

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

INSTITUTO DE HORTICULTURA

**CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE ENDOCARPIOS Y
SEMILLAS DE TEJOCOTE (*Crataegus* spp.).**

T E S I S

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE**



DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

PRESENTA:

SERGIO ANDRÉS PÉREZ ORTEGA

Chapingo, Méx., Agosto del 2004.



Instituto de Horticultura

**CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE ENDOCARPIOS Y SEMILLAS DE
TEJOCOTE (*Crataegus* spp.).**

Tesis realizada por Sergio Andrés Pérez Ortega, bajo la dirección del Comité Asesor
indicado, aprobado por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

DIRECTOR: _____



Dr. Raúl Nieto Ángel

ASESOR: _____



Dr. Alejandro Facundo Barrientos Priego.

ASESOR: _____



Dr. Juan Martínez Solís.

Chapingo. Méx. Agosto de 2004.

DATOS BIOGRÁFICOS

El autor de la presente tesis, Sergio Andrés Pérez Ortega, Ingeniero Agrónomo especialista en Fitotecnia, es originario del Municipio de Lolotla, Estado de Hidalgo, lugar donde nació el 8 de Septiembre de 1973. La educación media superior la realizó en el Colegio de Bachilleres Plantel número ocho “Azteca” en la ciudad de Querétaro, Querétaro entre los años 1990 y 1992, curso el Propedéutico de Preparatoria Agrícola en el Departamento de Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo entre los años 1995 y 1996, los estudios de licenciatura los llevo a cabo en el Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo entre los años 1997 y 2000. Titulándose el día 2 de Julio del 2001 con el trabajo de tesis titulado “Descripción de la Arquitectura de árboles de tejocote (*Crataegus* spp.) del Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo” obteniendo un veredicto en el examen profesional de “aprobado por unanimidad de votos con felicitación”. Desde su egreso ha participado en investigaciones referentes a las especies de *Crataegus* y como ponente en congresos nacionales.

AGRADECIMIENTOS.

A la Universidad Autónoma Chapingo, por la gran oportunidad de continuar con mi preparación académica, por su apoyo económico y el poder cumplir con un sueño más.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico otorgado para el buen termino de este grado académico.

Al Dr. Raúl Nieto Ángel, por su confianza, apoyo, amistad y consejos acertados para la conclusión de este trabajo.

Al Dr. Alejandro F. Barrientos Priego, por su amistad, ánimos, confianza, consejos y observaciones realizadas para la conclusión de este trabajo.

Al M. C. Juan Martínez Solís por su amistad en el transcurso de los estudios de postgrado, confianza y acertadas aportaciones para la culminación de este trabajo.

Al Dr. Mario Pérez Grajales excoordinador del Instituto de Horticultura y actual director del Departamento de Fitotecnia, por darnos un buen ejemplo y las facilidades brindadas para la culminación de mis estudios de maestría.

Al Dr. Clemente Villanueva Verduzco, por su apoyo y revisión de este trabajo.

A mi amigo Carlos A. Núñez Colín por su gran apoyo en la parte estadística de este trabajo

A los profesores del Instituto de Horticultura, en especial al Dr. Segura por sus consejos y aportes profesionales para mi formación académica.

A todos mi compañeros tanto del Instituto de Horticultura como de otros postgrados por brindarme su amistad y hacer mi estancia y estudios en Chapingo algo inolvidable.

DEDICATORIA

A Dios, por su aliento y ayuda en los momentos más difíciles de mi vida hasta hoy recorrida e hicieron posible uno de los sueños tanto míos como de mi familia.

A mis padres, Andrés Pérez Ochoa y Paula Ortega de Pérez, por darme la vida, soportar mis ausencias esperando que este grado académico les compense un poco su nostalgia.

A mis hermanos, Gabriel, Isabel, Aída, Vicente, Cesáreo por la dicha de verlos estos años más unidos y conviviendo entre ellos siendo el mejor regalo para mí.

A todos mis sobrinos, en especial a Diana, Rosario, Yeny, Yuridia, Brenda, Dulce, Vicente y al nuevo integrante de la familia Pérez Marco Gabriel “el Chamaco” por su gran cariño y apoyo en los días que estoy con ellos.

A mis dos cuñadas Fidela y Marcolina por sus consejos y apoyos en los momentos difíciles y alegres que he pasado en el transcurso de mi estancia en Chapingo.

A los trabajadores del laboratorio de Fisiología Vegetal, Fisiología de frutales por su amistad y paciencia en mi formación.

A todos mis compañeros de Residencias de Postgrado Martha, Fany, Alejandra, Rogelio, Octavio, Rafa, Germán, el Pokémon, Ronald, el Cubano, Wilson, Fermín, Santiago, Ernesto, Don Javier y a todos los que en este momento no recuerde.

Sinceramente Gracias.

CONTENIDO	Pág.
INDICE DE CUADROS	viii
INDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN GENERAL	xiii
GENERAL ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN GENERAL	1
OBJETIVOS	8
LITERATURA CITADA	8
1 ^{er} ARTÍCULO: CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE ENDOCARPIOS DE TEJOCOTE (<i>Crataegus</i> spp.) MEDIANTE ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES Y MÉTODOS DE AGRUPACIÓN.	11
RESUMEN	11
ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN	12
MATERIALES Y MÉTODOS	15
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
CONCLUSIONES	63
LITERATURA CITADA	65
2° ARTICULO: CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE ENDOCARPIOS Y SEMILLAS DE TEJOCOTE (<i>Crataegus</i> spp.) MEDIANTE ANÁLISIS CANÓNICOS	67
RESUMEN	67

ABSTRACT	67
INTRODUCCIÓN	68
MATERIALES Y MÉTODOS	70
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	74
CONCLUSIONES	93
LITERATURA CITADA	94
DISCUSIÓN GENERAL	96
CONCLUSIONES Y COMENTARIOS GENERALES	98

INDICE DE CUADROS

1^{er} ARTÍCULO: CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE ENDOCARPIOS DE TEJOCOTE (*Crataegus* spp.) MEDIANTE ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES Y MÉTODOS DE AGRUPACIÓN.

