por Ortega *et al.*, 2000). No obstante, en la actualidad es posible encontrar poblaciones silvestres de *Lycopersicon* diseminadas en Nayarit, Jalisco y Michoacán (Sánchez González, comunicación personal). Las mayores poblaciones de jitomate silvestre se han colectado a altitudes entre 0 y 1 200 m.s.n.m.

Villaseñor y Espinosa (1998) reportaron la presencia de la variedad *leptophyllum* (sinónimo empleado para la variedad *cerasiforme*) en Baja California Norte, Baja California Sur, Chiapas, Chihuahua, Distrito Federal, Guerrero, Jalisco, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Quintana Roo, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Yucatán; principalmente en regiones tropicales y/o en lugares con humedad disponible y sin problemas de heladas. En el cuadro 4, es posible observar el número de accesiones de jitomate conservadas en Bancos de Germoplasma en México.

Cuadro 4. Número de accesiones de *Lycopersicum* conservadas ex situ en cuartos fríos (Informe Nacional 2006 sobre Recursos Fitogenéticos de México para la Alimentación y la Agricultura).

Número de accesiones de lycopersicum conservadas por cuarto frío y a nivel regional						
Región	Institución	Núm. Inventarios	Núm. accesiones	Caracterizadas	Renovar (%)	NO
Centro (129)	INIFAP CELAYA	4	129	95	0	NO
Centro-Sur (531)	Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo	1	280	50	0	NO
	INIFAP-Zacatepec	1	231	100	0	NO
	UACH-Valles C. de Oaxaca	1	20	0	0	NO
Sureste (10)	Univ. Juárez, Tab.	1	10			

Número de accesiones conservadas por región						
Conservación	Noreste	Noroeste	Centro	Centro-Sur	Sureste	Total
En colecciones de campo		8			40	48
En resto de colecciones de semillas			294	20	7	321
En colecciones de trabajo			5	280	1	286
						1325

En 97 localidades de los estados de Colima, Jalisco, Michoacán y Nayarit, en México, se realizaron 133 encuestas entre 2002 y 2006 con el objetivo de evaluar el conocimiento y percepción del uso y manejo de *Solanum lycopersicum* var. cerasiforme, los resultados mostraron que la variedad cerasiforme es muy conocida por la población rural, incluso desde edades tempranas. Se utiliza como alimento, en la elaboración de salsas y también se le da un uso medicinal para humanos y animales. En las respuestas de los entrevistados, se señala que las plantas de tomate son silvestres, toleradas y en ocasiones fomentadas, ya que crecen de manera espontánea en milpas o en la vecindad de las comunidades rurales. (Rodríguez *et al.*, 2009)

Los principales riesgos para su conservación son la aplicación de herbicidas en las áreas cultivadas, quemas de pastizales de los bordes de caminos, cambios en hábitos de consumo por el incremento de productos alternativos que son promovidos comercialmente en las comunidades rurales y no se fomenta su conservación o aprovechamiento. El tomate silvestre ha mostrado amplia capacidad para dispersarse y conquistar áreas perturbadas. Ciertos consumidores los prefieren por su sabor, sin embargo, carece de valor como producto comercial. La variedad cerasiforme es un recurso genético poco apreciado y en riesgo de erosión en la región centro-occidente de México (Rodríguez *et al.*, 2009)

De acuerdo con Aguilar y Montes (1993), es recomendable continuar con la exploración y recolección. Como ejemplo de la rápida pérdida de la diversidad genética se puede mencionar que en Estados Unidos la mayoría de variedades de plantas documentadas y cultivadas históricamente, actualmente ya no se localizan. En el caso del jitomate se ha perdido el 81% de las variedades tradicionales (Hawkes *et al.*, 1983, citado por Aguilar *et al* 2009).

Valoración y gestión de la calidad

Los criterios de calidad difieren en frutas, hortalizas y plantas ornamentales. Además, en cada producto concreto tanto la definición como los criterios asociados a la calidad dependen de la posición que ocupe, quien emite el juicio en la cadena de distribución, etc. La calidad debe definirse en función del uso al cual el producto vaya a ser destinado (González *et al.*, 2000). La calidad del fruto está determinada por factores externos e internos, la percepción de consumidor respecto a la calidad tiene como base la apariencia, el sabor, el aroma y la textura (Lecomte *et al.* 2004)

Criterio de calidad.- El término “calidad” engloba a todas aquellas características, propiedades o atributos que definen a un producto tal como es o el grado de excelencia o superioridad (Merodio y Escubiano, 2003). Los criterios de calidad pueden dividirse en factores internos y externos y los más

importantes son: (1) Aspecto (tamaño, forma, color, brillo, y defectos); (2) textura (firmeza, dureza, consistencia blanda, fibrosa, algodonosa, jugosa, y crujiente); (3) Sabor y Aroma (dulzor, acidez, amargo, malos olores y malos sabores); (4) valor nutricional (carbohidratos, proteínas, lípidos, vitaminas, minerales).

Los criterios de calidad más importantes para el jitomate son: firmeza y sólidos solubles totales y acidez titulable; además, es importante considerar las propiedades nutracéuticas y efecto anticancerígeno que le confieren la presencia de licopeno y de ácido ascórbico (Juárez, *et al.*, 2009).

Actualmente el consumo de frutas y hortalizas con elevados niveles de antioxidantes está adquiriendo gran importancia, debido a las relevantes propiedades de prevención de enfermedades tumorales y cardiovasculares que tienen estas sustancias.

El tomate, dado su elevado consumo durante todo el año, es una fuente muy interesante de antioxidantes (principalmente licopeno, β -caroteno y vitamina C). Por ello, la obtención de nuevos cultivares con altos contenidos en estas sustancias antioxidantes se ha convertido en un objetivo de mejora muy importante en la actualidad. (Juárez, *et al.*, 2009).

Aspecto. La experiencia ha enseñado al consumidor a asociar una determinada calidad con cierto aspecto. El tamaño constituye un importante criterio o atributo de calidad, que puede apreciarse objetivamente, mediante la determinación de la circunferencia o el diámetro, longitud, anchura, peso o volumen de las piezas. La forma es un criterio que con frecuencia permite distinguir entre diversos cultivares. El consumidor exige, con frecuencia, que el producto tenga una determinada figura y rechaza los ejemplares que no la representan. Las frutas y hortalizas con aspecto defectuoso son mal aceptadas. La forma constituye un problema en los programas de selección.

Una de las características distintivas de las frutas y hortalizas es la de constituir el único grupo fundamental de alimentos naturales que ofrece una gran variedad de colores brillantes, por lo que a veces se utiliza solo para

adornar la presentación de otros alimentos aunque el color de la epidermis del fruto no tenga nada que ver con el olor ni el valor nutritivo. Para una valoración visual del grado de madurez de numerosos frutos como jitomates, peras, manzanas y plátanos se utilizan cartas con patrones de pigmentación (Wills *et al*, 1998).

Cabe mencionar que existen normas de calidad para la comercialización y exportación de la mayoría de frutas y hortalizas. La siguiente información se realiza en base a los requisitos establecidos en la reglamentación que tiene por objeto definir las características de calidad. Algunas de las normas del jitomate de acuerdo a SAGARPA, (2008) indican que en condiciones mínimas los frutos de esta especie deberán reunir las siguientes condiciones: ser sanos, frescos, limpios, secos, maduros, firmes, bien formados, y encontrarse libres de insectos vivos, podredumbres, decoloraciones, manchas, rajaduras, florones, costillados, olores y sabores extraños, sobre madurez, inmadurez (verdes), la separación del fruto de la planta debe ser neta y estar cicatrizada.

Tipos Comerciales: (1) Redondo: Cuando el diámetro transversal es igual o mayor que el eje longitudinal; (2) Perita: Cuando el eje longitudinal es mayor que el diámetro transversal. Dentro de este tipo se considera a los tomates de características similares que cumplan dicha función (cuadro 5).

Cuadro 5. Clasificación por tamaños (SAGARPA, 2008) modificado

Tamaños de Jitomate	Tipo Redondo Eje transversal	Tipo Perita Eje transversal
Grandes	Mayor de 7,5 cm	Mayor de 4,5 cm
Medianos	de 6 a 7,5 cm	de 3,5 a 4,5 cm
Chicos	de 4 a 6 cm	de 2,5 a 3,5 cm

Valor Nutritivo. El valor nutritivo es probablemente el aspecto al que menos consideración presta el consumidor a la hora de decidir si adquiere o no un determinado producto, debido a que la mayor parte de los nutrimentos esenciales ni se ven ni se saborean.

El principal nutrimento de las frutas y hortalizas es la vitamina C, cuyo aporte, a la dieta de la mayoría de los seres humanos, depende exclusivamente de frutos. Así como el contenido de carbohidratos, proteínas, lípidos, vitaminas y minerales.

Todos los que participan en la industria hortofrutícola deben procurar que el valor nutritivo de estos productos sea el más alto posible, ya que así contribuirán a mejorar la salud de la comunidad, sin necesidad de modificar sus hábitos alimenticios. Sin embargo, la aceptación por los productores y los consumidores de variedades con un valor nutritivo superior ha sido muy marginal (Merodio y Escubiano 2003).

El licopeno es el principal caroteno estos no solo son importantes por la coloración de la epidermis del fruto también es fuente de vitamina A y recientemente se ha encontrado los efectos preventivos contra el cáncer, sin embargo esta exento de toda actividad vitamínica pero contribuye a los mecanismos de actividad antioxidante de los organismos que los consume.

Aquí se muestra un comparativo entre los nutrimentos del jitomate común y jitomate cherry (González *et al.*, 2000) (Cuadro 6).

Cuadro 6. Diferencias en la composición de jitomate común y jitomate cherry (Modificado de González y colaboradores, 2000).

Referido a 100g materia fresca	Jitomate común	Jitomate cherry
Calorías	19.00	38.00
Proteínas (g)	1.10	1.70
Lípidos (g)	0.30	0.50
Agua (g)	93.80	88.90
Calcio (g)	11.00	18.00
Hierro (mg)	0.60	0.60
Vitamina B1(g)	0.06	0.13
Vitamina C (mg)	24.00	48.00
Materia seca (g)	6.20	11.10

Factores poscosecha que influyen en la calidad. No todas las modificaciones sufridas por las frutas y hortalizas necesariamente tienen que resultar en detrimento de su calidad. Numerosos cambios fisicoquímicos acaecidos en poscosecha son esenciales para que los frutos conserven las

características organolépticas deseables. En general, muchos frutos climatéricos, como el mango, plátano y jitomate se cosechan en un estado de madurez incipiente, dejándoles luego que sigan madurando. De acuerdo con Wills y colaboradores (1998) este deterioro poscosecha de la calidad puede tener lugar por diversas vías que pueden agruparse bajo cinco aspectos fundamentales:

El estrés metabólico. Implica un metabolismo normal, que conduce a la senescencia responsable del desarrollo de alteraciones fisiológicas.

La transpiración (pérdida de agua en los tejidos vegetales por evaporación) puede acarrear un rápido descenso de la calidad (además de la pérdida de peso y la consiguiente disminución del valor económico). La disminución de agua afecta fundamentalmente el aspecto por marchitamiento, arrugamiento y cambios de textura, el descenso en la cantidad de agua puede afectar a la calidad nutritiva.

Las lesiones mecánicas. Deterioran la calidad visual, principalmente porque las abrasiones, magulladuras y cortes son antiestéticos y porque aumentan el ritmo metabólico general debido al intento de cicatrización de la herida.

Los microorganismos. Pueden considerarse con frecuencia como un estrés secundario dado que su proliferación se ve generalmente facilitada por la lesión mecánica, la transpiración, las alteraciones metabólicas como la senescencia y las alteraciones fisiológicas. En consecuencia, muchos problemas microbiológicos pueden eliminarse o minimizarse mediante una buena práctica de manipulación poscosecha. Las enfermedades poscosecha son producidas fundamentalmente por hongos, aunque también sean patógenas ciertas levaduras y algunas bacterias. El crecimiento de los patógenos puede ser muy rápido y causar grandes pérdidas si las condiciones ambientales de temperatura, pH, y actividad de agua son favorables para su crecimiento.

Determinaciones Químicas. Es evidente que el grado de madurez puede medirse mediante la determinación de ciertas características químicas del producto; este sistema ofrece las ventajas de que, en numerosas ocasiones, están relacionadas con las sensaciones que despierta el consumo del producto (*i.e.* dulce o ácido; Wills *et al.*, 1998).

La acidez titulable es fácil de determinar en el jugo extraído, mediante una disolución alcalina (habitualmente NaOH, 1N), hasta el viraje de un indicador de pH (generalmente fenolftaleína) o hasta alcanzar un pH específico. Durante la maduración fisiológica y organoléptica con frecuencia, decae la acidez muy rápidamente. Las variaciones organolépticas están relacionadas con un cociente azúcar/ácido, ambas variables expresadas en términos de peso sobre peso fresco. La acidez titulable y el pH no están directamente relacionados, dado que el pH depende de la concentración de iones hidrógeno libres y de la capacidad tampón del jugo extraído. Sin embargo, el pH constituye una medida útil y de fácil obtención con la ayuda de un potenciómetro ya que se puede obtener este valor y en la actualidad se emplea mucho (Wills *et al.*, 1998; Nieto, 1998)

El contenido en azúcar se puede medir directamente por procedimientos químicos pero, como quiera que sea el componente mayoritario de los sólidos solubles, resulta más fácil, e igualmente útil, determinar en el jugo extraído, mediante un refractómetro o un densímetro. Estos instrumentos se basan en la medida de la refracción de la luz a su paso a través de una muestra pequeña del jugo y en la relación entre densidad del jugo y contenido en azúcares, respectivamente (Wills *et al.*, 1998). Estas determinaciones son sumamente importantes en este tipo de jitomate silvestre (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) debido que en la actualidad existe poca información del mismo, en estudios anteriores a este, se le realizaron análisis químicos en pulpa como es el caso del artículo de Juárez-Crisanto *et al.*, (2010) y Juárez- López *et al.*, (2009), en donde se han demostrado resultados en forma general similares a los de este estudio.

La mayor parte de los estudios realizados hasta el momento se han centrado en el análisis del contenido en los principales azúcares y ácidos orgánicos, estableciéndose la importancia del contenido en azúcares y su relación con los ácidos sobre la intensidad de sabor (Cebolla *et. al.*, 2006).

Varios trabajos han establecido el papel del contenido de sólidos solubles, ácidos y azucares en el sabor y su intensidad, en frutos de jitomate. El sabor del jitomate depende del balance entre el contenido de azúcar y de ácidos (Causse *et al.*, citado por Salgado, 2011) y es evaluado por mediciones de sólidos solubles, pH, acidez titulable y la relación sólidos solubles totales/acidez.

Es un hecho bien conocido que el dulzor tiene alta correlación con el contenido de sólidos solubles, pH y en menor grado con la acidez titulable (Fernández *et. al.* 2004). Esto sucede porque los principales constituyentes involucrados en el nivel de sólidos solubles en jitomate son todos los azucares solubles. El pH y la acidez titulable son buenas medidas de los ácidos libres y la concentración de iones H, responsables del sabor agrio o acidez de una solución, sin embargo el contenido de sólidos solubles, azúcares y acidez titulable contribuyen fuertemente a la intensidad del sabor en general.

Estas tres características son variables ambiguas dado que el perfil y el contenido de las sustancias que contribuyen a ellos pueden variar grandemente entre accesiones.

La concentración de sólidos solubles es la cantidad de compuestos presentes en el extracto de los frutos. Los azúcares y ácidos orgánicos representan aproximadamente el 60% de la materia seca (Ruiz *et al.*, 2005). Los principales azucares reductores (glucosa, fructosa y en cierto grado sucrosa) y los ácidos orgánicos (cítrico y málico) del jitomate, han probado contribuir a la acidez y dulzor y son factores importantes en la intensidad del sabor, a la vez que son los compuestos más abundantes. La concentración de sólidos solubles varía en relación al contenido de agua en los frutos; y dado que aún durante la maduración el fruto mantiene la capacidad de transporte de

fotosíntatos, razón por la cual los frutos pueden alcanzar mayor calidad cuando maduran en la planta.

Los ácidos orgánicos no sólo son importantes por su efecto en el sabor del fruto, sino también por sus efectos en los procesos de industrialización, ya que además de los ácidos cítrico y málico se pueden encontrar el fórmico, el acético, y el transaconítico en bajas concentraciones. La acidez del jitomate depende en gran medida de la variedad y los valores más altos se presentan durante la maduración con la aparición del color rosado, para después reducirse progresivamente (Nuez, 2001, Foodlad, 2007).

El pH es una medida más objetiva del sabor agrio que la acidez titulable (Stevens, *et al.*, 1977) la relación entre los dos factores es compleja pues algunos amortiguadores de pH pueden influir en ella, por lo cual es conveniente medir ambos parámetros.

En ensayos se ha visto que los niveles de vitamina C varían considerablemente según la especie considerada (desde 80 mg/kg de peso fresco en variedades cultivadas hasta 1.113 mg/kg de peso fresco en *S. pimpinellifolium* L. (Galiana-Balaguer *et al.*, 2001).

En cuanto a los carotenoides, se han observado grandes variaciones entre distintos cultivares. De tomate el (β -caroteno varió de 0,5 a 20 mg/kg pf y el licopeno de 8 a 250 mg/kg pf) (Hanson *et al.*, 2004).

Además la concentración de algunos de los principales ácidos y azúcares presentes en las accesiones de jitomate (parientes silvestres) pueden estar bajo control genético de herencia simple como se ha reportado para los ácidos málico y cítrico (Fernández *et al.*, 2004); y para sacarosa (Yelle, *et al.*, citado por Fernández *et al.*, 2004). Por otro lado se ha reportado que varios genotipos nativos de jitomate producen frutos con una concentración de sólidos solubles mayor al de las variedades cultivadas (Martínez; Young *et al.*, citados por Juárez, *et al.*, 2009). Los frutos de las especies silvestres pueden alcanzar hasta 15% de sólidos solubles totales respecto al peso fresco de la fruta, cantidad que es tres veces mayor a la que se encuentra en las variedades cultivadas (Salgado, 2011).

En los casos en que los programas de mejoramiento pueden fácilmente manejar genes de componentes individuales responsables del sabor y aún cuando la determinación de estos pudiera ser la mejor vía para seleccionar germoplasma con alta intensidad del sabor, el dulzor ha correlacionado mejor con el contenido total de azúcares que con el contenido de la glucosa o la fructosa; el sabor agrio o la acidez estuvo mejor correlacionada con pH o acidez titulable que con el contenido de ácido cítrico o málico; y la intensidad total de sabor correlaciona mejor con sólidos totales y acidez titulable que con los azúcares o ácidos de manera individual. Estas respuestas se atribuyen a interacciones entre azúcares y ácidos de manera individual o entre los grupos de ácidos y azúcares entre sí, que se reflejan de alguna manera en el contenido de sólidos solubles, pH y acidez titulable (Fernández *et al.*, 2004).

En este contexto, las fuentes de variabilidad más prometedoras para alto contenido en antioxidantes y componentes del sabor parecen ser accesiones de especies relacionadas (principalmente *S. pimpinellifolium*). Sin embargo, existe una amplia variabilidad en tomate cultivado (*S. lycopersicum* L.) o en la más cercana filogenéticamente *S. lycopersicum* var *cerasiforme* L. (Adalid *et al.*, 2007).

(Lecomté *et al.*, citado por Salgado (2011), señalan que es posible incrementar significativamente el contenido de sólidos solubles totales sin disminuir el tamaño de los frutos, principalmente cuando se utilizan especies silvestres en la obtención de híbridos; es decir, la calidad de jitomate podría ser ampliamente mejorada genéticamente, aumentando el contenido de azúcares y ácidos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Material genético

Como parte de un proyecto para coleccionar, caracterizar y conservar muestras de poblaciones de jitomate silvestre existentes en el Occidente de México, durante el período comprendido entre los años de 2002 a 2006 se realizaron actividades de exploración y colecta iniciando por información recabada de herbarios, bancos de germoplasma, inventarios florísticos y bases de datos de investigadores.

El área de estudio se delimitó a los estados de Jalisco, Nayarit, Michoacán y Colima, y en el período referido se integraron muestras e información que incluyó los datos geográficos de 322 sitios de recolección de frutos de *Solanum lycopersicum* variedad *cerasiforme* en dichas Entidades. La obtención de muestras se realizó durante la época del año en que se presentan los frutos de esta especie y que de manera general ocurrió entre los meses de octubre a mayo. La localización geográfica de cada uno de los sitios de colecta se registró mediante un geoposicionador GPS Garmin XL-12, y la altitud mediante GPS y altímetro marca Thommen.

Las características climáticas y el tipo de suelo de los sitios de colecta se obtuvieron empleando el Sistema de Información Ambiental Nacional (SIAN) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) (Medina *et al.*, 1998), compendiado en el sistema de información geográfica IDRISI32 (Eastman, 1999), en formato raster (celdas) y bajo una resolución para la República Mexicana de 900 m.

Del conjunto total de muestras obtenidas se realizaron evaluaciones previas de diferentes grupos de muestras de las colectas obtenidas cada año, desde 2002 hasta 2007. De estos grupos y con la información climática se eligió un grupo de 12 muestras correspondientes a 12 poblaciones de la especie obtenidas de 12 localidades; las muestras empleadas en el estudio se eligieron

para tener representada la variación climática de la región (que corresponden a poblaciones en los estados mencionados (Canela, 2008) en donde ha sido encontrada la especie (Cuadro 7).

De estas 12 poblaciones genéticas de *Solanum lycopersicum variedad cerasiforme* asociadas a 12 localidades, se separaron muestras de la semilla originalmente colectada y se estableció el ensayo realizado en 2008 bajo condiciones de invernadero en el CUCBA. El manejo del cultivo se detalla más adelante. Durante la cosecha, del fruto obtenido se recolectaron 10 frutos de cada localidad y se llevaron al laboratorio para su análisis; de los frutos restantes se extrajo la semilla y se integraron muestras para conservación en almacenamiento refrigerado y muestras para establecer el experimento el año siguiente. De la misma manera se procedió para los años 2009 y 2010.

Evaluación de las poblaciones bajo condiciones de invernadero.

La investigación se llevó a cabo bajo condiciones de Invernadero (con cubierta de plástico) del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara, ubicado en las Coordenadas: 24° 44'44.2" de Latitud norte y 103°30'41.1" de Longitud Oeste y una altitud de 1692 msnm, con tipo de clima subtropical subhúmedo semicálido, en tipo de suelo acrisol órtico. Los experimentos se realizaron en los ciclos agronómicos de primavera – verano de los años 2008, 2009 y 2010.

Cuadro 7. Representación de tipo de clima y suelo de las 12 poblaciones en Colima, Jalisco, Michoacán y Nayarit.
(Canela, 2008)

Localidad	Municipio	Estado	Latitud			Longitud			Altitud	Tipo Climático	Tipo de suelo
Las Palmas	Chapala	Jalisco	20	17	32.6	103	18	8.1	1566	Subtrópico subhúmedo semicálido	feozem háplico
Tequila	Tequila	Jalisco	20	54	4.3	103	50	7.3	1205	Trópico semiárido cálido	feozem háplico
San Miguel del Zapote	Techaluta de Montenegro	Jalisco	20	7	11.8	103	32	40.6	1360	Trópico subhúmedo muy cálido	litosol
Alcaraces	Cuauhtémoc	Colima	19	21	36.7	103	34	38.1	1146	Subtrópico subhúmedo semicálido	litosol
Tecolotlán	Tecolotlán	Jalisco	20	12	40.8	104	4	9.5	1248	Trópico subhúmedo cálido	feozem háplico
Tecalitlán	Tecalitlán	Jalisco	19	30	46.0	103	18	8.2	1187	Trópico subhúmedo cálido	feozem háplico
Sayula-Ayutla	Ayutla	Jalisco	19	56	58.2	103	31	54.6	1372	Subtrópico subhúmedo semicálido	litosol
Yurécuaro	Tanhuato de Guerrero	Michoacán	20	16	31.9	102	23	43.5	1565	Subtrópico semiárido semicálido	vertisol pélico
La Rosa	Tamazula de Gordiano	Jalisco	19	45	23.8	103	9	39.4	1186	Subtrópico subhúmedo templado	vertisol pélico
Rancho el Atajo	Mascota	Jalisco	20	36	40.8	104	51	38.1	1275	Trópico subhúmedo muy cálido	regosol éutrico
Tierra Generosa	Tecuala	Nayarit	22	18	9.3	105	16	39.1	35	Trópico subhúmedo cálido	cambisol
Coámiles	Tuxpan	Nayarit	21	55	49.5	105	15	15.6	22	Trópico semiárido muy cálido	cambisol

Siembra.- Se realizó en charolas de poliestireno de 200 cavidades, empleando peat moss 3 (turba oscura) como sustrato. Cabe señalar que las semillas tuvieron un tratamiento previo de hidratación con Nitrato de Potasio (2% p/v) durante 10 min. Posteriormente, se colocaron 3 semillas por celda en orificios de 0.5 cm de profundidad y se cubrieron con sustrato y los primeros riegos se dieron con agua de pozo.

A partir de la emergencia, se aplicó la solución nutritiva Universal de Steiner (1961, 1966, 1973, 1984) iniciando con una concentración total de iones de 0.36 atm., hasta que la planta alcanzó la altura de 15 cm aproximadamente y diámetro de tallo (grosor apreciado a simple vista) suficientes para ser trasplantadas, (por ser plantas silvestres de la variedad cerasiforme, su tamaño es inferior al jitomate cultivado).

Trasplante.- Se realizó aproximadamente de 40 a 48 días después de la emergencia, observándose heterogeneidad en las poblaciones en emergencia, lo cual posiblemente se relacione con la existencia de latencia en la semilla, lo que originó plantas con diferencia en la altura alcanzada al momento del trasplante.

Las plántulas se colocaron en suelo en camellones de 1 m de ancho cubiertos con acolchado plástico (plata/negro) expuesto a la vista el color plata. La separación entre plantas fue de 50 cm, formando una doble hilera sobre el camellón, y sobre la línea las plantas se distanciaron a 20 cm entre sí. Bajo el acolchado se colocaron 4 cintas de riego, 2 por cada hilera de plantas, con orificios cada 20 cm.

La concentración total de iones de la solución nutritiva a partir del trasplante se elevó a 0.72 atm., variando el volumen de riego de acuerdo al

desarrollo y necesidades observados en la planta, iniciando con tres riegos cortos aproximados de 5 min por semana hasta aplicar de 3 a 4 riegos más largos aproximadamente de 15 min por semana en la etapa productiva.

Conducción.- Se realizó poda a un tallo, eliminado a los 40 días después del trasplante los brotes axilares basales y colocando un tutor de hilo rafia unido a un alambre colocado sobre las hileras de plantas a 1.7 m sobre el nivel del suelo.

Posteriormente se continuó la conducción del tallo principal, eliminando los brotes axilares cuando alcanzaban alrededor de 5 cm de longitud. Cada tercer día fue necesario eliminar brotes axilares nuevos donde habían sido eliminados los anteriores debido a que la especie muestra un desarrollo profuso de ramificaciones, se ajustaba el hilo rafia.

Las plantas se despuntaron cuando alcanzaron la altura del alambre soporte, entre el quinto y sexto racimo floral; y se continuó la poda de los brotes espontáneos que en la planta silvestre aparecen en el limbo de las hojas, raquis, axilas y en los extremos de los racimos florales.

Durante los tres ciclos de cultivo se presentaron algunos individuos de mosca blanca que no ameritaron la aplicación de un control químico; además se observó ácaro bronceado (*Aculops lycopersici*) en los períodos en que el ambiente se mostraba más seco (reducción de lluvia en el ciclo en julio o agosto) y se aplicó el fungicida acaricida Sultron* 725 (*i.e.* azufre elemental 52%).

En el mes de septiembre, al bajar las temperaturas y mantenerse una humedad relativa alta, se presentaron síntomas de tizón tardío el cual se controló con fungicidas como Cupravit (*i.e.* Oxidocloruro de cobre 85%), Ridomil Gold Bravo (*i.e.* Metalaxil 4.5% + Clorotalonil 72%), preventivo y curativo, respectivamente, a las dosis recomendadas por el fabricante.

Al alcanzar las plantas la altura del alambre (1.7 m), aproximadamente de 5 a 6 racimos, se eliminaron los brotes terminales (despunte) y se continuó cada tercer día con la eliminación de brotes vegetativos.

Unidad y diseño experimental

Cada experimento se estableció bajo un diseño de bloques al azar con dos repeticiones, en cada bloque se distribuyeron al azar las 12 poblaciones quedando constituida cada unidad experimental por 10 plantas.

Al momento de la cosecha, cuando el fruto alcanzó la madurez fisiológica (indicada por su pigmentación roja o amarillo intenso y consistencia firme), se tomaron al azar 10 frutos de las 10 plantas de la unidad experimental, para las dos repeticiones. Posteriormente se llevaron al laboratorio.

Análisis en el laboratorio

Los frutos colectados fueron llevados al laboratorio de análisis de suelos del CUCBA donde se realizaron las siguientes determinaciones acorde con Neri y colaboradores (1999), Arriaga y colaboradores (2000, 2001).

Peso del fruto (g). Se seleccionaron 10 frutos al azar de las 12 poblaciones el peso se determinó con una balanza granataria (Marca PRECISA, modelo 620C)

Medición del diámetro polar y ecuatorial (cm).- Con un vernier digital (Marca Mitutoyo modelo CD- 6"– CSX) se midió el largo de la base al ápice y el ancho en la parte ecuatorial del fruto.

Determinación química de la pulpa.- Se partieron los frutos a la mitad y se les quitó la cáscara y semillas, frotándola suavemente en una coladera y la pulpa

se colectó en un recipiente. Enseguida, se realizaron las siguientes evaluaciones:

- A. Sólidos Solubles Totales (SST). Se empleó un refractómetro de mano (Marca ATAGO N- 1ABX a una escala °Brix -0-32%), colocando gotas de la pulpa directamente en el refractómetro, los resultados se expresaron en (°Brix a 20°C).
- B. pH: En esta determinación se pesaron 6g de pulpa se colocó directamente en el potenciómetro previamente calibrado (Marca BECKMAN, modelo ZEROMATIC - SS - 3).
- C. Acido Cítrico: Se determinó con base en el método propuesto por Kader (1992). Utilizando una solución de Hidróxido de sodio al 0.1 Normal para titular.

$$\% \text{ de ácido cítrico} = \frac{\text{ml utilizados de NaOH} \times \text{N de NaOH} \times 6.4}{6 \text{ g de pulpa}}$$

Análisis Estadístico

Los análisis estadísticos se llevaron a cabo empleando el paquete estadístico SPSS® versión 19 y SAS versión 8.1. Los datos se evaluaron para normalidad empleando la prueba de Kolmogorov-Smirnov y para la homogeneidad de varianzas usando la prueba de Levene-Dytham, (2003). Los parámetros de peso fresco, diámetro ecuatorial y polar así como °Brix, pH y ácido cítrico fueron comparados entre poblaciones por año empleando un ANOVA de una vía. Los datos de todas las cosechas fueron analizados empleando un ANOVA de dos vías (o combinado con factores poblaciones y años), (Kinneer *et al.*, 2000). En las variables donde se presentaron diferencias significativas se realizaron pruebas de comparación de medias de Tukey al 5%.