Cuadro 1	Datos de pasaporte y nomenclatura de la colección de endocarpios y semillas de tejocote (<i>Crataegus</i> spp.) del Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo, 2003.	16
Cuadro 2	Caracteres evaluados con sus respectivos códigos, datos promedio, mínimos y máximos, coeficiente de variación y desviación estándar de endocarpios y semillas de 86 accesiones de tejocote (<i>Crataegus</i> spp.) del Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo, 2003.	24
Cuadro 3	Matriz básica de datos, expresados en medias, de caracteres evaluados de endocarpios, semillas y cavidad seminal de accesiones de tejocote (<i>Crataegus</i> spp.) del Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo, 2003.	26
Cuadro 4	Eigen-valores de los cinco primeros componentes principales de características de endocarpios y semillas de tejocote (<i>Crataegus</i> spp.) pertenecientes al Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo, 2003.	35
Cuadro 5	Eigen-vectores de los componentes principales de 39 caracteres de endocarpios y semillas de tejocote (<i>Crataegus</i> spp.) pertenecientes al Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo, 2003.	38
Cuadro 6	Correlación entre 39 caracteres evaluados en endocarpios de tejocote (<i>Crataegus</i> spp.) del Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo.	40
Cuadro 7	Datos promedio de 39 caracteres evaluados de endocarpios, semillas y cavidad seminal de tejocote (<i>Crataegus</i> spp.) del Banco de Germoplasma, correspondientes a las accesiones del grupo I , de acuerdo al análisis no jerárquico radial mediante la distancia taxonómica media y el método de agrupación Moyen <i>UPGMA</i> (DARwin).	49

Cuadro 8	Datos promedio de 39 caracteres evaluadas de endocarpios, semillas y cavidad seminal de tejocote (<i>Crataegus</i> spp.) del Banco de Germoplasma, correspondientes a las accesiones del grupo II , de acuerdo al análisis no jerárquico radial mediante la distancia taxonómica media y el método de agrupación Moyen <i>UPGMA</i> (DARwin).	50
Cuadro 9	Datos promedio de 39 caracteres evaluadas de endocarpios, semillas y cavidad seminal de tejocote (<i>Crataegus</i> spp.) del Banco de Germoplasma, correspondientes a las accesiones del grupo III , de acuerdo al análisis no jerárquico radial mediante la distancia taxonómica media y el método de agrupación Moyen <i>UPGMA</i> (DARwin).	50

2° ARTICULO: CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE ENDOCARPIOS Y SEMILLAS DE TEJOCOTE (*Crataegus* spp.) MEDIANTE ANÁLISIS CANÓNICOS.

Cuadro 1	Eigen-vectores y porcentajes acumulados en el análisis de componentes principales en endocarpios de tejocote.	74
Cuadro 2	Eigen-vectores del análisis de componentes principales en endocarpios de tejocote (<i>Crataegus</i> spp.).	76
Cuadro 3	Valores propios y pruebas de significancia de las funciones canónicas en el análisis discriminante por orígenes de endocarpios de tejocote	78
Cuadro 4	Estructura canónica total del análisis discriminante canónico de variables de endocarpios de tejocote de acuerdo a su origen.	80
Cuadro 5	Análisis de resubstitución para detectar de acuerdo a su origen accesiones mal agrupadas en el análisis discriminante canónico de endocarpios de tejocote por origen.	81
Cuadro 6	Distancias Mahalanobis y probabilidad de parecido por orígenes de endocarpios de tejocote establecidos en el Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo.	84
Cuadro 7	Porcentajes de las accesiones de acuerdo a características de endocarpios de tejocote (<i>Crataegus</i> spp.) en los grupos obtenidos a partir de un dendrograma mediante la distancia euclidiana y el método de Ward, de acuerdo a su origen.	87

Cuadro 8	Valores propios y pruebas de significancia de las funciones canónicas en el análisis de grupos formados por características de endocarpios de tejocote (<i>Crataegus</i> spp.)	88
Cuadro 9	Estructura canónica total del análisis discriminante canónico de variables de endocarpios de tejocote con forme a grupos preestablecidos de endocarpios, semillas y cavidad seminal en <i>Crataegus</i> spp..	89
Cuadro 10	Distancias Mahalanobis y probabilidad de parecido entre grupos formados con características de endocarpios de tejocote obtenidos a partir de un dendrograma mediante la distancia euclidiana y el método de Ward.	92

ÍNDICE DE FIGURAS

1 ^{er} ARTÍCULO: CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE ENDOCARPIOS DE TEJOCOTE (<i>Crataegus</i> spp.) MEDIANTE ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES Y MÉTODOS DE AGRUPACIÓN.		
Figura 1	Caracteres evaluados de endocarpios, semillas y cavidad seminal de 86 accesiones de tejocote (<i>Crataegus</i> spp.), del Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo, 2003. A: área longitudinal de la cavidad seminal; B: embrión abortivo; C: longitud del eje mayor y menor del endocarpio; D: endocarpio sin semilla; E: área longitudinal de la semilla; F: endocarpio con semilla normal; G: área total del endocarpio; H: perímetro del endocarpio.	19
Figura 2	Dendrograma jerárquico mediante la distancia taxonómica media y el método de agrupación (UPGMA) de 86 accesiones de características de endocarpios de tejocote (<i>Crataegus</i> spp.) pertenecientes al Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo.	36
Figura 3	Dendrograma no jerárquico radial mediante la distancia taxonómica media y el método de agrupación Moyén UPGMA (Darwin) en 86 accesiones mediante características de endocarpios de tejocote (<i>Crataegus</i> spp.) pertenecientes al Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo.	37
Figura 4	Formas representativas en endocarpios, semillas y cavidades seminales de tejocote (<i>Crataegus</i> spp) de 16 accesiones correspondientes al Grupo I de acuerdo al dendrograma no jerárquico radial mediante la distancia taxonómica media y el método de agrupación Moyén UPGMA (Darwin), del Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo.	52
Figura 5	Formas representativas en endocarpios, semillas y cavidades seminales de tejocote (<i>Crataegus</i> spp) de 16 accesiones correspondientes al Grupo II de acuerdo al dendrograma no jerárquico radial mediante la distancia taxonómica media y el método de agrupación Moyén UPGMA (Darwin), del Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo.	54
Figura 6	Formas representativas en endocarpios, semillas y cavidades seminales de tejocote (<i>Crataegus</i> spp) de 16 accesiones correspondientes al Grupo III de acuerdo al dendrograma no jerárquico radial mediante la distancia taxonómica media y el método de agrupación Moyén UPGMA (Darwin), del Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo.	58