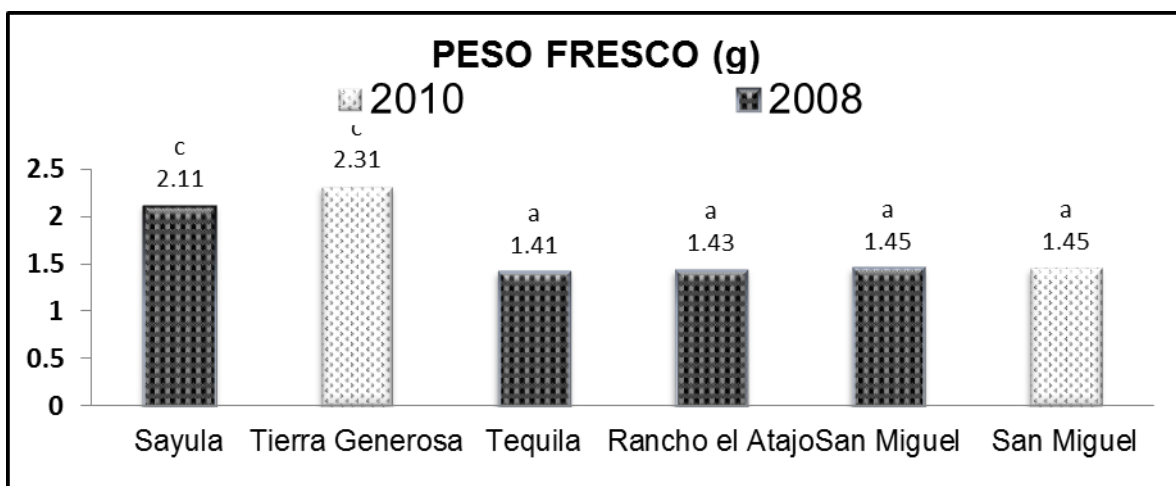
IV. RESULTADOS

Los análisis del fruto de jitomate (*Solanum lycopersicum* var. cerasiforme) se clasificaron en 2 tipos: (1) físico; y (2) composición química de la pulpa; en ambos casos primero se tratan los resultados de los análisis individuales de cada uno de los años de evaluación y enseguida el análisis combinado de los tres años. A continuación se presentan los resultados:

ANÁLISIS FÍSICO DEL FRUTO

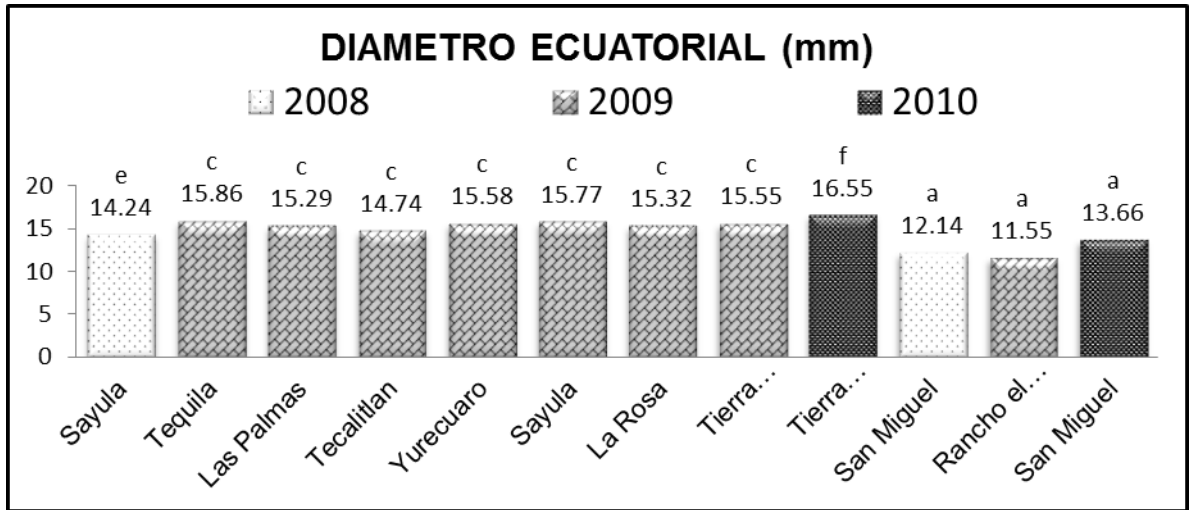
En las tres características estimadas de atributos físicos del fruto, se observaron diferencias altamente significativas entre las poblaciones en el análisis de varianza en los tres años en evaluación, a excepción del peso de fruto en el año 2009. (Figura 1, 2 y 3).

Figura 1. Peso Fresco promedio de las poblaciones con los valores mas altos y bajos por año de evaluación.



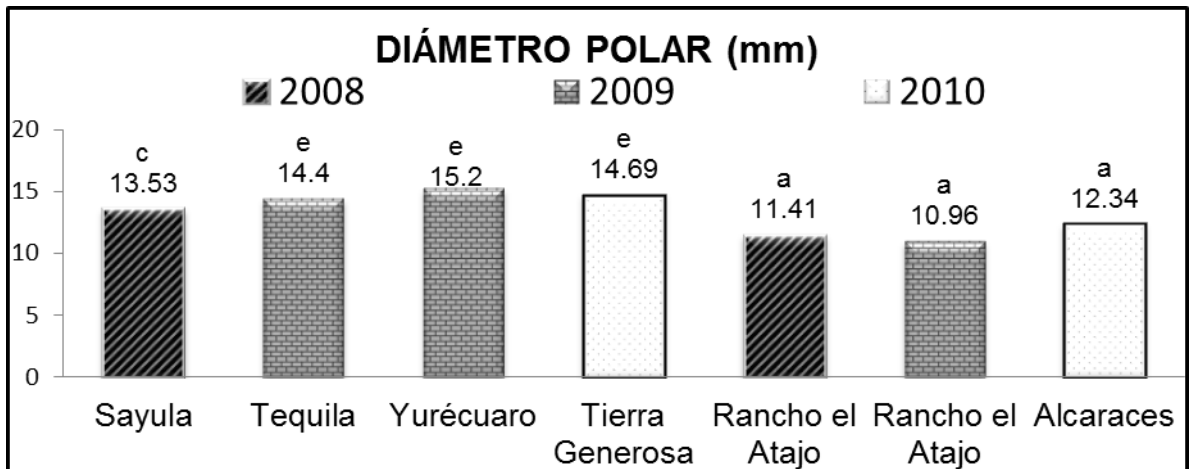
Medias con la misma letra no son diferentes estadísticamente. (Tukey, Prob. 0.05)

Figura 2. Diámetro Ecuatorial promedio de las poblaciones con los valores mas altos y bajos por año de evaluación.



Medias con la misma letra no son diferentes estadísticamente. (Tukey, Prob. 0.05).

Figura 3. Diámetro Polar promedio de las poblaciones con los valores mas altos y bajos por año de evaluación.



Medias con la misma letra no son diferentes estadísticamente. (Tukey, Prob. 0.05).

Cuadro 8: Características físicas de los frutos de jitomate silvestre (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) obtenidos a partir de 12 poblaciones en Jalisco, Colima, Michoacán y Nayarit.

Población	2008			2009			2010		
	PF ⁺ (g)	DE (mm)	DP (mm)	PF (g)	DE (mm)	DP (mm)	PF (g)	DE (mm)	DP (mm)
Las Palmas	1.66±.05ab	13.03±.18abcd	12.29±.18abc	2.19±.19	15.26±.55c	14.83±.36cde	1.88±.06cd	15.38±.17de	14.12±.20cde
Tequila	1.41±0.04a	12.22±.25ab	11.70±.27ab	2.40±.10	15.86±.36c	15.40±.34e	1.57±0.7abc	14.38±.24abcd	13.16±.26abc
San Miguel	1.50±.05a	12.14±.23a	11.82±.32ab	2.08±.10	13.91±.38bc	13.55±.45cde	1.45±.05a	13.66±.24a	12.77±.14ab
Alcaraces	1.7±.06ab	13.64±.26cde	11.63±.21ab	1.86±.32	13.85±.23bc	12.82±.18abc	1.50±.08ab	13.95±.29ab	12.34±.31a
Tecolotlán	1.66±.06ab	13.57±.26cde	11.66±.22ab	2.06±.14	14.11±.65bc	13.08±.64bcd	1.87±.11cd	15.39±.31de	13.90±.37cde
Tecalitlán	1.86±.05bc	13.69±.26de	12.07±.21ab	1.93±.15	14.74±.45c	14.11±.38cde	2.02±.05de	15.30±.18cde	13.57±.15bcd
Sayula	2.11±.11c	14.24±.27e	13.53 ±.19c	1.96±.14	14.77±.42c	14.19±.38ccde	2.06±.10de	15.53±.36ef	14.32±.22de
Yurécuaro	1.70±.04ab	13.03±.14abcd	12.27±.32abc	2.33±.20	15.58±.54c	15.20±.56e	1.92±.06cd	15.34±.14de	14.13±.24cde
La Rosa	1.72±.06ab	13.32±.18bdce	11.75±.24ab	2.15±.14	15.32±.36c	14.19±.33cde	2.05±.07de	15.73±.21ef	14.10±.20cde
R. El Atajo	1.43±.04a	12.49 ±.25abc	11.41±.24a	1.63±.09	11.55±.32a	10.96±.27a	1.76±.03abcd	14.19±.10abc	13.68±.11bcde
Tierra Generosa	1.89±.05bc	13.76±.20de	12.79±.34bc	2.24±.07	15.50±.32c	14.91±.23de	2.31±.05e	16.55±.11f	14.69±.21e
Coámiles	1.83±.09bc	13.36±.20bcde	12.87±.36bc	2.00±.10	12.46±.30ab	11.62±.28ab	1.85±.09bcd	15.06±.31bcde	13.46±.21bcd
Promedio	1.7	13.21	12.15	2.07	14.41	13.71	1.85	15.04	13.69
DHS	0.28	1.11	1.2	0.76	2.03	1.81	0.36	1.11	1.1
Significancia	***	***	***	n.s	***	***	***	***	***
CV (%)	11.28	5.6	6.6	24.68	9.45	8.85	13.07	4.93	5.39

Medias con la misma letra no son diferentes estadísticamente. (Tukey, 0.05). CV=Coeficiente de variación.

PF= peso fresco; DE=diámetro ecuatorial; DP= diámetro polar. ***P≤0.001 (Altamente significativa)

Cuadro 9. Análisis de varianza, características físicas de los frutos de jitomate silvestre (*Solanum lycopersicum* var. cerasiforme) obtenidos a partir de 12 poblaciones en Jalisco, Colima, Michoacán y Nayarit.

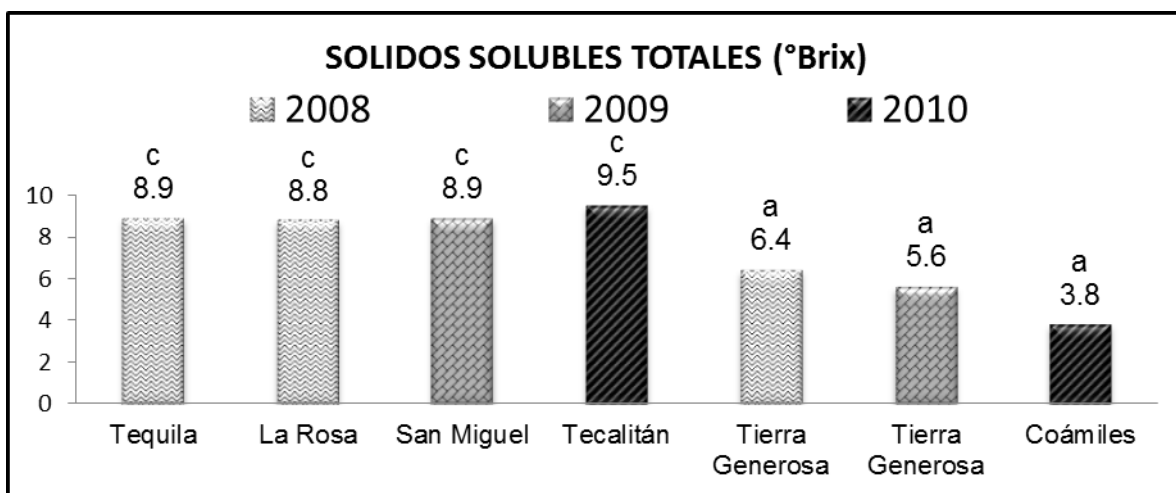
Fuentes de Variación	Grados de Libertad	2008			2009			2010											
		PF	DE	DP	PF	DE	DP	PF	DE	DP									
		(°Brix)		(%)	(°Brix)		(%)	(°Brix)		(%)									
		CM	Prob.> F	CM	Prob.> F	CM	Prob.> F	CM	Prob.> F	CM	Prob.> F	CM	Prob.> F	CM	Prob.> F	CM	Prob.> F		
Repeticiones	20	0.11		1.29		1.60		0.36		1.96		2.36		0.07		0.99		1.84	
Años	2	0.403	***	4.23	***	4	***	0.46	ns	17.4	***	19	***	0.65	***	6.94	***	34	***
Error	99	0.037		0.55		0.64		0.26		1.86		1.48		0.06		0.55		0.55	
Total	119																		

P≤.001 (Altamente Significativa), ns (No Significativa).

ANÁLISIS QUÍMICO DE LA PULPA DEL JITOMATE

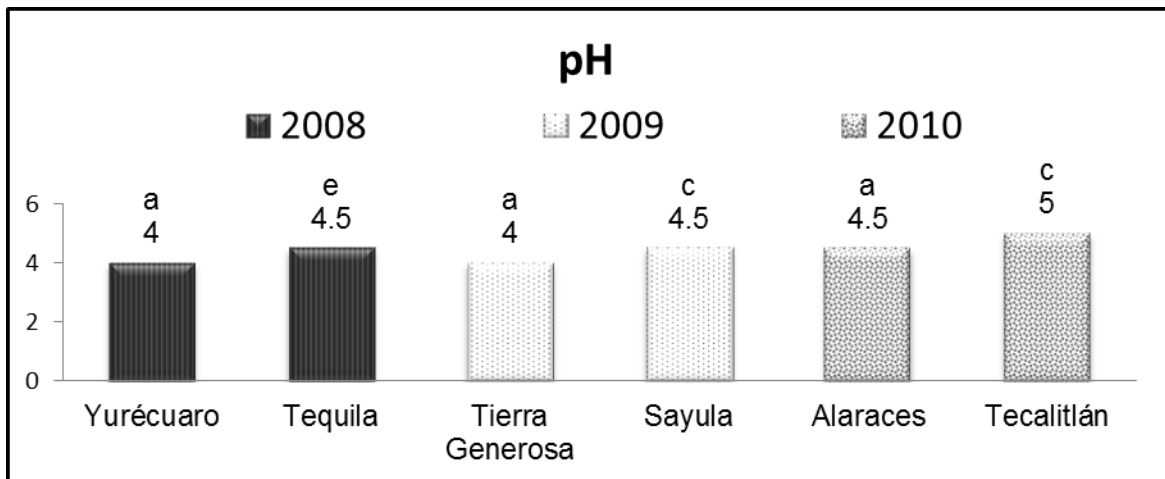
Se registraron 3 parámetros indicadores que son: Sólidos Solubles Totales (°Brix), pH y ácido cítrico. En las tres características estimadas, se observaron diferencias altamente significativas entre las poblaciones en el análisis de varianza en los tres años en evaluación, a excepción de la acidez titulable en el año 2010. (Figura 4, 5 y 6)

Figura 4. Sólidos Solubles Totales (°Brix) promedio de las poblaciones con los valores más altos y bajos por año de evaluación



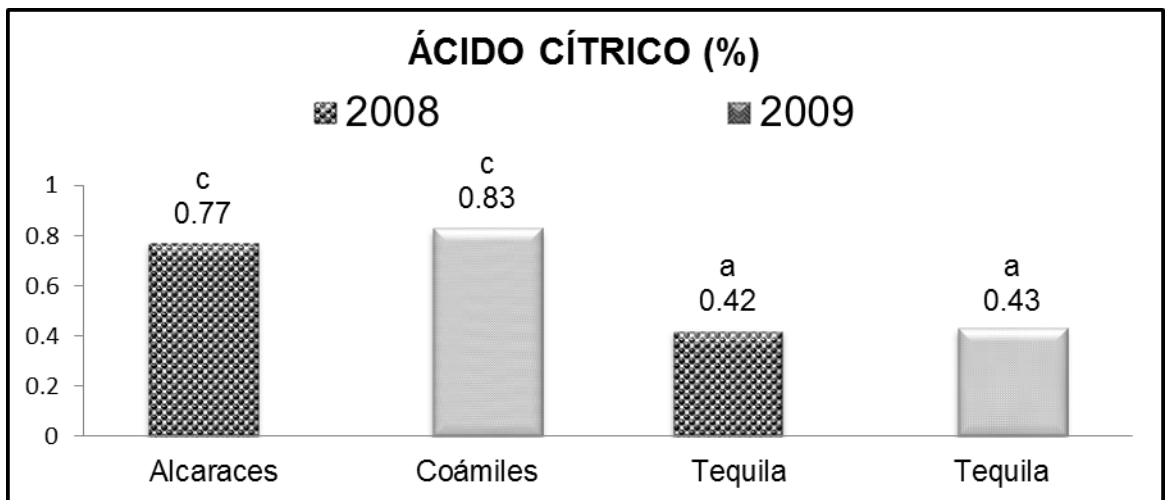
Medias con la misma letra no son diferentes estadísticamente. (Tukey, Prob. 0.05).