2° ARTICULO: CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE ENDOCARPIOS Y SEMILLAS
DE TEJOCOTE (*Crataegus* spp.) MEDIANTE ANÁLISIS CANÓNICOS

Figura 1	Dispersión de los endocarpios de tejocote en un plano factorial de los dos primeros componentes principales del Análisis de Componentes Principales con características de dimensiones y forma. CP1: área longitudinal, perímetro longitudinal, longitud del eje mayor y menor y diámetro feret del endocarpio, semilla y cavidad seminal; CP2: índice de alargamiento e índice de compactación del endocarpio semilla y cavidad seminal; de acuerdo al origen de cada grupo.	77
Figura 2	Dispersión de genotipos de tejocote (<i>Crataegus</i> spp.) de acuerdo a su origen y características de los endocarpios mediante sus dos funciones canónicas derivadas del análisis discriminante. CAN1: número de endocarpios por fruto, porcentaje de endocarpios sin semilla, porcentaje de endocarpios con semilla normal, porcentaje de semilla normal por fruto, área longitudinal del endocarpio, longitud del eje mayor del endocarpio, diámetro feret del endocarpio, área longitudinal de la cavidad seminal, longitud del eje menor de la cavidad seminal; CAN2: índice de alargamiento del endocarpio y semilla, índice de compactación de la semilla.	83
Figura 3	Dendrograma de 86 accesiones de endocarpios de Tejocote (<i>Crataegus</i> spp.) del Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo, mediante la distancia euclidiana y el método de Ward, obteniéndose tres grandes grupos.	85
Figura 4	Pruebas de partición para la identificación del número de grupos que se pueden obtener en un dendrograma formado con características de endocarpios de tejocote (<i>Crataegus</i> spp.). CCC: (Cubic Clustering Criterion) criterio de agrupación cúbica.	86
Figura 5	Dispersión de los grupos preestablecidos con características de endocarpios de tejocote (<i>Crataegus</i> spp.) en el dendrograma de acuerdo con las funciones canónicas derivadas del análisis discriminante.	91

**CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE ENDOCARPIOS Y SEMILLAS DE
TEJOCOTE (*Crataegus* spp.)
MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF ENDOCARPS AND SEEDS OF
MEXICAN HAWTHORN (*Crataegus* spp.)**

S. A. Pérez Ortega¹; R. Nieto-Ángel².

RESUMEN GENERAL

El conocer las características que presentan los endocarpios y semillas en los tejocotes del Banco de Germoplasma es uno de los aspectos que hace falta conocer para incrementar el acervo de conocimientos en este género. Por lo que se plantea en esta investigación, caracterizar desde el punto de vista morfológico a los endocarpios y semillas a 86 accesiones de tejocote, pertenecientes a la colección, procedentes de tres orígenes principalmente y a la vez encontrar las características que distinguen al formarse grupos afines, teniendo como antecedente que el endocarpio es un buen parámetro, estable y discriminante para la caracterización de tejocotes. Para lograr este propósito se realizó un análisis de caracteres mediante métodos multivariados como son el análisis de agrupamientos y análisis discriminante canónico, auxiliándose de un análisis de componentes principales, entre otras pruebas. En ambos casos se encontraron resultados muy semejantes, tanto en endocarpios como en semillas, así como las características que definen a los grupos formados referentes a área, perímetro, longitud del eje mayor y menor, diámetro feret, número de semillas por accesión entre otros.

Palabras Clave: Banco de Germoplasma, métodos multivariados, Taxonomía, grupos.

GENERAL ABSTRACT

Knowing the characteristics that present the endocarps and seeds in the Mexican hawthorn of the Bank of Germoplasma is one of the aspects that is necessary to know to increase the wealth of to know in this genus. For this thinks about in this research, to characterize from the morphological point of view to the endocarpis and seeds to 86 Mexican hawthorns accessions, belonging to the collection, coming from three origins mainly and at the same time to find the characteristics that distinguish when being formed common groups, having as antecedent that the endocarp is a good parameter, stable and discriminant for the Mexican hawthorn characterization. To achieve this purpose one carries out an analysis of characters by means of multivariate multivariados like they are the analysis of clusters and canonical discriminant analysis, being aided of an principal component analysis, among other tests. In both cases they were very similar results, as much in endocarps as in seeds, as well as the characteristics that define to the formed groups to area, perimeter, longitude of the biggest and smaller axis, feret diameter, number of seeds for accession among others.

Keywords: Bank of Germoplasma, multivariate methods, taxonomy, groups.

¹Tesista

²Director

INTRODUCCIÓN GENERAL

El tejocote (*Crataegus* spp.) corresponde a uno de los géneros posiblemente más antiguos generados en las tierras mexicanas; ha adoptado diferentes nombres comunes, sin embargo, dichos nombres no determinan ni distinguen la unidad taxonómica; "tejocote" es el nombre más extendido y proviene del Náhuatl, en la que "*te-xócotl*" significa fruta agria silvestre o dura; los Náhoas le llamaban *texococuáhtl*, que corresponde al árbol de manzano de las Indias (Cabrera, 1978).

Los posibles centros de origen del género *Crataegus* están en el territorio Chino, en donde se tiene la especie *C. scabrifolia* y el otro, en el territorio mexicano con el *C. pubescen* (Phipps, 1983). En México el término "Tejocote" se refiere a los frutos de especies del género *Crataegus*. Este género pertenece a la familia de las rosáceas y subfamilia de las pomoideas. Las especies del género *Crataegus* se localizan principalmente en los climas fríos y templados, en altitudes que van de los 400 a los 3,000 m y se diferencian dos grandes grupos los tipos criollos o formas silvestres, y los otros son los cultivados; los primeros se localizan entre los 14° 32' de Latitud Norte y los segundos, entre los 19° 20'.

De acuerdo con Phipps (1997) dicho género posee alrededor de 150 especies en todo el mundo, 55 de las cuales se encuentran en el Continente Europeo-Asiático y 95 en el Americano. De las 95 especies americanas pueden agruparse en 20 series o secciones. Según el mismo autor, en el norte de México existen 13 especies de *Crataegus* distribuidas en 4 secciones: *Pavifoliae* Loud. (1. *C. uniflora* Muenchh), *Mexicanae* Loud (2. *C. mexicana* Moc. & Sessé), *Crus-galli* Loud (3. *C. gracilior* J. B. Phipps; 4. *C. rosei* Eggl. ésta especie presenta 2 subespecies, *rosei* y *parryana*,

en donde la primera consta de las variedades rosei, mahindae y amoena.) y finalmente la sección *Coccineae* Loud., que consta de 5 series y que agrupa 9 especies de *Crataegus*: serie Madrenses (**5.** *C. tracyi* Ashe ex Eggl., presentando 3 variedades tracyi, coahuilensis y madrensis; **6.** *C. aurescens* J. B. Phipps), Serie Greggiana (**7.** *C. greggiana* Eggl. con dos variedades, greggiana y pepo; **8.** *C. serratissima* J. B. Phipps), Serie Baroussanae (**9.** *C. baroussana* Eggl., la cual expone dos variedades, baroussana y jamensis; **10.** *C. cuprina* J. B. Phipps; **11.** *C. johnstonii* J. B. Phipps), Serie Sulfureae (**12.** *C. sulfurea* J. B. Phipps), y serie Grandifoliae (**13.** *C. grandifolia* J. B. Phipps, con dos variedades, grandifolia y potosina).

Por lo anterior está muy clara la diversidad existente del género *Crataegus* en el norte del país; sin embargo, de los taxa establecidos en el centro y sur de México, solo se señala que pertenecen a un complejo de alrededor de *Crataegus mexicana*, implicando solo a *C. crus-galli*, *C. nelsoni*, y *C. subserrata*. (Phipps, 1997; Borys y Vega Cuen, 1984) y se considera que es probable que exista un mayor número de especies, dada las condiciones ambientales tan diversas y la variabilidad de tipos de tejocote. El número cromosómico reportado de este género es de tres niveles de ploidía: 2x, 3x, y 4x; x = 17 (El-Gazaar, 1980).

Los diferentes usos que el tejocote tiene son: el **hortícola**. Desde la mitad del siglo XIX se ha utilizado como portainjerto del peral, membrillero, manzano, níspero, fresno montañoso, del cotoneaster y más ampliamente del mismo tejocote; **Pecuario**, los frutos de esta especie lo consumen los cerdos, chivos, vacas, ovejas, conejos, conteniendo un alto valor nutritivo muy similar al maíz; las hojas son muy apetecibles para el consumo del ganado por su alto contenido de taninos, proteínas y fibras; **Industrial**, los frutos de tejocote se utilizan como fuente de pectinas, obteniéndose hasta 30 kg de este producto por tonelada de fruta fresca; ha servido

también como fuente de vitamina C, carbohidratos, proteínas, carotenos y una gran variedad de compuestos químicos; de los frutos se producen jaleas, compotas, ates, almíbar y mermeladas; **Medicinal**, del tejocote se han usado diversas partes del árbol, las flores, hojas y el frutos, para aliviar la tos y como sedante nervioso, la corteza de la raíz, como diurético para enfermedades del riñón, para combatir la formación de venas varicosas y para el control de peso, colesterol, y el cocimiento de la raíz y de los frutos, para el tratamiento de la diabetes (Borys, 1996).

Los metabolitos tales como digistalis, resertine, ajmaline, quinidine, ergotamine, atropine y lovastolin, son algunos de los compuestos producidos en plantas que tienen su efecto en la regulación de problemas cardiovasculares y que se encuentran tanto en *Crataegus* como *Gingo biloba*, *Ginseng* (*Panax*), y ajo (*Allium sativum*) (Mascolo, 1998). El metanol, un extracto obtenido de *C. pinnaefida* en la República de Corea, se encontró que presentó una potente actividad inhibitoria contra las enzimas del tipo proteasas del virus HIV-1 a concentraciones de $100 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$; el uvaol y el ácido ursolic son los dos compuestos activos que inhiben la enzima proteasa HIV-1 con valores IC₅₀ de 5.5 y 8 μM , respectivamente (Mascolo, 1998).

Su uso **Ornamental** es importante, por su estructura morfológica, presencia de espinas, intensidad de floración y de fructificación, tamaño y diversidad en la coloración de los frutos, y la característica de inducir enanismo como portainjerto, son ideales para utilizarse como planta de ornato, ya sea como arbolitos tipo bonsai, como setos, para camellones, como una especie estética en jardines y parques, entre otros; **Ecológico**, el valor ecológico radica en la amplia variabilidad adaptativa de la raíz a diferentes suelos, la arquitectura y los componentes de la copa y a los componentes de productividad de los árboles; sus frutos sirven de alimento para pájaros silvestres, proveen de materia orgánica a los suelos y ayudan a la retención de humedad del suelo,

entre otros; **Combustible y Madera**, por la dureza y la calidad de la madera, es excelente para la obtención de carbón y para la fabricación de muebles(Borys, 1989).

Su valor **Cultural** como fruta radica en que, la cual adquiere mejores precios para el consumo en fresco en la fiesta de “Todo Santos” y en las “Posadas”, previo a la fiesta de Navidad, utilizándose en forma de “ponche” y para las piñatas, aunque tambien se utilice para la obtención de licor que se consume en los tiempos de mayor frío (Borys, 1996).