Figura 5. pH promedio de las poblaciones con los valores más altos y bajos por año de evaluación



Medias con la misma letra no son diferentes estadísticamente. (Tukey, Prob. 0.05)

Figura 6. Ácido cítrico promedio de las poblaciones con los valores más altos y bajos por año de evaluación.



Medias con la misma letra no son diferentes estadísticamente. (Tukey, Prob. 0.05)

Cuadro 10. Características químicas de los frutos de jitomate silvestre (*Solanum lycopersicum* var. cerasiforme) obtenidos a partir de 12 poblaciones en Jalisco, Colima, Michoacán y Nayarit.

Poblaciones	2008			2009			2010		
	SST (°Brix)	pH	AT (%)	SST (°Brix)	pH	AT (%)	SST (°Brix)	pH	AT (%)
Las Palmas	7.5±.18bc	4.2±.03abcd	0.60±.01bcd	7.10±.44ab	4.1±.20ab	0.60±.01bc	7.3±.41cde	4.7±.04ab	0.69±.01
Tequila	8.9±.33d	4.5±.06e	0.42±.02a	7.6±.45bc	4.3±.08abc	0.43±.01a	6.2±.58bcd	4.7±.03ab	0.69±.01
San Miguel	8.2±.09cd	4.2±.0.2abcd	0.70±.00ef	8.9±.43c	4.3±.02abc	0.57±.01ab	9.1±.68ef	4.8±.06bc	0.72±.03
Alcaraces	8.0±.29cd	4.2±.03abcd	0.77±.02f	7.2±.39b	4.1±.08ab	0.73±.03cd	5.5±.30abc	4.5±.04a	0.71±.02
Tecolotlán	8.1±.11cd	4.2±.05abcd	0.64±.01bcde	7.9±.23bc	4.0±.05ab	0.66±.02bc	8.7±.31ef	4.7±.02ab	0.63±.00
Tecalitlán	7.7±.22c	4.1±.02abc	0.67±.01de	7.4±.23bc	4.3±.05abc	0.62±.05bc	9.5±.27f	5.0±.03c	0.68±.02
Sayula	8.1±.12cd	4.3±.05cde	0.56±.02b	7.5±.24bc	4.5±.05c	0.55±.01ab	7.9±.56def	4.7±.02ab	0.52±.06
Yurécuaro	7.5±.13bd	4.0±.02a	0.57±.02bc	7.0±.47ab	4.3±.05bc	0.58±.03abc	5.9±.49abcd	4.7±.05ab	0.65±.01
La Rosa	8.8±.16d	4.0±.03ab	0.64±.00bcde	7.8±.16bc	4.2±.05abc	0.61±.01bc	7.8±.68def	4.6±.07ab	0.85±.02
R. el Atajo	7.5±.20bc	4.2±.04bcd	0.66±.01cde	6.6±.45ab	4.1±.0.7ab	0.60±.03bc	6.0±.31bcd	4.8±.09bc	0.90±.34
Tierra Generosa	6.4±.14a	4.4±.06de	0.71±.01ef	5.6±.11a	4.0±.12a	0.66±.04bc	4.3±.14ab	4.8±.03bc	0.55±.02
Coámiles	6.7±.09ab	4.0±.04ab	0.72±.02ef	6.4±.07ab	4.1±.04ab	0.83±.04d	3.8±.30a	4.8±.04bc	0.58±.01
DHS	0.9	0.21	0.09	1.53	0.32	1.23			
Significancia	***	***	***	***	***	***	***	***	n.s
CV (%)	7.7	3.3	9.5	14.98	5.16	118.4	21.5	3.04	46.08

Medias con la misma letra no son diferentes estadísticamente. CV=Coeficien de variación. SST=Sólidos solubles totales, pH= Acidez, AT= Acido Cítrico

Cuadro 11. Análisis de Varianza, características químicas de los frutos de jitomate silvestre (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) obtenidos a partir de 12 poblaciones en Jalisco, Colima, Michoacán y Nayarit.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	2008						2009						2010					
		SST (°Brix)		pH		AT (%)		SST (°Brix)		pH		AT (%)		SST (°Brix)		pH		AT (%)	
		CM	Prob.>F	CM	Prob.>F	CM	Prob.>F	CM	Prob.>F	CM	Prob.>F	CM	Prob.>F	CM	Prob.>F	CM	Prob.>F	CM	Prob.>F
Repeticiones	20	0.403		0.01		0.00		2.36		0.03		0.67		1.84		0.06		0.12	
Años	2	5.522	***	0.21	***	0.08	***	6.97	***	0.21	***	0.71	ns	34	***	0.15	***	0.11	ns
Error	99	0.364		0.02		0.00		1.05		0.05		0.68		2.1		0.02		0.1	
Total	119																		

P≤.001 (Altamente Significativa), ns (No Significativa)

ANÁLISIS COMBINADO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS.

El ANOVA de dos vías tanto de las variables físicas como de la composición química de la pulpa demostraron que existen diferencias altamente significativas en todas las variables estudiadas entre poblaciones, años y en la interacción entre ambos factores –poblaciones y años (Cuadro 12), excepto en la acidez titulable. Esto indica que las poblaciones manifestaron respuestas diferentes y que las características del fruto respondieron tanto al aspecto genético (constitución genética de las poblaciones) como al ambiental y aún cuando el manejo los tres años fue similar, las diferencias en el ambiente también se manifestaron.

El peso del fruto en promedio más alto se obtuvo en 2009 (Cuadro 8), seguramente en relación a una tendencia de 8 de las 12 poblaciones a manifestar un mayor peso ese año (Figura 7).

El mayor diámetro ecuatorial en promedio se presentó en el 2010, debido principalmente a la aportación de 9 de las 12 poblaciones; (Figura 8), en tanto que el promedio más alto para el diámetro polar se presentó en 2009. La mayor relación diámetro ecuatorial/diámetro polar más alto se obtuvo en 2010 (Figura 9).

Cuadro 12. Análisis de varianza de características físicas y químicas de jitomate
(*Solanum lycopersicum* var. cerasiforme)

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	PF		DE		DP		SST		pH		AT	
		CM	Prob.> F	CM	Prob.> F	CM	Prob.> F	CM	Prob.> F	CM	Prob.> F	CM	Prob.> F
Poblaciones	11	0.666	***	15.8	***	13.9	***	32.2	***	0.19	***	0.12	***
Años	2	5.15	***	109	***	94	***	26.5	***	12.9	***	0.04	**
Interacción	22	1294	***	7.02	***	7.06	***	7.14	***	0.19	***	0.07	***
Error	198	0.98		1.04		0.926		1.2		0.03		0.01	
Total	359												

***P≤.001 (Altamente Significativa) ** P≤0.01 (Significativa)

La presencia de una interacción significativa implica respuestas variables de los genotipos a través del tiempo.

Para la composición química de la pulpa se manifestó una mayor variedad de interacciones entre poblaciones y años en el contenido de sólidos solubles (Figura 10), que en pH (Figura 11) y acidez titulable (Figura 12) debido a que esta última variable presentó un alto valor de coeficiente de variación. El mayor contenido promedio de sólidos solubles se presentó en el 2008, mientras que en pH y acidez titulable se presentó en 2010.

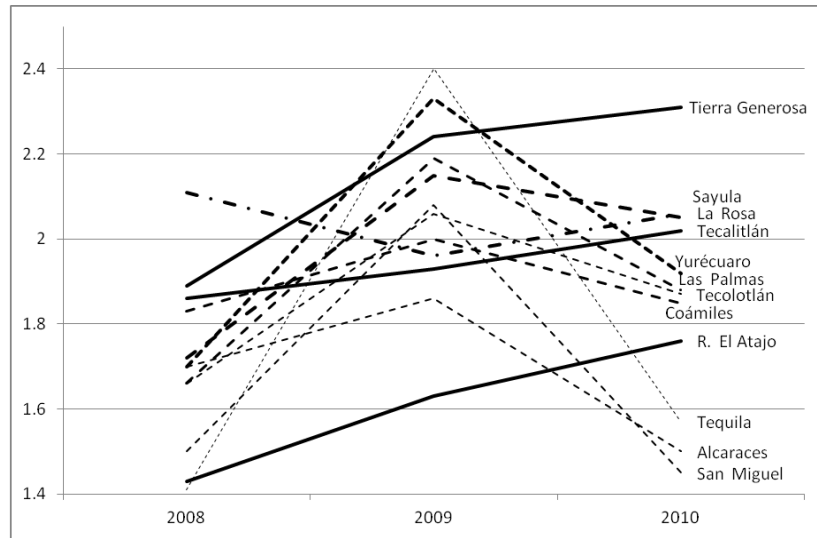


Figura 7. Interacción entre 12 poblaciones cultivadas para el peso fresco de fruto de jitomate silvestre (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) durante 2008, 2009 y 2010.

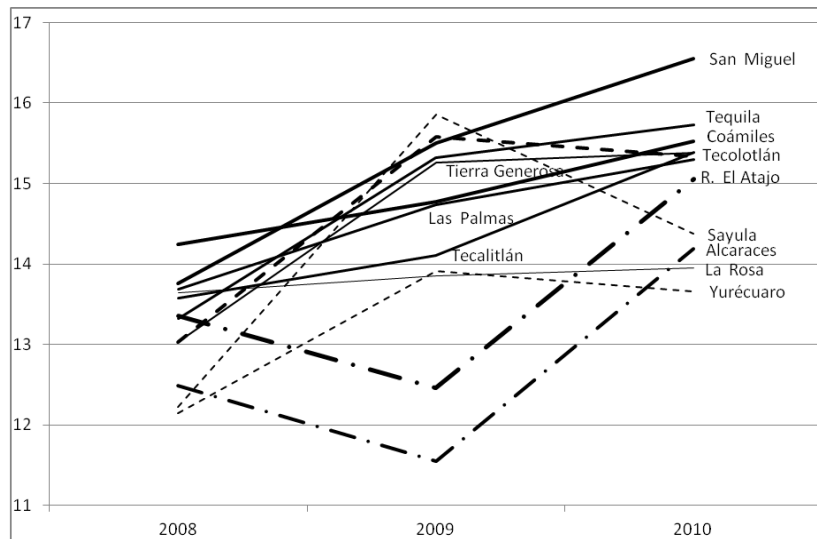


Figura 8. Interacción entre 12 poblaciones cultivadas para el diámetro ecuatorial de fruto de jitomate silvestre (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) durante 2008, 2009 y 2010.

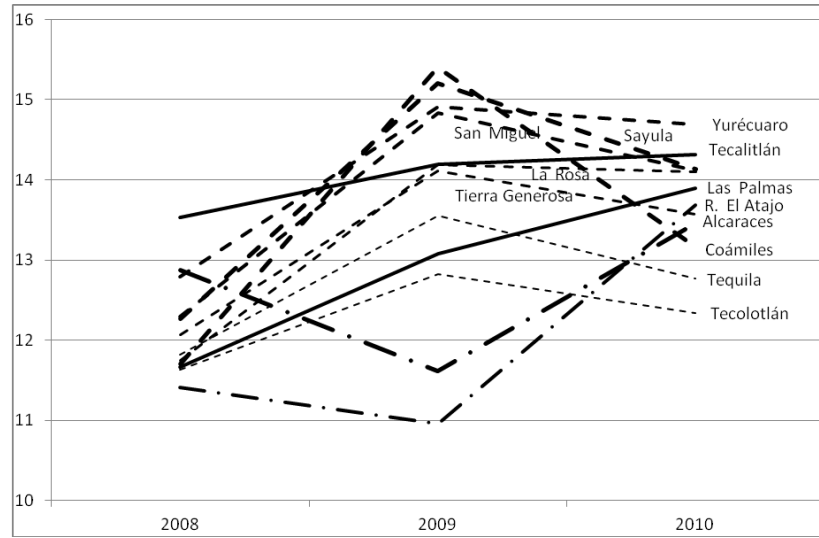


Figura 9. Interacción entre 12 poblaciones cultivadas para el diámetro polar de fruto de jitomate silvestre (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) durante 2008, 2009 y 2010.

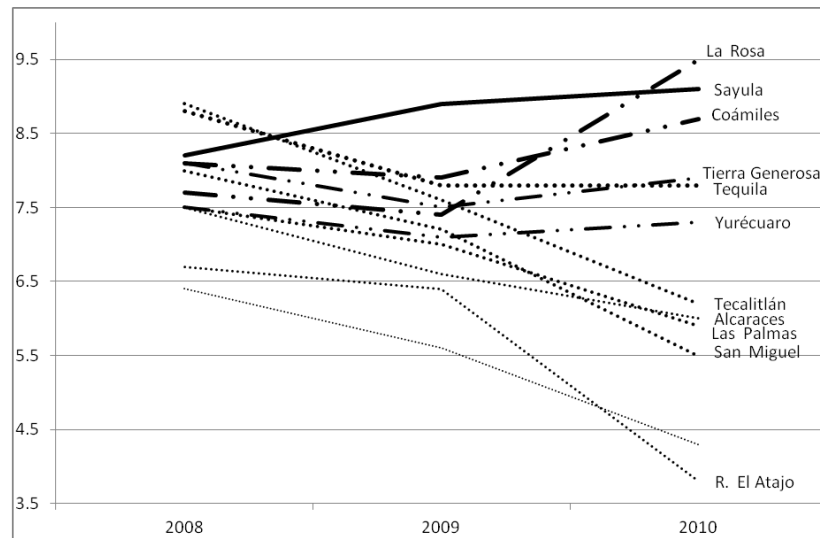


Figura 10. Interacción entre 12 poblaciones cultivadas para sólidos solubles totales (°Brix) de fruto de jitomate silvestre (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) durante 2008, 2009 y 2010.