En el sistema radical del tejocote predominan las raíces de tipo pivotante, de enraizamiento profundo aunque también hay tipos de crecimiento horizontal (Nieto-Ángel y Borys, 1992). La mayor concentración de raíces se concentra en el estrato de 0 – 40 centímetros, predominando las raíces finas (menores a 2 mm) (García Campos, 1982). El tallo es delgado, sin espinas, ramas con pocas espinas o sin ellas (Borys y Vega Cuen, 1984); el tejocote presenta un tipo de tallo modificado conocido como aguijón, el cual inhibe su crecimiento terminal y es diferente a las espinas y púas (Cronquist, 1977). Los aguijones difieren de los tallos ordinarios en que el crecimiento terminal es limitado; el meristemo apical funciona solo por poco tiempo, después de la cual se cae o madura formando células no meristemáticas, de paredes gruesas. La sección transversal del tallo es de forma regular, redonda u ovoidal, fuertemente irregular, acanalado, presenta crecimiento vertical recto a espiral, la corteza es de coloración verde gris a rojizo (Nieto Ángel y Borys, 1992).

El género *Crataegus* presenta una gran diversidad de forma de hojas según lo manifiestan algunos autores, como Gleason y Cronquist (1963); Rzedowski (1979); Sánchez Sánchez (1974). La diversidad se manifiesta en el borde, la forma, largo y ancho de la lámina y el tipo de ápice;

pero todos coinciden en que son alternas, pecioladas y simples, además de serradas, y a menudo también lobuladas. Las hojas maduras son generalmente de más de 5 cm de largo por más de 1.5 cm de ancho (Rzedowski, 1979; Sánchez Sánchez., 1974); ésto puede explicarse por la gran heterogeneidad de las especies, y a su fácil cruzamiento interespecífico que da origen a híbridos o formas intermedias. Llama mucho la atención que las hojas de los brotes vegetativos son diferentes a la de los brotes reproductivos (Cruz Arellanes, 2000).

El fruto es de forma redonda, aunque puede variar de semiredonda a pentagonal, periforme, elipsoide, oval y aplanada (Phipps, 1983; Borys y Vega Cuen, 1984). La epidermis es homogénea, de color amarillo, anaranjado a rojo oscuro o chapeado con tinta roja de variable tonalidad e intensidad, las lenticelas en los frutos de tejocote son pequeñas a grandes y varían también en densidad (Nieto-Ángel y Borys, 1992). El fruto del tejocote contiene un 82.2 % de agua, 10.54 % de carbohidratos, 2.55 % de goma, 2.27 % de celulosa, 1.58 % de proteínas, 0.09 % de grasa, así como importantes cantidades de calcio, fósforo y retinol (Higareda-Ruíz *et al.*, 1995). Estas características hacen del fruto del tejocote un producto básicamente energético.

La flor se presenta en racimos terminales, cimosa o en forma de corimbo. Su receptáculo es en forma de copa o acampanulado, adherido al ovario, cinco sépalos estereos o dentados, reflejados antes de la antesis. Cinco pétalos, blancos o rasados, expandidos e insertados sobre el margen del disco en el cuello del receptáculo. Estambres de pocos a numerosos (5 a 25), en serie de 1 – 3, insertados sobre el margen del receptáculo, con los filamentos dilatados a la base y las anteras dorsifijas y acorazonadas, oblongas, subglobosas, blancas, rosas o púrpuras. Ovario ínfero de uno a cinco carpelos hundidos al eje floral, formando un cuerpo algo hundido en el ápice; cinco

cavidades, con dos óvulos ascendentes en cada una; cinco estilos, terminados en cabezuelas (Sánchez Sánchez., 1974), floración en primavera (Grisvard, 1989).

Según Crompton y Wojtas (1993), menciona que el *Crataegus cruss-galli* L. presenta un grano de polen tricolpado, abultado de la parte ecuatorial. Tiene un tamaño de 30.4–36.1 μm de ancho por 34.2–40.0 μm de largo; forma estriada; intina (pared que limita con la célula polínica) y exina (pared que rodea la intina), tienen aproximadamente 1.5 μm de gruesa; así como estructura tectada. Para *Crataegus monogyna* Jacq. El grano de polen también es tricolpado, esferoidal en el ecuador, tamaño 25.7–34.2 μm de ancho por 28.5 – 38.0 μm de ancho; un tamaño de 31.0 μm de ancho por 33.6 μm de longitud; forma estriada fina; intina y exina aproximadamente de 1.5 μm de gruesa y estructura de igual manera tectada.

El tamaño del grano de polen es un buen carácter taxonómico, ya que en general permanece constante dentro de la misma especie y esta íntimamente ligado al número cromosómico, tal que lo demuestra el hecho de que los poliploides posean en general un polen de mayor tamaño (Sáenz de Rivas, 1978).

La semilla del tejocote o semilla botánica, están cubiertas por un endocarpio leñoso, duro y relativamente grueso que se les conoce comúnmente como huesos. En su parte media longitudinal, dicho tejido presenta una sutura que tiene una perforación conectada con la semilla a través de una prolongación de la testa; la cavidad del endocarpio donde se aloja la semilla está ocupada por un embrión bien desarrollado con un par de cotiledones, carnosos y convexos (Niembro, 1983). Las semillas del género *Crataegus* presentan una alta variabilidad en

morfología, tamaño y grosor del endocarpio (Pelc y Ptak, 1981; Martínez Alvarado y Romero Osorio, 2000).

Algunos autores coinciden que el pericarpio es el obstáculo físico para la germinación de semillas; en trabajos anteriores han encontrado semillas con o sin embriones y con un porcentaje variable de embriones; Borys *et al* (1984) lo denomina poliembrionía en algunos árboles del Estado de México, y este carácter está relacionado de forma directa con el porcentaje de germinación el cual varía de 0 a 25 %.

En algunas técnicas de germinación se han utilizado reguladores del crecimiento tales como ácido gibérelico (150 y 500 mg litro^{-1}), Benciladenina (10 mg litro^{-1}), Tiuorea (0.25 %), los cuales en remojo o combinado con escarificaciones o estratificaciones, no se encontraron efectos en la germinación en relación al tratamiento testigo (Manjarres S. *et al.*, 1984). Camacho M. y Balderas G. (1995), y Felipe-Isaac *et al* (1989) sumergieron semillas de tejocote en ácido sulfúrico concentrado por 60, 90 y 120 min, respectivamente; en donde los mejores resultados se obtuvieron al sumergir los endocarpios por 60 min con un 50 % de germinación en un periodo de 40 días de duración. Otro método usado es la inmersión en sales a 0.2 M como KH_2PO_4 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, KNO_3 , KCl , NaNO_3 , KMnO_4 , K_2CrO_4 , ZnSO_4 , por 24 h en donde el remojo en la solución de ZnSO_4 aumento el numero de plántulas producidas en tres procedencias evaluadas (Borys, 1991).

En el Banco de Germoplasma de tejocote de la Universidad Autónoma Chapingo, se tienen establecidos 112 genotipos (Acc.), mismos que constituyen de 4 a 7 repeticiones cada uno, y que fueron colectados en los Estados de Chiapas, Puebla y Estado de México, entre 1981 y 1986.

OBJETIVOS

1. caracterizar desde el punto de vista morfológico a los endocarpios y semillas del género *Crataegus*.
2. Analizar la similitud de los endocarpios y semillas para la formación de grupos, mediante los caracteres más afines.

LITERATURA CITADA

- Borys, M. W. 1989. Valor ecológico del tejocote (*Crataegus* spp.). Congreso de Ecología “ La Era Ecológica”. Puebla, Puebla. pp. 11-124.
- Borys, M. W. 1991. Modificación de la germinación de huesos de *Crataegus pubescens* (H.B.K.) por remojo en sales. I Encuentro Nacional del Tejocote, Agronomía e Industrialización. (Octubre 4 y 5) Morelia Michoacán. pp. 89.
- Borys, M. W. 1996. Valores del Tejocote (*Crataegus* spp.): diversificación de caracteres. Revista Chapingo Serie Horticultura, 5:51-84.
- Borys, M. W.; Gravina, T. A.; Almaguer Vargas, G. 1984. Algunas características viveristas de semillas de tejocote (*Crataegus pubescens* H.B.K.), coleccionadas en el Estado de Chiapas, México y Puebla. II. Presencia de poliembrionia. Revista Chapingo 9(45-46): 157-158.
- Borys, M. W.; Vega Cuen, A. 1984. Selección de tipos de tejocote (*Crataegus pubescens* H. B. K.) en el Estado de Chiapas, Puebla y México. Revista Chapingo 1(9):193-199.
- Cabrera, L. 1978. Diccionario de Aztequismos. Ediciones Oasis. México, D. F. México. pp 127 – 128.
- Camacho M. F.; M. Balderas G. 1995. Remojo en agua y en ácido sulfúrico para mejorar la germinación del tejocote (*Crataegus pubescens*). VI Congreso Nacional de Horticultura, Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas (26–29 de abril) Hermosillo, Sonora. México. pp 223.
- Crompton, C. W.; Wojtas, A. W. 1993. Pollen grains of Canadian honey plants. Centre for Land And Biological Resources Research. Ottawa, Ontario. Pp 100 – 101.

- Cronquist, A. 1977. Introducción a la Botánica. Ed. CECSA. 2^a ed. México, D. F. 848p.
- Cruz Arellanes, L. 2000. Caracterización morfológica de brotes reproductivos y vegetativos de genotipos de tejocote (*Crataegus* spp.) del Banco de Germoplasma. Tesis profesional. Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. 63 p.
- El-Gazaar, A. 1980. The taxonomic significance of leaf morphology in *Crataegus* (Rosaceae). Bot. Jahrb. Sist., 101:457-469.
- Felipe-Isaac, O. H.; A. Gravina T.; Borys, M. W. 1989. Interacción de procedencia, temperatura alta, escarificación y estratificación en la germinación de semillas de *Crataegus Pubescens* H.B.K. Revista Chapingo 13-16 (62-63): 167-170.
- García Campos, C. 1982. Estudio de la distribución radical en tejocote (*Crataegus pubescens* H. B. K.) en dos localidades. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Posgraduados, Chapingo, México. 115 p.
- Gleason Harry, A.; Cronquist A. 1963. Manual of Vascular Plants Northeastern United States and Adjacent Canada. Edit. D. V. Nostrand Company. Princeton, New Jersey, USA. 2^a ed. 910 p.
- Grisvard, G. 1989. La poda de los Arboles frutales, peral y manzano. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España. pp 14 – 20.
- Higareda-Ruiz, A.; Salazar-Montoya, S. A.; Ramos-Ramírez, G. E.. 1995. Caracterización de la pectina del tejocote. Revista Chapingo Serie Horticultura 4:47-52.
- Manjarres S. P.; A. Gravina T.; J. Grajeada G. 1984. Estudio preliminar sobre tratamientos de preemergencia en semillas de tejocote (*Crataegus* spp.). Revista Chapingo. 9(45-46):180-181.
- Martínez Alvarado, B.; Romero Osorio, G. 2000. Caracterización de grupos de genotipos de tejocote (*Crataegus* spp.) del Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo. Tesis Profesional. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. México. 68 p.
- Mascolo, N. 1998. Novel developments from natural products in cardiovascular research. Gilani, A. U. H.; Capasso F.; Basso F.; Pasquale R.; Evans F. J. (eds.) Proceedings of the Second International Symposium on Natural Drugs, Maretea, Italy, 28 September-1 October. Phytotherapy Research, 12: Supplement 1:S66-S69.
- Niembro, R. A. 1983. Caracterización morfológica y anatómica de semillas forestales. Tesis Profesional. Departamento de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. México. 63 p.
- Nieto-Ángel R.; M. W. Borys. 1992. Banco de germoplasma de tejocote (*Crataegus* spp.) de la Republica Mexicana. Revista Chapingo 77: 126-130.