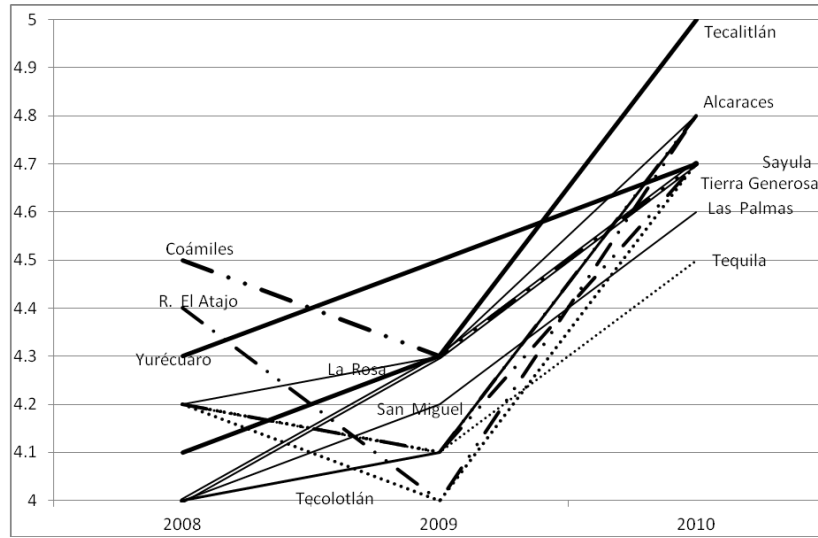


Figura 11. Interacción entre 12 poblaciones cultivadas para pH de fruto de jitomate silvestre (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) durante 2008, 2009 y 2010.

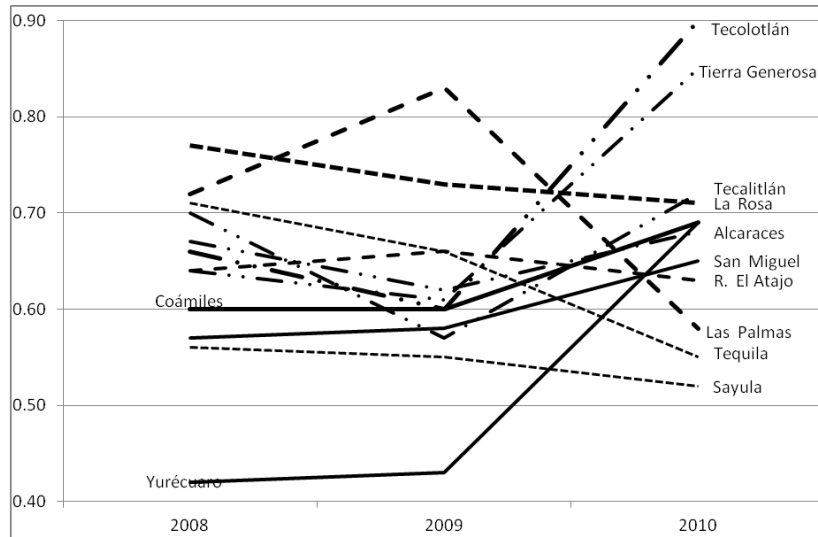


Figura 12. Interacción entre 12 poblaciones cultivadas para Acidez Titulable de fruto de jitomate silvestre (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) durante 2008, 2009 y 2010.

En el cuadro 13 se presentan los promedios de poblaciones para los tres años. La variación atribuible al ambiente representada en las diferencias significativas entre años y en la interacción Años-Poblaciones señalan una acción importante del ambiente sobre la calidad del fruto (física y química), sin embargo también se mantuvo una variación significativa entre poblaciones (genotipos) salvo en 2009 para el peso de fruto y en 2009 y 2010 para la acidez titulable. Ambas variables en los años mencionados, presentan un coeficiente de variación muy elevado: 24, y 118 y 46 %, respectivamente (Cuadro 8 y 9).

En el cuadro 14 se presentan las poblaciones con los valores más altos y más bajos, en promedio de los tres años de evaluación.

Los frutos de Tequila tuvieron frutos de mayor tamaño (diámetros) y con mayor cantidad de sólidos solubles y pH, pero con menos peso y acidez titulable, similar situación presentan los frutos de Tecalitlán, pero sin ser los de menor peso y acidez titulable. Los frutos de Rancho El Atajo presentaron los valores inferiores para todos los caracteres excepto la acidez titulable.



En el Cuadro 15 se presentan las poblaciones ordenadas por tipo de clima y señalando cuales poblaciones tuvieron los valores más altos y más bajos para cada variable de calidad estimada.

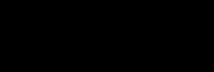

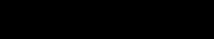
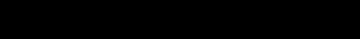
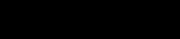








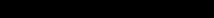
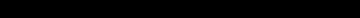
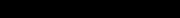
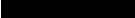
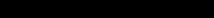

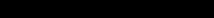
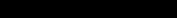
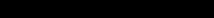






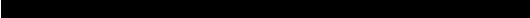
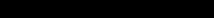
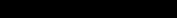



Se observa que no se manifestó una asociación entre la población y el tipo de clima, de tal manera que poblaciones pertenecientes a un mismo clima no presentan las mismas características físicas o químicas; como en el caso de las poblaciones de Alcaraces, Colima y Sayula, Jalisco, pertenecientes al clima Sub Tropical Sub Húmedo Semi Cálido que no tienen características de fruto similares pues en todas las variables no pertenecen al mismo grupo de medias (Cuadro 11); la misma situación se observa para Tecolotlán, Jalisco y Tierra Generosa, Nayarit pertenecientes al clima Tropical Sub Húmedo Cálido.

Cuadro 13. Promedio de las poblaciones del análisis combinado de los tres años de evaluación, para características físicas y químicas de los frutos de jitomate silvestre (*Solanum lycopersicum* var. cerasiforme) obtenidos a partir de 12 poblaciones en Jalisco, Colima, Michoacán y Nayarit.

Población	Peso Fresco (g)	Diámetro Ecuatorial (mm)	Diámetro Polar (mm)	Sólidos Solubles (°B)	pH	Acidez Titulable (%)
Las Palmas	1.91 a b c d	14.56 a b c	13.63 a b c	6.94 d	4.37 b c d	0.63
Tequila	1.80 b c d e	14.16 b c d	13.42 a b c d	8.76 a	4.53 a	0.52
San Miguel	1.68 d e	13.24 e f	12.72 d e f	8.18 a b c	4.46 a b c	0.67
Alcaraces	1.69 c d e	13.82 c d e	12.27 e f	5.49 e	4.31 d	0.74
Tecolotlán	1.87 a b c d e	14.36 b c d	12.89 c d e	6.84 d	4.34 b c d	0.65
Tecalitlán	1.94 a b c d	14.58 a b c	13.25 b c d	8.24 a b c	4.48 a b	0.95
Sayula	2.05 a b	14.85 a b	14.02 a b	8.28 a b	4.52 a	0.57
Yurécuaro	1.99 a b c	14.65 a b c	13.87 a b	7.35 c d	4.37 b c d	0.60
La Rosa	1.98 a b c	14.79 a b	13.35 a b c d	5.66 e	4.32 c d	0.71
R. El Atajo	1.61 e	12.75 f	12.02 f	7.59 b c d	4.39 a b c d	0.73
T. Generosa	2.15 a	15.27 a	14.14 a	7.86 a b c	4.43 a b c d	0.64
Coámiles	1.90 a b c d e	13.63 d e	12.65 d e f	6.72 d	4.33 b c d	0.72
CV (%)	18.3	6.9	7.1	14.7	3.9	75.6

Medias con la misma letra no son diferentes estadísticamente. CV=Coeficiente de variación. PF= peso fresco; DE=diámetro ecuatorial; DP= diámetro polar, SST=Sólidos solubles totales, pH= Acidez, AT= Acido Cítrico.

Cuadro 14. Poblaciones que en el análisis de los frutos de jitomate silvestre (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) físico y químico obtuvieron el valor promedio más alto  y más bajo  en los tres ciclos agronómicos de cultivo (2008, 2009 y 2010).

Población	Peso fresco (g)	Diámetro Ecuatorial (mm)	Diámetro Polar (mm)	Sólidos Solubles (°B)	pH	Acidez Titulable (%)
Las Palmas						
Tequila						
San Miguel						
Alcaraces						
Tecolotlán						
Tecalitlán						
Sayula						
Yurécuaro						
La Rosa,						
Rancho el Atajo,						
Tierra Generosa,						
Coámiles,						

Sin embargo en las poblaciones de San Miguel del Zapote, Tecalitlán y Rancho El Atajo, todas del estado de Jalisco, pertenecientes al clima Tropical Sub Húmedo Muy Cálido, hay similitud en sólidos solubles y pH y sólo difieren en peso de fruto, diámetros ecuatorial y polar, San Miguel del Zapote y Rancho el Atajo así como la población de Tecalitlán.

En estos resultados se hace evidente que aún cuando las poblaciones provengan de climas similares, hay diferencias entre ellas que hacen posible proponer la existencia de ecotipos, los cuales pueden ser la consecuencia de largos períodos de interacción entre el ambiente y los genotipos.

Cuadro 15. Poblaciones ordenadas por tipo de clima, que en el análisis combinado de los frutos de jitomate silvestre (*Solanum lycopersicum* var. cerasiforme) físico y químico obtuvieron el valor promedio más alto y más bajo en los tres ciclos agronómicos de cultivo (2008, 2009 y 2010).

Poblaciones	P. F	D.E	D.P	°Brix	pH	Acido Cítrico	Tipo Climático
Yurécuaro		■	■				ST SA SC
La Rosa		■		■	■		ST SH TE
Las Palmas		■					ST SH SC
Alcaraces			■		■	■	ST SH SC
Sayula	■	■		■	■		ST SH SC
Tequila	■	■	■	■	■	■	TR SA CA
Coámiles					■	■	TR SA MC
Tierra Generosa	■	■	■	■			TR SH CA
Tecolotlán						■	TR SH CA
San Miguel	■	■		■			TR SH MC
Tecalitlán		■	■	■	■		TR SH MC
Rancho el Atajo	■	■	■				TR SH MC

ST= Sub trópico; TR= Trópico; SA= Semiárido; SH=Sub húmedo; SC= Semicálido; TE= Templado; CA= Cálido; MC= Muy Cálido.

Alto ■ Bajo ■

V. DISCUSION

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL FRUTO

El conocimiento y conservación de las características de parientes silvestres de cultivos es de suma importancia en la producción agroalimentaria mundial (Eigenbrode *et al.*, 1993; Pérez *et al.*, 1997). Es indispensable un mejor entendimiento de la diversidad genética, entendida ésta como la cantidad de variabilidad genética entre individuos de una variedad o poblaciones de una especie, en donde los estudios ecogeográficos son de fundamental importancia (Hoyt, 1992; Ramanatha Rao y Hodgkin, 2002). En términos prácticos, la diferenciación de ecotipos afecta características como los grados relativos de desarrollo, la resistencia a factores bióticos y abióticos, respuestas edáficas y a la fertilidad del suelo, entre otros. Pero más importante es el hecho de que esos ecotipos son la consecuencia de largos periodos de interacción entre el medio ambiente y los sistemas genéticos (Ramanatha Rao y Hodgkin, 2002).

En México, el jitomate silvestre se encuentra ampliamente distribuido en zonas de reserva ecológica y asociado a campos de cultivos donde eventualmente suele convertirse en maleza (Rodríguez *et al.*, 2003; Sánchez *et al.*, 2006). Las mayores poblaciones de jitomate silvestre se han colectado a altitudes entre 0 y 1 200 m.s.n.m. (Vargas *et al.*, 2005; Sánchez *et al.*, 2006). En regiones cálidas (< 300 m.s.n.m.) las poblaciones se reducen y se asocian con especies que les brindan sombra; en regiones templadas esas plantas las protege del frío (Vargas *et al.*, 2005). La amplia distribución del jitomate silvestre ha permitido que cuente con poblaciones con características diferentes para responder a los factores bióticos y abióticos de mortalidad; es precisamente el

ambiente uno de los factores que más influyen en la variabilidad biológica (Ramanatha Rao y Hodgkin, 2002).

Se planteó esta tesis con el fin de conocer las características físicas, así como también la composición química de la pulpa de fruto de poblaciones de jitomate silvestre (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) provenientes del Occidente de México, en específico de los estados de Colima, Jalisco, Michoacán y Nayarit.

No se pretendió realizar un muestreo exhaustivo de toda la variabilidad, sino más bien una aproximación e identificación de la variabilidad existente en relación con los climas en que se identificaron poblaciones de la especie en la región de estudio, ya que existe poca información al respecto, a pesar de que se ha destacado su importancia productiva y ecológica (Wills *et al.*, 1998). Por lo que su estudio es fundamental para contribuir al fomento de su domesticación, comercialización y consumo.

El tamaño del fruto ha servido como criterio de diferenciación entre el conjunto de especies silvestres y la especie cultivada del jitomate, además de que constituye un importante criterio o atributo de calidad, que puede apreciarse objetivamente, mediante la determinación de la circunferencia o el diámetro, longitud, anchura, peso o volumen de las piezas (Wills *et al.*, 1998). Es por eso, que en este trabajo se le dio importancia a la evaluación de estos parámetros al igual que en otras investigaciones (Rodríguez *et al.*, 2008; García *et al.*, 2009).

Con relación a la clasificación taxonómica, Rick *et. al.* (1990) clasificaron entre los jitomates con fruto maduro rojo a *L. esculentum*, la variedad *cerasiforme* y a *L. pimpinellifolium*, diferenciados por el diámetro del fruto con 3 cm o más, de 1.5 a 2.5 cm y menor de 1.5 cm. Esta agrupación ha sido cuestionada por algunos autores relacionando a *cerasiforme* como una forma híbrida entre *L. esculentum* y *L. pimpinellifolium* o como parte de *L. esculentum*.

Las poblaciones comprendidas en este estudio se identificaron como *Solanum lycopersicon* var. *cerasiforme* y debe considerarse que la variación en el tamaño de fruto es más amplia que los criterios señalados por Rick et al. (1990) en su diferenciación por tamaño para separar la variedad cerasiforme de *Solanum lycopersicum*, dado que se obtuvieron frutos de tamaño menor a lo establecido por estos autores y que es posiblemente una causa de que se haya reportado la presencia de *S. pimpinellifolium* en México; en poblaciones en campo se han observado tamaños aún inferiores a 0.5 cm, pero en condiciones ambientales restrictivas al desarrollo de las plantas.

Nuestros resultados avalan que aún en condiciones de manejo de cultivo con nutrición química y manejo a un tallo en invernadero, las características del fruto alcanzan su máxima expresión y sin embargo los tamaños del fruto no sufren un incremento importante, manteniéndose los tamaños reducidos característicos de *cerasiforme*.

En algunas regiones la especie recibe más de un nombre, los cuales se relacionan con el aspecto y tamaño del fruto como ojo de venado y ojo de liebre, que hacen referencia al color rojo del fruto, de mayor tamaño el primero que el segundo (Rodríguez et al., 2009). En exploraciones posteriores a la época en que se obtuvieron los frutos para realizar nuestro estudio, también se han observado poblaciones con frutos de mayor tamaño, sobre todo en localidades cercanas al nivel del mar (costas de Nayarit y Jalisco).

Álvarez-Hernández et al., (2009), por su parte clasificaron frutos de jitomate silvestre colectados en Michoacán, donde establece una clasificación de frutos ubicando los grandes entre 2.12 a 2.23 cm de diámetro polar y 2.41 a 2.55 de diámetro ecuatorial y 7.55 - 8.87 g en peso fresco y los frutos pequeños de 1.05 a 1.22 cm de diámetro polar y 1.10 a 1.25 cm de diámetro ecuatorial y 0.91 a 1.20 g de peso fresco. Basándonos en la clasificación de

Álvarez-Hernández y colaboradores (2009), en esta investigación, los que se consideraron como frutos grandes aquellos cuyos valores oscilaron entre los rangos de 1.46 a 1.55 cm de diámetro polar, 1.35 a 1.58 cm de diámetro ecuatorial y 2.11-2.31 g en peso fresco y los que definieron como frutos pequeños de 1.09 a 1.14 cm en diámetro polar y 1.15 a 1.21 en diámetro ecuatorial y de 1.45 a 1.50 g en peso fresco. Sin embargo, si se hace una comparación entre estos datos, se puede decir que en la investigación llevada a cabo por Álvarez-Hernández *et al.* (2009) existe un rango muy amplio en peso fresco entre frutos grandes y pequeños (6 g) que es 10 veces más que la diferencia entre los frutos grandes y pequeños de este trabajo (0.61 g). En lo que respecta al diámetro ecuatorial la diferencia fue 1.16 cm y polar 0.9 cm en el trabajo de Álvarez-Hernández *et al.*, (2009), comparando con esta investigación la diferencia de rango fue menor en diámetros ecuatorial y polar 0.16 cm y 0.04 cm respectivamente. Cabe resaltar que en el reporte de Álvarez-Hernández *et al.*, (2009), hay una amplia diferencia entre los frutos. Sin embargo, en relación a lo antes mencionado, cabe señalar que en el estudio de Álvarez-Hernández *et al.*, (2009), en los frutos grandes se incluyen el Apatzingán grande (Clima seco muy cálido) y la variedad exótica Tabasco (obtenida de la región de Cárdenas, Tabasco), ambas localidades no representadas en nuestro estudio de acuerdo al tipo de clima que presentan, razón por la cual posiblemente no se obtuvieron frutos tan grandes como los registrados por estos autores.