- Phipps, J. B. 1983. Biogeographic taxonomic and cladistic relationship between East Asiatic and North American *Crataegus*. Ann. Missouri Bot. Gard. 70:667-700.
- Phipps, J., B. 1997. Monograph of Northern Mexican *Crataegus* (Rosaceae, subfam. Maloideae). Botanical Research Institute of Texas, Inc. (BRIT). Texas, USA. 94 p.
- Pelc, S. T.; Ptak, K. 1981. Development and structure of hawthorn seeds *Crataegus* L., from species occurring in Poland. Acta Soc. Botanicorum Poloniae 50: 409- 417.
- Rzedowski, R. J.; Calderón J. de R. 1979. Flora Fanerógamica del valle de México. 2ª edición. Editorial Continental, S. A. México, D. F. pp. 257-259.
- Sáenz de Rivas, C. 1978. Polen y esporas. Introducción a la Palinología y Vocabulario Palinológico. H. BLUME ediciones. Madrid, España. 75 p.
- Sánchez Sánchez, O. 1974. La Flora del Valle de México. Editorial Herrero S. A. México, D. F. 152 p.

**CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE ENDOCARPIOS DE TEJOCOTE (*Crataegus* spp.) MEDIANTE
ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES Y MÉTODOS DE AGRUPACIÓN.**

**MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF ENDOCARPS OF MEXICAN HAWTHORN (*Crataegus* spp.) BY
MEANS PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS AND CLUSTER METHODS.**

S. A. Pérez Ortega¹; R. Nieto-Ángel².

RESUMEN

Uno de los problemas más importantes en la propagación de plantas de tejocote, ha sido la dificultad en la propagación vegetativa y el bajo porcentaje de germinación de la semilla, por lo que en la presente investigación tuvo como objetivo, la caracterización de los endocarpios y la presencia de semillas de 86 accesiones de tejocote. Mediante métodos de agrupación, análisis de componentes principales y correlación de caracteres, se obtuvieron tres grupos de tejocote bien definidos, además de los caracteres con mayor influencia en la definición de dichos grupos que fueron: porcentaje de endocarpios con semilla normal, porcentaje de endocarpios sin semilla, por fruto, área y perímetro longitudinal, longitud del eje mayor y menor de los endocarpios, semillas y cavidades seminales. El grupo I en el que generalmente está definido por accesiones con endocarpios grandes, presentaron un promedio de 40 % de endocarpios con semilla, con un porcentaje mínimo de 3.40 % y un máximo de 84.61 %, en tanto que el grupo II, donde se encuentran mayormente accesiones con endocarpio pequeños, presentan un 37.22 % como mínimo 10.46 % y máximo de 78 %, finalmente el grupo III, compuesto principalmente por endocarpios medianos, tendientes a grandes, y que presentaron un 63.77 % de endocarpios con semilla con un mínimo de 29.31% y un máximo de 88.52%, siendo el grupo de genotipos con el rango más alto de endocarpios con presencia de semillas
Palabras clave: Accesión, semilla, agrupamiento de datos, área, correlación de caracteres.

ABSTRACT

One of the most important problems in the propagation of Mexican hawthorn plants, it has been the difficulty in the vegetative propagation and the low percentage of germination of the seeds, for this had as objective, the characterization of the endocarps and the presence of seeds of 86 Mexican hawthorn accessions in the present research. By means of cluster methods, principal components analysis and correlation of characters, three groups very defined Mexiacan hawthorn were obtained, besides the characters with more influence in the definition of this groups that they were: percentage of endocarps with normal seed, percentage of endocarps without seed, for fruit, area and longitudinal perimeter, longitude of the biggest axis and smaller than the endocarps, seeds and seminal cavities. The group I in which is defined generally by accessions with big endocarps, presented an average of 40 % of endocarps with seed, with a minimum percentage of 3.40% and a maximum of 84.61%, as long as the group II, where they meet accessions mostly with small endocarp with present seeds in average 37.22% with minimum of 10.46% and maximum of 78%, finally the group III, compound mainly for medium endocarps, tending to big, and that they presented 63.77 % endocarps with seed with a minimum of 29.31% and a maximum of 88.52%, and had the group of genotypes with the highest range in endocarps with presence of seeds

Keywords: Accsesion, seed, cluster of data, area, correlation of characters

¹Tesista

²Director

INTRODUCCIÓN

En la flora Mexicana existe una gran variedad de plantas, entre las que se encuentran algunos frutales utilizados desde la época prehispánica como fuentes de alimentación, siendo uno de ellos el tejocote que pertenece perteneciente a la familia de las Rosaceae y más concretamente al género *Crataegus*, que agrupa alrededor de 150 especies en el mundo, de las cuales 95 de ellas se encuentran en el continente americano y de éstas, 13 de ellas se encuentran en el centro-norte de México (Phipps, 1997).

Las semillas del género *Crataegus* presentan también una gran variabilidad en forma, tamaño y grosor del endocarpio (Pelc y Ptak, 1981). En trabajos anteriores se han encontrado semillas sin embriones y con porcentaje variable de ellas (Pérez-Martínez *et al.*, 1984). El porcentaje de endocarpio con semilla varía de 4 a 96 % y este carácter está relacionado de forma directa con el porcentaje de germinación el cual varía de 0 al 25 % (Nieto-Ángel y Borys, 1991). Osorio Díaz (1999) encontró que el peso del endocarpio presenta un intervalo desde 0.12 a 1.10 g, y que el número de endocarpios por fruto oscila entre 2.8 y 4.52, para genotipos de diferentes procedencias.

En condiciones naturales, las semillas de tejocote de especies de clima más frío que el de México, germinan a los 2 ó 3 años; por lo que es una germinación escasa y lenta, posiblemente las causas de ello sean una proporción alta de endocarpios vanos (sin semilla) o la dificultad que presentan los endocarpios para la inhibición de la semilla; otra causa puede ser la presencia de inhibidores que impiden la salida de la radícula de la semilla, por lo que se deben someter a temperaturas de 0 a 10 °C por 3 a 5 meses (estratificación fría) (Brinkman, 1974).