En el caso de las poblaciones de Sayula y Tierra Generosa que presentaron los valores más altos en peso fresco, (Cuadros 11 y 12), no se observó similitud de tipo climático, la primera población provino del estado de Jalisco y la segunda de Nayarit (Cuadro 13), de localidades distantes entre sí y geográficamente separadas.

Las poblaciones que presentaron mayor diámetro ecuatorial y polar fueron Tecalitlán y Tierra Generosa (Cuadros 11 y 12), las cuales comparten el mismo tipo climático, Trópicos subhúmedo cálido (Cuadro 13); sin embargo, la primera corresponde a Jalisco y la segunda a Nayarit, localidades distantes y separadas entre sí. Las poblaciones pertenecientes a Yurécuaro, Michoacán y Tequila, Jalisco que mostraron valores altos en estas evaluaciones (Cuadros 11 y 12) se encuentran distantes entre sí y separadas geográficamente además de que no coinciden en tipo de clima: la primera con clima tipo Subtrópicos semiárido semicálido y la segunda con clima Trópicos semiárido cálido (Cuadro 13). Las poblaciones que presentaron los tamaños más pequeños fue las que provinieron de Rancho el Atajo, municipio de Mascota, en la región Sierra Occidental de Jalisco (Cuadros 11 y 12), con clima Tropical subhúmedo muy cálido (Cuadro 13).

La selección de las poblaciones incluidas en el estudio se orientó en el interés de estimar la existencia de diferencias en el fruto que pudieran estar relacionados con el clima del sitio de la localidad de origen, diferencias que al comparar en una misma localidad y a través de tres años de prueba pudieran llevar a estimar la variabilidad existente en *cerasiforme*. A la evaluación de las características físicas del fruto realizada le faltó incluir parámetros importantes que no fueron considerados, como es el caso del color y firmeza ambos aspectos significativos a evaluar ya que forman parte de los criterios de calidad (García *et al.*, 2009; Juárez-Crisanto *et al.*, 2010; Juárez- López *et al.*, 2009)

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL FRUTO

La palabra “calidad” que significa atributo, propiedad o naturaleza básica y que en el caso de los frutos se considera como grado de excelencia o superioridad en el que se engloban varios parámetros que en conjunto determinan que un fruto sea apto para el consumo. Para estimar la calidad comúnmente se admiten como parámetros bioquímicos: color, aroma, valor nutricional, composición en madurez de consumo y el sabor que puede ser estimado por medio de los sólidos solubles (°Brix), pH y acidez titulable (*ácidos orgánicos: i. e. ácido cítrico*), (Casas *et al.*, 1997; San Martín, 2011).

Altos contenidos de azúcares y ácidos son requeridos para un mejor sabor; altos ácidos y bajos azúcares producen un sabor ácido; altos azúcares y bajos ácidos un sabor suave y ambos bajos resultan en un fruto insípido (San Martín, 2011).

De acuerdo a los parámetros de calidad se especifica que los sólidos solubles no deben ser inferiores a 6 °Brix (Escobar *et al.*, 1995, citado por González *et al.*, 2000) o dependiendo de la variedad alrededor de 5-10 °Brix, (González *et al.*, 2000; Hernández *et al.*, 2008; García *et al.*, 2009).

Sin embargo es una característica afectada por el ambiente de producción y el grado de madurez del fruto, al respecto en la variedad “Rocío”, de larga vida para mesa, Casierra *et al.* (2010) reportan valores de 2 y 3 °Brix, observando que el uso de pantallas lumínicas y un mayor nivel de madurez reducen el contenido de sólidos solubles. Las variedades de jitomate “cherry” tienden a mostrar una mayor calidad que las variedades comunes: bola, saladette o de larga vida de anaquel, es decir, una mayor cantidad de sólidos solubles y ácidos orgánicos, p. ej., Kowalczyk *et al.*, (2011) reportan 6.5 °Brix de Sólidos solubles totales, pH de 4.3 y 0.42 % de acidez titulable en Dasher F₁ (cherry rojo); 3.9, 4.3 y 0.35, respectivamente, en Organza F₁ (cherry amarillo);

en tanto que en Admiró F₁ (tipo bola) con 3.6, 4.3 y 0.34; y en DRW 7594 F₁ (bola ligeramente achatado) 3.2, 4.2 y 0.36. En la variedad CIDA 62 (Cherry) González- Cebrino *et. al.* (2011) reportan los valores respectivos de 6.22, 4.34, 0.35, que superaron a las demás variedades de tipo bola achatado y bola que alcanzaron de 4.07 a 5.8 °Brix, pH de 4.15 a 4.30 y acidez titulable de 0.24 a 0.31.

En el presente estudio ninguna de las poblaciones obtuvo en conjunto los valores superiores de las tres características bioquímicas estudiadas, los valores oscilaron de 5.49 a 8.76 °Brix, 4.31 a 4.53 de pH y 0.52 a 0.95% de acidez titulable, en promedio de los tres años. Estos valores son superiores inclusive a los de las variedades e híbridos tipo “Cherry” reportados por otros autores, lo que indica que los frutos de los jitomates silvestres de la variedad cerasiforme presentan un mejor sabor, de acuerdo con San Martín (2011).

Entre las poblaciones estudiadas, los frutos con mayor contenido de Sólidos solubles (°Brix) fueron: Tequila, Sayula, San Miguel, La rosa y Tecalitlán (Cuadros 11 y 12) pertenecientes a Jalisco, y únicamente las dos últimas pertenecen al mismo tipo climático (Cuadro 13). Por el contrario, las poblaciones que tienen los frutos con menos sólidos solubles corresponden a Tierra Generosa y Coamiles (ambas de fruto de color amarillo dato no incluido en el estudio porque sólo se determinó a simple vista), que coinciden con los resultados obtenidos por Kowalczyk *et. al.*, (2011), quienes obtuvieron valores superiores en calidad en el híbrido tipo cherry de color rojo, superando al híbrido cherry de fruto amarillo.

Los resultados presentan similitud con lo reportado por Juárez- López *et al.* (2009) en genotipos silvestres del estado del Guerrero y Puebla que oscilaron desde 5.8 – 8.0 °Brix y Juárez-Crisanto *et al.* (2010), donde obtuvieron valores que van desde 4.5 – 9.3 °Brix en jitomates silvestres de Oaxaca.

Además de que las poblaciones mostraron mayor contenido de azúcares es importante destacar la variabilidad registrada entre las diferentes poblaciones.

Respecto al pH del fruto, los valores no son tan diferentes a los frutos comerciales o a los frutos de variedades tradicionales y de jitomates tipo cherry, y son similares a los valores reportados por Juárez-López *et al.* (2009) ya que su rango está entre 4.1- 4.4 y Juárez-Crisanto *et al.* (2010) 3.63 a 4.3. Las poblaciones que presentaron un pH menos ácido (alrededor de 4.5) son: Tequila, Sayula y Tecalitlán (Cuadros 11 y 12), nuevamente no se presentó similitud en tipo climático, a pesar de que las tres localidades pertenecen a Jalisco (Cuadro 13). Las poblaciones de Alcaraces, La Rosa y Coámiles presentaron los valores de pH (4.3) siendo más ácidos. En relación con el pH, Casierra *et al.* (2010) señalan que existen varios factores que afectan esa variable, entre ella la fertilización utilizada además de que posiblemente los frutos que tienden a ser más ácidos (menor pH) podrían ser menos susceptibles al ataque de patógenos. Cabe mencionar que el pH tiende a ir aumentando con la maduración del fruto (González *et al.*, 2000).

En relación con la acidez titulable (ácido cítrico), complementa junto con los sólidos solubles el sabor del jitomate (González *et al.*, 2000) y se relaciona con la intensidad del sabor.

Alcaraces y Coámiles presentaron los valores más elevados (Cuadros 11 y 12), no se observó igualdad en tipo climático así como tampoco en estados, uno pertenece a Jalisco y otro a Colima (Cuadro 13). En forma general los valores obtenidos en este análisis están entre 0.42 % - 0.83% coincidiendo con los rangos reportados por Juárez-Crisanto y colaboradores (2010) que van de 0.32%-1.45% en frutos colectados en Oaxaca, y Juárez-López *et al.* (2009) cuyos resultados oscilaron entre 0.50% - 1.01% en frutos de Guerrero y Puebla. Existe semejanza entre ellos a pesar de que son de

diferentes estados de la republica mantienen un rango muy reducidos entre ellos.

Tal como lo menciona Valadez, (1996), el sabor depende igualmente en azúcares y ácidos orgánicos, lo deseable son frutos con mayor contenido en azúcares y un contenido moderado de ácidos.

Cabe mencionar que estas características tanto físicas como químicas son básicas en los criterios de calidad de igual manera es importante difundir otro tipo de parámetros que en estudios recientes han demostrado que el jitomate también aporta grandes beneficios nutricionales y medicinales como es el caso de vitamina A, vitamina C, antioxidantes (Aguilar y colaboradores, 2009). Componentes volátiles (Davila-Aviña, 2011). Y licopeno (Juárez *et al.*, 2010), por mencionar algunos.

Esta serie de comparaciones se ha resaltado debido a que la variabilidad observada entre las poblaciones, se manifestó independientemente del tipo climático de la localidad de donde provinieron, de tal forma que aún cuando pertenecieran al mismo tipo de clima, la distancia entre los sitios hace resaltar la acción del ambiente sobre el comportamiento de las poblaciones, y permiten concluir acorde a lo señalado por Álvarez-Hernández *et al.*, (2009) que la diversidad de condiciones ambientales en los que desarrollan las poblaciones silvestres de *S. lycopersicum* en el Occidente de México, indican una amplia variabilidad genética o diversidad de ecotipos de esta variedad.

Los cultivares modernos de jitomate están adaptados a las cadenas de producción-consumo, presentan una gran diversidad de tipos, una corta vida media, suelen ser de naturaleza híbrida (especialmente los dedicados al cultivo intensivo), tienen incorporadas diversas resistencias a patógenos y producen fruta con buena calidad externa (forma, tamaño, color, uniformidad). Sin embargo, hace años que los consumidores se quejan de la pérdida de calidad organoléptica de estos cultivares, estando muy extendida la idea de que sus

frutos son “un elegante contenedor de agua”. Esta pérdida de calidad organoléptica ha sido debida a que se ha dado prioridad a otras exigencias comerciales (buena presentación, uniformidad y tipificación de la fruta) y a la agresividad del mercado de nuevos cultivares (implantación rápida de las novedades y reemplazamiento continuo de las mismas). Además, la paulatina pérdida de calidad de estos cultivares también está asociada al cultivo fuera de estación y la recolección del fruto en un estado excesivamente verde para prolongar su vida comercial (Nuez, 1995). Las exigencias de calidad organoléptica de los consumidores lo hacen un objetivo de mejora inaplazable en estos cultivares por esta razón es importante incrementar el contenido en azúcares y ácidos orgánicos puesto que éstos representan más del 60% de los sólidos solubles e influyen directamente sobre la intensidad de sabor (Stevens *et al.*, 1977). Resulta necesario recuperar los perfiles aromáticos típicos de las variedades tradicionales, ya que estos compuestos volátiles condicionan en gran medida no sólo el aroma sino también el sabor de los frutos de tomate (Buttery y Ling, 1993).

Actualmente existen dos grandes estrategias para transferir genes a líneas de mejora seleccionadas con el fin de incrementar su calidad organoléptica. La primera estrategia consiste en explotar la amplia variabilidad natural para componentes de sabor presentes en el género *Solanum* sección *Lycopersicon*. Los parentales donantes son seleccionados del germoplasma de jitomate silvestre y cultivado (especialmente variedades tradicionales y líneas de jitomate de industria) después de evaluar sus características de calidad organoléptica posteriormente, se inicia un programa de mejora que incluye cruzamientos con líneas de mejora, varias generaciones de retrocruzamientos (en ocasiones con generaciones de autofecundación intercaladas) y selección por características de sabor y comportamiento agronómico. Una segunda estrategia está empezando a cobrar importancia debido al gran desarrollo de la

ingeniería genética en las últimas décadas: la introducción artificial de genes (procedentes de otros organismos o sintetizados in vitro) en plantas de jitomate. Estos genes foráneos pueden alterar varias rutas metabólicas y aumentar el contenido en uno o varios compuestos relacionados con la calidad interna. Roselló y Nuez (2006).

A NIVEL DE PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

El jitomate es un cultivo que está distribuido alrededor del mundo y ocupa el segundo lugar en importancia mundial debido principalmente a dos razones: (1) desde el punto de vista alimenticio y; (2) su cultivo ha generado toda una industria que ha activado la economía de muchos países del mundo. En particular, México contribuye con el 2.34% de la producción mundial de jitomate si se consideran las estadísticas de los últimos dieciséis años (1990-2005) ocupando el décimo lugar a nivel mundial (Aguilar *et al.*, 2009). Sin embargo, la información está basada principalmente en jitomates cultivados, por lo que resulta necesario conocer las propiedades físicas y químicas del jitomate silvestre (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) ya que de acuerdo a los resultados obtenidos hasta la fecha en diversos trabajos de investigación (incluyendo esta tesis) sugieren el enorme potencial que tienen este tipo de jitomates silvestres para competir fácilmente con los cultivados, una limitante pudiera ser el tamaño, a pesar de tener la información de rangos grandes y pequeños, es importante señalar que este tipo de jitomate silvestre no puede competir en tamaño con los cultivados, es por eso que es primordial dar alternativas para la comercialización y consumo de jitomates silvestres. Una prueba de ello está en el Mercado de Abastos en Guadalajara Jalisco, donde se ha encontrado indicios de venta de este tipo jitomate a granel (en caja de 10 Kg) o en volumen de piezas (charolas de 255 g) para exportación e importación,

así como también, promover su venta en otros medios como tianguis, cruceros y supermercados (Ing. Sergio Aguilar Magallón comunicación personal).

A NIVEL NUTRICIONAL Y MEDICINAL

En la actualidad las distintas investigaciones orientadas a valorar el beneficio en el consumo del jitomate debido a su composición química, se ha encontrado que este proporciona una serie de componentes nutricionales como: licopeno, vitamina A, vitamina C, antioxidantes y ácidos grasos esenciales, y en los cuales estudios recientes han reportado que el consumidor constante de este fruto adquiere una serie de beneficios tales como la prevención de cáncer de próstata, ovárico, gástrico y pancreático y enfermedades cardiovasculares, (Juárez *et al.*, 2010). Aporta también aspectos cosmetológicos la pulpa del fruto es benéfica para el lavado de personas con piel grasosa, reaparición de cabello, así como también de repelente e insecticidas. (Aguilar *et al.*, 2009). Por lo que se recomienda que se extienda este estudio, primeramente en determinar las concentraciones de licopeno, vitamina C y vitamina A en fruto y posteriormente de ser posible sus propiedades medicinales.

A NIVEL ECOLÓGICO

Rick, (1991, citado por Aguilar y Montes, (1991) reconoce a la forma silvestre presente en México como *Solanum lycopersicum* var. cerasiforme; comúnmente aceptado como ancestro del jitomate cultivado (Casas *et al.*, 1997) por lo que resulta fundamental preservar este recurso fitogenético, ya que se ha reportado que es posible encontrar poblaciones silvestres de *Lycopersicon* diseminadas en Nayarit, Jalisco y Michoacán (Sánchez González, comunicación personal). Además, algunos autores como Aguilar y Montes (1993) señala que es recomendable continuar con la exploración y recolección de recursos genéticos silvestres, ya que se ha reportado que en otros países, como Estados Unidos, se está registrando una rápida disminución de la diversidad genética. Se menciona que en el caso particular del jitomate, se ha perdido hasta el 81% de las variedades tradicionales. Entre los parientes silvestres más usados están los del jitomate, pues muchas de las características de los cultivares modernos de jitomate como son, resistencia a plagas y enfermedades, contenido de vitaminas, color de fruto; entre otras, han sido derivadas de algunos de sus parientes silvestres, La diversidad de ambientes en los que se desarrolla este tipo del jitomate, muestra la plasticidad de ese importante recurso genético y al mismo tiempo sugiere una amplia variabilidad en su respuesta a los factores bióticos y abióticos de regulación (Álvarez-Hernández *et al.*, 2009).

Bajo este panorama, una manera de valorar al jitomate (*Solanum lycopersicum* var. cerasiforme) como un potencial recurso genético importante para México, fue a través de la realización de 300 colectas de germoplasma regional para su conservación en los Bancos de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y

Pecuarias (INIFAP) y la Universidad de Guadalajara (U de G). De los resultados obtenidos se visualiza que se puede obtener semillas del fruto para conservar en el banco de germoplasma para ser utilizados en su cultivo debido a que presentan ventajas ecológicas y productivas

Este recurso fitogenético tiene una distribución amplia en la República Mexicana, por lo que resulta primordial realizar estudios de sus interacciones con polinizadores y dispersores y su impacto en las comunidades vegetales en la que se desarrollan (Neri-Luna *et al.*, 1999)

VI. CONCLUSIONES

- 1) Las poblaciones procedentes del Occidente de México muestran una variabilidad interesante en la calidad física del fruto expresado a través de los diámetros ecuatorial y polar y del peso fresco; así como en la calidad bioquímica manifestada en el contenido de sólidos solubles y el pH.
- 2) La variabilidad presente en las poblaciones se mantuvo a través de los ciclos de evaluación y es resultado de una interacción con el ambiente, expresada independientemente del tipo climático de la localidad de origen, lo que lleva a la propuesta de la existencia de ecotipos.
- 3) Los frutos silvestres presentan contenidos altos de sólidos solubles totales, pH y acidez titulable (ácido cítrico).
- 4) A pesar de que en los sólidos solubles y la acidez titulable se encuentran comprendidos un conjunto de compuestos (glucosa, fructosa y en cierto grado sucrosa) y los ácidos orgánicos (cítrico y málico), el sabor del jitomate depende del balance entre el contenido de azúcar y de ácidos; como tales son caracteres de interés para el mejoramiento de la calidad del fruto de jitomate, a partir de la variedad cerasiforme y en las poblaciones estudiadas, las siguientes aportan a ello:
- 5) De acuerdo al análisis físico, los frutos que presentaron mayor peso fresco, pertenecieron a las poblaciones de Sayula y Tierra Generosa. En cuanto al diámetro ecuatorial y polar de frutos Tecalitlán, Tierra Generosa, Yurécuaro y Tequila fueron las poblaciones que mostraron los valores más altos.
- 6) En la determinación de Sólidos Solubles Totales (°Brix) la mayoría de los valores obtenidos en esta investigación se encuentran entre 5.6°Brix

– 9.5°Brix. Siendo los frutos más dulces Tequila, San Miguel, Tecalitlán y La Rosa

- 7) En general, el rango obtenido en pH fue de 4.5 a 5.0 donde los frutos obtenidos de las poblaciones de Tequila, Tecalitlán y Sayula mostraron valores más ácidos.
- 8) Los rangos obtenidos en ácido cítrico fueron de 0.42 % - 0.83% Alcaraces y Coámiles son los que presentan mayor porcentaje.

VI. LITERATURA CONSULTADA.

- Adalid, A.M., S. Roselló y F. Nuez. 2007. Mejora de la calidad nutritiva en tomate: búsqueda de nuevas fuentes de variabilidad con alto contenido en carotenoides y vitamina C. Actas de Horticultura nº 48. Sociedad Española de Ciencias Hortícolas. 121-124.
- Aguilar Meléndez Araceli, J. Canulku, J. L. Chávez Servía, R. Lobato Ortiz, P. Sánchez Peña. 2009. Diagnostico del Jitomate (Tomate Rojo) En México Red de Jitomate. pp 141-156
- Aguilar S., M. y S. Montes H. 1993. Recolección de germoplasma de Capsicum, Cucurbita y Lycopersicon en México. 1988-1991. In: Actas del II Simposio Latinoamericano sobre Recursos Genéticos de Especies Hortícolas. Clausen, A.M., E.L. Camedro, Af. López C y M.A. Hiarte. (eds.) Conferencia. Balcarce, Mar del Plata. 22 al 25 de Septiembre 1991. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina. pp: 53-82.
- Álvarez-Hernández, J. C., H. Cortez-Madrigal, I. García-Ruiz. 2009. Exploración y caracterización de poblaciones silvestres de jitomate (Solanaceae) en tres regiones de Michoacán, México. Polibotánica. Núm. 28: 139-159
- Arriaga-Ruiz M.C., C. Neri-Luna C. y E. Pimienta-Barrios. 2000. Variación en la composición química de la pitaya (*Stenocereus queretaroensis*) en poblaciones silvestres. Nakari 12(2): pp. 35-36.
- Buttery, R.G., and Ling, L.C. 1993. Volatile components of tomato fruit and plant parts: relationship and biogenesis. In: Bioactive Volatile Compounds From Plants. (Eds.: R. Teranishi, R.G. Buttery, and H. Sugisawa), ACS, Washington, D.C., pp. 22-33.

- Calvert, A. 1969. Studies on the post-initiation development of flower buds of tomato (*Solanum lycopersicum*). *Journal of Horticultural Science*. pp. 44:117-126
- Canela Vargas Diego. 2008. Tesis Caracterización Ecogeográfica y Etnobotánica y Distribución Geográfica de (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) (*Solanácea*) en el Estado de México. p. 50.
- Carrillo-Rodríguez, J.C. y J.L. Chávez-Servia. 2010. Caracterización agromorfológica de muestras de tomate de Oaxaca. *Revista Fitotecnia Mexicana* 33 (Especial 4): 1-6.
- Casas et al., 1997 Casas A., J. Caballero, C. Mapes y S. Zárate. 1997. Manejo de la vegetación, domesticación de plantas y origen de la agricultura en Mesoamérica. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 61. pp. 35 - 47.
- Casas, A. 2001. Silvicultura y domesticación de plantas en Mesoamérica. Percepción, uso y manejo tradicional de los recursos vegetales en México. Pp. 123-157 In: *Plantas, cultura y sociedad. Estudio sobre la relación entre seres humanos y plantas en los albores del siglo XXI*. B. Rendón-Aguilar, S. Rebollar-Domínguez, J. Caballero-Nieto & M. A. Martínez-Alfaro (eds.), XI. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa-Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca: México.
- Casierra, P. F., O. J. Álvarez, N. Luque S. 2010. Calidad en frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L. cv. Rocio) producidos bajo cobertura reflectiva y plástica. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. 4 (1): 67-80.
- Causse, M.; Buret, M.; Robini, K. y Versachave, P. 2003. Inheritance of nutritional and sensory quality Traits in fresh market tomato and relation to consumer preferences. *J. Food Sci.* 68:2342-2350.

- Cebolla C. J., S. Roselló, J. Beltran, E. Serrano, F. Nuez. 2006. Análisis de perfiles aromáticos en variedades tradicionales y comerciales de tomate. *Actas de Horticultura (III Congreso de Mejora Genética de Plantas)* 45:61-62.
- Chamarro, J., 1995. Anatomía y fisiología de la planta de tomate. En: *El cultivo de tomate*. Nuez, F. ed. Mundi-Prensa, Bilbao, España, pp. 43-91
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1998. *La diversidad biológica de México: Estudio de País, 1998*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad: México.
- Curtis, R.H.C. 1996. Identification and in situ and in vitro characterization of secreted proteins produced by plant-parasite nematodes. *Parasitology* 113:589-597.
- Correll D. S. 1962. The potato and its wild relatives. Seccion Tuberarium of the Genus *Solanum*. Contributions from the Texas Research Foundation 4. Texas Research Foundation, Renner, Texas.
- D'Arcy, W. 2001. Solanaceae. En W. D. Stevens, C. Ulloa U., A. Pool y O. M. Montiel (eds.). *Flora de Nicaragua. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden*. Vol. 85, tomo III. St. Louis, Missouri.
- Dávila-Aviña, 2011 Dávila-Aviña E. de J. J. González- Aguilar, G. A., Ayala-Zavala, J. F. Sepúlveda, D. R. Olivas. 2011. Compuestos Volátiles Responsables del Sabor del Tomate. *Rev. Fitotec. Mex.* 34: 133-143
- Eastman, J R. 1999. *Idrisi32: Guide to GIS and Image Processing. Volume 2*. Clark Labs, Clark University, Worcester, MA, USA. 169 p.
- Eigenbrode, S. D., J. T. Trumble & R. A. Jones, 1993. Resistance to beet armyworm (*Spodoptera exigua* [Hubner]), hemipterans, and *Liriomyza* spp. in *Lycopersicon*. *Journal of the American Society of Horticultural Science* 118: 525-530.

- Esquinas-Alcazar, J.T. 1981. Genetics Resources of Tomatoes and Wild Relatives. International Board for Plant Genetic Resources. Rome, Italy. 81 p."
- FAOSTAT. 2010. Estadísticas de producción de cultivos. [en línea] <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567> [consulta: 12 mayo de 2011]
- FAOSTAT. 2011. Estadísticas de producción de cultivos. [en línea] <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567> [consulta: 12 mayo de 2011]
- Fernández R. V., M. C. Sánchez, M. Cámara, M. E. Torrija, C. Chaya, L. Galiana, S. Roselló and F. Nuez. 2004. Internal quality characterization of fresh tomato fruits. Hortscience. 39 (2): 339-345.
- Foodlad M.R. 2007. Genome Mapping and Molecular Breeding of Tomato. International Journal of Plant Genomics Volume 2007, Article ID 64358
- Galiana-Balaguer, L., S. Roselló, J.M. Herrero-Martínez, A. Maqueira, and F. Nuez. 2001. "Determination of L-Ascorbic Acid in Lycopersicon fruits by Capillary Zone Electrophoresis." Analytical Biochemistry. 296:218-224
- García Sahagún, Ma. L., V. Martínez Juárez, A. N. Avendaño López, Ma. del C. Padilla Sahagún, H. Izquierdo Oviedo. 2009. Acción de Oligosacáridos en el Rendimiento y Calidad del Tomate. Rev. Fitotec. Mex. 32: 296-301.
- George, A. R. 1989. Producción de semillas en las plantas hortícolas. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 213-226.
- González-Cebrino, F., M. Lozano, M. C. Ayuso, M. J. Bernalte, M. C. Vidal-Aragon and D. Gonzalez-Gomez. 2011. Characterization of traditional tomato varieties grown in organic conditions. Spanish Journal of Agricultural Research 9(2): 444-452

- González Céspedes A.M., M.C. Salas Sanjuán, M. Urrestarazu Garilán. 2000. Producción y calidad en el cultivo de jitomate cherry. pp. 547 – 586
- González I., A. 1991. El Jitomate (*Solanum lycopersicum*, Mill) aspectos relevantes para su cultivo en México. Tesis Profesional de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. 707 p.
- Hancock, J.F. 1992. Plant Evolution and the Origin of Crop Species. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ. pp 275-276
- Hanson, P.M., R.Y. Yang, J.Wu, J.T. Chen, D. Ledesma, S. Tsou, and T.C. Lee. 2004. "Variation for antioxidant activity and antioxidants in tomato." *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 129:704-711.
- Harborne J.B. 1993. Introduction to Ecological Biochemistry. Academic Press. Cambridge, United Kingdom.
- Hawkes, J.G. 1983. The Diversity of Crop Plants. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, USA
- Herrera T. y A. Butanda. 2009. La Botánica en México. EMC=Cosmos. La enciclopedia de las Ciencias y la Tecnología en México. UAM. <http://www.izt.uam.mx/cosmosecm/BOTANICA.html>. Acceso 11 de Octubre de 2011
- Hoyt, E., 1992. Conservando los parientes silvestres de las plantas cultivadas. Addison-Wesley Iberoamericana. Delaware, Estados Unidos de America. Traducción: Enrique Forero. 52 pp.
- Integrated Taxonomic Information System (ITIS). 2008. Integrated Taxonomic Information System - ITIS North America. http://siit.conabio.gob.mx/pls/itisca/next?v_tsn=566309. Consulta 24 de octubre de 2008.
- Jenkins J A (1948) The Origin of the cultivated tomato. *Economic Botany* 4: 379-392.

- Juárez-López P, R. Castro-Brindis, T. Colinas-León, P. Ramírez-Vallejo, M. Sandoval Villa, D. W Reed, L. Cisneros Zevallos, S King 2009. Evaluación de calidad de frutos de siete genotipos nativos de jitomate (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*). *Rev. Chapingo Ser.Horticultura*. 15 (n. spe): 5-9 .
- Juárez-Crisanto, Andrés U., Vera Guzmán, Araceli M., Servía Chávez, José L., José C. Carrillo Rodríguez. 2010. Calidad de Frutos de Tomates Silvestres (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* Dunal). De Oaxaca México. *Rev. Fitotec. Mex.* 33: 7-12.
- Kader, A.A. 1992. *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. University of California. Division of Agriculture and Natural Resources. Second Edition. Davis, California.
- Kinnear P, and Gray CD. 2000. *SPSS for windows Made Simple*. Release 10. Psychology Press Ltd, Publishers. United Kingdom. pp. 380
- Kowalczyk K., J. Gajc-Wolska, and M. Marcinkowska. 2011. The Influence of Growing Medium and Harvest Time on the Biological Value of Cherry Fruit and Standard Tomato Cultivars. *Journal*
- Lecomte, L. A. Gautier, A. Luciani, P. Duffé, F. Hospital, M. Buret, and M.Cuasse. 2004. Recent Advances in Molecular Breeding: The Example of Tomato Breeding for Flavor Traits. *Acta Hort. (ISHS)* 637:231-242.
- León, J. 1987. *Botánica de los cultivos tropicales*. Ed. IICA. San José, Costa Rica. Pp. 166-170
- Lorea, R. D.; G.R. Rodríguez, G. R.; Pratta; E. L. Cointry; L. A. Picardi, y R. Zorzoli. 2008. Efecto sobre caracteres de interés agronómico de genes provenientes de poblaciones silvestres de tipo cerasiforme y mutantes en un genotipo cultivado de tomate. *Revista de investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias*. XIV: En:

<http://www.fcagr.unr.edu.ar/Investigacion/revista/rev14/3.htm>. Acceso: 12 de octubre de 2011.

- Martínez, M. 1979. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de Cultura Económica, México, D.F.
- Medina, G.G., J.A. Ruiz y R.A. Martínez P. 1998. Los climas de México: Una estratificación ambiental basada en el componente climático. Libro Técnico Núm. 1. INIFAP-CIRPAC. Ed. Conexión Gráfica. Guadalajara, Jalisco. México. 103 p.
- Merodio Carmen, Escubiano María Isabel. 2003. Maduración y Pos-Relación de frutas y hortalizas. pp 111-115, 195-201, 343.
- Muñoz, Manrubio, J. Reyes Altamirano, J. Carmona, Juan de Dios Trujillo, G. López y A. Cruz. 1995. Desarrollo de ventajas competitivas en la agricultura (el caso del tomate rojo). México: Universidad Autónoma Chapingo.
- Natural Resources Conservation System (NRCS). 2008. <http://plants.usda.gov/java/profile?symbol=SOLYC>. [Fecha de acceso: 24 de octubre de 2008].
- Nee, M. 1986. Flora de Veracruz. Solanaceae I. Fascículo 49. INIREB. Xalapa, Veracruz, México. pp: 113-117.
- Neri-Luna C., E. Pimienta-Barrios y Arriaga Ruiz M.C. 1999. Importancia productiva y ecológica de las poblaciones silvestres de pitaya (*Stenocereus queretaroensis* (Weber) Buxbaum. En: Pimienta-Barrios E. (Ed.). El pitayo en Jalisco y especies afines en México. Universidad de Guadalajara, México. pp. 175-187.
- Nieto Ángel, R. 1998. Fisiología Vegetal. Auxiliares Didácticos. pp.129 –231.

- Nuez F M J, Diez B Pico y F Fernández de Córdoba (1996) Catálogo de semilla de tomate. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Ed. INTA. Madrid España.pp 14-29.
- Nuez, F. 1995. El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 793 p.
- Nuez F. 2001. El cultivo del tomate. Ed. Mundi Prensa. 793 p
- Ortega, F. S., Márquez, J., Valdés, H. y J. H. Pallán. 2000. Efecto de cuatro laminas de agua sobre el rendimiento y calidad de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill cv. FA -144) de invernadero producido en otoño. Universidad de Talca. 8 p.
- Peralta, I.E., S. Knapp and D.M. Spooner 2006.Nomenclature for wild and cultivated tomatoes. Rep. Tomato Genet. Coop. 56: 6-12.
- Peralta, I.E. and D.M. Spooner. 2007. History, origin and early cultivation of tomato (Solanaceae). In: Genetic Improvement of Solanaceous Crops, Vol. 2: Tomato. M.K. Razdan and A.K. Mattoo (eds.), Science Publishers, Enfield, USA. Pp. 1-27.
- Pérez, G.M., F. Márquez S., A. Peña L., 1997. Mejoramiento genético de hortalizas. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp. 149–181.
- Ramanatha Rao, V. and T. Hodgkin. 2002. Genetic diversity and conservation and utilization of plant genetic resources. Plant, Cell, Tissue and Organ Culture. 68: 1-19.
- Rick, C.M. 1973. Potential genetic resources in tomato species: clues from observations in native habitats. In: A. Hollaender and S. M. Srb (eds.), Genes. Enzymes and Populations. Plenum Press. New York, USA. pp. 255-269.
- Rick, C.M. 1976. Tomato *Solanum lycopersicum* (Solanaceae). In: N W Simmonds (ed.) Evolution of crop plants. Longman London. Pp. 268-273.

- Rick, C.M., H. Laterrot and J. Philouze. 1990. A revised key for the *Lycopersicon* species. *Tomato Genetics Cooperative Report* 40: 31.
- Rick C. M. (1978), Potential genetic resources in tomato species: clues from observations in native habitats. In: A M Srb (ed.) *Genes, enzymes and populations*. Plenum, New York. pp. 255-269.
- Rick, C.M. 1979. Potential improvement of tomatoes by controlled introgression of genes from wild species. *Proceedings of the Conference on Broadening Genetic Base Crops*. Pudoc, Wagenigen. pp. 167-173.
- Rodríguez, G.E., J.J. Sánchez G., S. Montes H., A. Ruiz C. y J.L. Martínez R., 2003. "Exploración y colección de especies del género *Lycopersicon* en el Occidente de México". In: *Memorias del X Congreso Nacional de Horticultura*. UACH, Chapingo, México. pp. 61.
- Rodríguez Dimas N, P. Cano Ríos, U. Figueroa Viramontes, A. Palomo Gil, E. Favela Chávez, V. de P. Álvarez Reyna, C. Márquez Hernández, A. Moreno Reséndez. 2008. Producción de Tomate en Invernadero con Humus de Lombriz como Sustrato. *Rev. Fitotec. Mex* 31: 265-272.
- Rodríguez G., E., Vargas C., D., Sánchez G., J.J., Lépiz I. R., Rodríguez C. A., Ruiz C., J. A., Puente O. P., Miranda, M. R.. 2009. Etnobotánica de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* en el occidente de México. *Naturaleza y Desarrollo* 7 (2): 45-57
- Roselló, S. y Nuez, F. 2006. Mejora de la calidad del tomate para fresco. pp. 333-359. En: G. Llácer, M.J. Díez, J.M. Carrillo y M.L. Badenes (eds). *Mejora Genética de la Calidad en Plantas*. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.
- Ruiz, J.J.; Alonso, A.; García-Martínez, S.; Valero, M.; Blasco, P.; Ruiz-Bevia, F. 2005. Quantitative Analysis of Flavour Volatiles Detects Differences Among Closely Related Traditional Cultivars of Tomato. *Journal of the Science of Food & Agriculture* 85:54-60.

- Rzedowski, G. C. de y J. Rzedowski, 2004. Manual de Malezas de la Región de Salvatierra, Guanajuato. En: Rzedowski, J. y G. Calderón R. (eds.) Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Fascículo complementario XX. Instituto de Ecología. Centro Regional del Bajío. Pátzcuaro, Michoacán, México.
- Secretaría de Agricultura Ganadería, Pesca y Alimentos (SAGARPA) Boletín Electrónico de Tomate N° 13. 2008. Tomate13.pdf. Acceso 30 de Septiembre 2011 <http://www.mercadocentral.com.ar/site2006/publicaciones/boletin/pdf/Tomate>
- Salgado M. L. 2011. Calidad de fruto de jitomate en acervos y poblaciones nativas de México. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. 110p
- San Martín H. E. 2011. Producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en diferentes granulometrías de tezontle. Colegio de Postgraduados. Tesis de Maestría en Ciencias. Texcoco, México. 98 p.
- Sánchez, P.P., K. Oyama, J. Núñez F., J. Formoni, S. Hernández V., J. Márquez G., J.A. Garzón T., 2006. "Sources of resistance to whitefly (*Bemisia* spp.) in wild populations of *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* (Dunal) Spooner G. J. Anderson et R.K. Jansen in Northwestern México". *Genetic Resources and Crop Evolution*, 53: 711–719.
- "Sánchez-Peña P (2005) Estructura Genética y Selección de la Resistencia a la Mosquita Blanca (*Bemisia tabaci*) en Poblaciones de Tomate Silvestre (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*). Tesis. Universidad Nacional Autónoma de México. 140 pp."
- SIAP. 2010. Estadísticas de producción de cultivos. [en línea] <http://www.siap.gob.mx/> [consulta: 12 mayo de 2011]

- Steiner, A. A. 1961. A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. *Plant and Soil* 15:134–154.
- Steiner A. A. 1966 The Influence of the Chemical Composition of a Nutrient Solution on the Production of Tomato Plants. *Plant Soil*. 24: 434-466
- Steiner A. A. 1973. The Selective Capacity of Tomato Plants for Ions in a Nutrient Solution. En Proc. 3rd Int. Cong. Soilless Cult. Sassari, Italy. pp. 43-54
- Steiner A. A. 1984. The Universal Nutrient Solution. En: Proc 6th Int. Cong. Soilless Cult. pp. 633-649.
- Stevens, M. A., Kader, A. A., Albright-Holton, M., Algazi, M. 1977. Genotypic variation for flavor and composition in fresh market tomatoes. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 102, 680–689.
- Valadez, L. A. 1996. Producción de hortalizas. ED. Limusa. México. pp.197-211
- Vallejo, F. A. 1999. Mejoramiento genético y producción de tomate en Colombia. Cali: Editorial Feriva. 216 p.
- Vargas, C. D., E. Rodríguez G., J. J. Sánchez G., S. Montes H., A. Ruiz C., R. Lápiz I., P. Puente O., J. L. Martínez R., 2005. Adaptación climática de *Lycopersicum* en el occidente de México. *Avances en la Investigación Científica en el CUCBA*. Universidad de Guadalajara. México, pp. 207–210.
- Villarreal, R. 1982. Tomates. IICA. San José de Costa Rica. Serie Investigación y Desarrollo No. 6. 184 p.
- Villaseñor-Ríos, J. L. y F. J. Espinosa-García. 1998. Catálogo de malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México, Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario y Fondo de Cultura Económica: México.
- Weier, T. E., C. R. Stoching y M.G. Barbour. 1980. *Botánica*. Quinta Ed. Edit. Limusa. México, D. F.

- Wills R., B. Mc Glasson, D. Graham y D. Joyce. 1998. Introducción a la fisiología y manipulación poscosecha de frutas, hortalizas y plantas ornamentales. Editorial Acribia, Zaragoza España. pp. 7 – 165.
- Taylor, I. B. 1986. Biosystematic of the tomato, in .I. G. Atherton & .I. Rudich (eds.). The tomato crop' a scientific basis for improvement, pp. 1- 34. Chapman and Hall, London.

ANEXOS

Cuadro 1A. Análisis de varianza para peso fresco de jitomate (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) 2008.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Repeticiones	9	0.99	0.11	2.96	0.0037
Poblaciones	11	4.42	0.40	10.82	***
Error	99	3.68	0.03		
Total	119	9.10			
Coeficiente de variación					
	11.28403				

*** $P \leq 0.001$ (altamente significativa) y ns (no significativa)

Cuadro 1B. Análisis de varianza para diámetro ecuatorial de jitomate (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) 2008.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Repeticiones	9	11.57	1.29	2.32	0.0205
Poblaciones	11	46.51	4.23	7.63	***
Error	99	54.83	0.55		
Total	119	112.91			
Coeficiente de variación					
	5.63322				

*** $P \leq 0.001$ (altamente significativa) y ns (no significativa).

Cuadro 1C. Análisis de varianza para diámetro polar de jitomate (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) 2008.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Repeticiones	9	14.38	1.59	2.48	0.0133
Poblaciones	11	43.98	3.99	6.22	***
Error	99	63.69	0.64		
Total	119	122.06			

Coeficiente de variación

6.600065

*** $P \leq 0.001$ (altamente significativa) y ns (no significativa).

Cuadro 1D. Análisis de varianza solidos solubles totales (°Brix) de jitomate (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) 2008.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Repeticiones	9	3.62	0.40	1.11	0.3649
Poblaciones	11	60.74	5.52	15.16	***
Error	99	36.05	0.36		
Total	119	100.43			

Coeficiente de variación

7.719956

*** $P \leq 0.001$ (altamente significativa) y ns (no significativa).

Cuadro 1E. Análisis de varianza para pH de jitomate (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) 2008.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Repeticiones	9	0.13	0.01	0.74	0.6712
Poblaciones	11	2.29	0.20	10.41	***
Error	99	1.98	0.02		
Total	119	4.41			

Coeficiente de variación

3.368546

*** $P \leq 0.001$ (altamente significativa) y ns (no significativa).

Cuadro 1F. Análisis de varianza para Acido cítrico (AT) de jitomate (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) 2008.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Repeticiones	9	0.01	0.00	0.26	0.9828
Poblaciones	11	0.92	0.08	22.38	***
Error	99	0.04	0.00		
Total	119	1.29			

Coefficiente de variación 9.5116

*** $P \leq 0.001$ (altamente significativa) y ns (no significativa).

Cuadro 2A. Análisis de varianza Peso fresco de jitomate (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) 2009.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Repeticiones	9	3.23	0.35	1.37	0.2123
Poblaciones	11	5.06	0.46	1.76	ns
Error	99	25.95	0.26		
Total	119	34.25			

Coefficiente de variación 24.68949

*** $P \leq 0.001$ (altamente significativa) y ns (no significativa).

Cuadro 2B. Análisis de varianza diámetro Ecuatorial de jitomate (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) 2009.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Repeticiones	9	17.66	1.96	1.06	0.4007
Poblaciones	11	190.86	17.35	9.35	***
Error	99	183.60	1.85		
Total	119	392.10			

Coefficiente de variación 9.45003

*** $P \leq 0.001$ (altamente significativa) y ns (no significativa).

Cuadro 2C. Análisis de varianza diámetro polar de jitomate (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) 2009.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Repeticiones	9	21.24	18.98	1.6	0.1258
Poblaciones	11	208.78	2.36	12.86	***
Error	99	146.13	1.47		
Total	119	376.16			

Coeficiente de variación

8.859787

*** $P \leq 0.001$ (altamente significativa) y ns (no significativa).

Cuadro 2D. Análisis de varianza para sólidos solubles (°Brix) de jitomate (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) 2009.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Repeticiones	9	21.22	2.35	2.24	0.0253
Poblaciones	11	76.67	6.97	6.62	***
Error	99	104.23	1.05		
Total	119	202.12			

Coeficiente de variación

14.08445

*** $P \leq 0.001$ (altamente significativa) y ns (no significativa).

Cuadro 2E. Análisis de varianza para pH de jitomate (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) 2009.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Repeticiones	9	0.24	0.02	0.57	0.818
Poblaciones	11	2.29	0.20	4.36	***
Error	99	4.73	0.04		
Total	119	7.27			

Coeficiente de variación

5.165847

*** $P \leq 0.001$ (altamente significativa) y ns (no significativa).

Cuadro 2F. Análisis de varianza para ácido cítrico (AT) de jitomate (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) 2009.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Repeticiones	9	6.06	0.67	0.99	0.4523
Poblaciones	11	7.78	0.70	1.04	0.4162
Error	99	67.28	0.67		
Total	119	81.13			

Coeficiente de variación

118.4741

*** $P \leq 0.001$ (altamente significativa) y ns (no significativa).

Cuadro 3A. Análisis de varianza para peso fresco de jitomate (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) 2010.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Repeticiones	9	0.58	0.06	1.11	0.3662
Poblaciones	11	7.09	0.64	10.93	***
Error	99	5.84	0.06		
Total	119	13.53			

Coeficiente de variación

13.079

*** $P \leq 0.001$ (altamente significativa) y ns (no significativa).

Cuadro 3B. Análisis de varianza para diámetro ecuatorial de jitomate (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) 2010.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Repeticiones	9	8.93	0.99	1.8	0.0767
Poblaciones	11	76.30	6.93	12.61	<.0001
Error	99	54.45	0.55		
Total	119	139.69			

Coeficiente de variación

4.930204

*** $P \leq 0.001$ (altamente significativa) y ns (no significativa).

Cuadro 3C. Análisis de varianza para diámetro polar de jitomate (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) 2010.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Repeticiones	9	4.94	0.54	8.36	<.0001
Poblaciones	11	50.19	4.56	1.01	0.4404
Error	99	54.05	0.54		
Total	119	109.19			

Coeficiente de variación

5.397299

*** $P \leq 0.001$ (altamente significativa) y ns (no significativa).

Cuadro 3D. Análisis de varianza para sólidos solubles (°Brix) de jitomate (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) 2010.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Repeticiones	9	16.51	1.83	0.87	0.5506
Poblaciones	11	373.59	33.96	16.18	***
Error	99	207.77	2.10		
Total	119	597.89			

Coeficiente de variación

21.05693

*** $P \leq 0.001$ (altamente significativa) y ns (no significativa).

Cuadro 3E. Análisis de varianza para pH de jitomate (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) 2010.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Repeticiones	9	0.56	0.06	2.98	0.0035
Poblaciones	11	1.60	0.14	6.93	***
Error	99	2.08	0.02		
Total	119	4.27			

Coeficiente de variación

3.042376

*** $P \leq 0.001$ (altamente significativa) y ns (no significativa).

Cuadro 3F. Análisis de varianza ácido cítrico de jitomate (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) 2010.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Repeticiones	9	1.09	0.12	1.21	0.3003
Poblaciones	11	1.18	0.10	1.06	ns
Error	99	10.00	0.10		
Total	119	12.28			

Coefficiente de

variación 46.08287

*** $P \leq 0.001$ (altamente significativa) y ns (no significativa).