Al remover la testa en el área donde se encuentra el extremo calazal que rodea el extremo radicular de la semilla, es suficiente para inducir a la radícula a alargarse y emerger, aunque se ha detectado la presencia de ácido absísico en esta área; esta hormona no es atribuible a la inhibición del crecimiento de la radícula, se postula que la testa de la semilla, los remanentes membranosos de la nucela y endospermo, pueden impedir el intercambio de gases; un endocarpio con esclereidas densamente colocadas y altamente lignificadas o células pétreas que impiden el movimiento del agua al lóbulo (Ryugo, 1993).

El estudio de los caracteres morfológicos sigue siendo insustituible al momento de caracterizar el material vegetal, pueden estar basados en caracteres cuantitativos y cualitativos. Estas técnicas nos sirven para trabajos de caracterización morfológica que dependerá del objetivo de estudio como pueden ser caracterizar todas las accesiones de una misma especie existente en un Banco de Germoplasma, para verificar si existen duplicados, homónimos o sinónimos; analizar la variabilidad interpoblacional de una determinada especie; la taxonomía de un determinado género, entre otras. (González-Andrés, 2001).

Las semillas es uno de los caracteres considerados por la UPOV (Unión de Protección y Obtentores de Vegetales) para la caracterización de materiales vegetales como es el caso del almendro, aporta características como espesor del endocarpio, porcentaje de frutos con semilla doble, espesor y anchura de la semilla, forma de la semilla, para la guía UPOV (Salazar Hernández y Melgarejo Moreno, 2002).

En la actualidad se maneja que los Bancos de Germoplasma deben de concentrar una colección núcleo de sus recursos genéticos para limitar un poco las repeticiones de los individuos y dar

lugar a integrantes nuevos que presenten mayor variabilidad genética, como pueden ser cultivos con semillas recalcitrantes (Brown, 1995), que son de difícil conservación ya que no pueden estar desecadas más que hasta un 50 % de agua y en el caso de especies de clima templado a temperaturas cerca de los 0 °C (Jankiewicz, 2003)..

Para caracterizar es importante usar herramientas como son los análisis de agrupamientos cuando se hace un análisis de componentes principales, visualizar los grupos por medio de dendrogramas bi y tridimensionales, análisis canónicos, etc, para facilitar el manejo de los datos y obtener la mayor información posible de los grupos de caracteres evaluados (van Hintum, 1995).

Dentro del género *Crataegus*, existe una gran diversidad y variabilidad en sus características genotípicas y fenotípicas entre árboles, frutos y endocarpios en donde su morfología es discriminante en la caracterización de tejocotes silvestres de los cultivados (Nieto-Ángel *et al*, 1997), por lo que las agrupaciones por similitud permitirán un avance en la caracterización y taxonomía numérica del género.

En este trabajo se pretende conocer las diferentes características que presentan los endocarpios en las accesiones de la colección con el fin de hacer agrupaciones precisas y verificar si el endocarpio es un carácter distintivo para la caracterización de tejocotes en México, y al traer nuevas colectas se puedan ubicar dentro de los grupos que se formen y así incrementar la información para ser utilizada en futuros trabajos de investigación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material Vegetal

Se utilizaron 86 accesiones pertenecientes al Banco de Germoplasma de Tejocote de la Universidad Autónoma Chapingo (Cuadro 1), según Borys y Vega-Cuen (1984) muchas de las accesiones fueron identificadas como *Crataegus pubescens* (H. B. K.) Steud que tiene sinonimia con *Crataegus mexicana* Moc & Sessé (Phipps, 1997).

Se colectó 1 kg de fruto de tejocote en materiales pequeños y hasta 5 kg para fruto grande, cuidando que los frutos ya hubieran caído del árbol y se encontraran sanos recolectándolos de todos los árboles que pertenecen a la accesión.

Obtención de Muestras

De los frutos colectados se tomaron al azar 20 frutos por cada una de las accesiones, y después a cada fruto se les extrajeron sus endocarpios, limpiándolos y partiendo cada endocarpio a la mitad con unas pinzas de podar, siguiendo la sutura de abscisión, que en la mayoría de las ocasiones no era muy clara pero si muy dura, por lo que se tuvieron que remojar los endocarpios de cada fruto por 10 minutos en agua, sin pasarse de ese tiempo para evitar que cambiaran a color negro y no pudieran utilizarse para el análisis de imágenes. Posteriormente se guardó cada endocarpio partido en una bolsita de polietileno, a la vez que cada una de estas bolsitas se guardaron en otra más grande por fruto y por cada accesión teniendo endocarpios de los 20 frutos de cada accesión.

Cuadro 1. Datos de pasaporte y nomenclatura de la colección de endocarpios y semillas de tejocote (*Crataegus* spp.) del Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapango, 2003.

ACC..	CODIGO INICIAL	CODIGO ACTUAL	SITIO DE RECOLECCIÓN	ORIGEN (ESTADO)	COLECTOR	DESCRIPCIÓN
2	CH26	RNU06	Rancho Nuevo	Chiapas	Borys, 1982	26 de Chiapas
3	CH10	SCC02	San Cristobal de las Casas	Chiapas	Borys, 1982	10 de Chiapas
4	CH9	SCC01	San Cristobal de las Casas	Chiapas	Borys, 1982	9 de Chiapas
5	CH25	RNU05	Rancho Nuevo	Chiapas	Borys, 1982	25 de Chiapas
6	CH20	RNU01	Rancho Nuevo	Chiapas	Borys, 1982	20 de Chiapas
7	CH30B	RRO02	Rancho Robelo	Chiapas	Borys, 1982	30B de Chiapas
8	CH17	SCC05	San Cristobal de las Casas	Chiapas	Borys, 1982	17 de Chiapas
9	CH23	RNU04	Rancho Nuevo	Chiapas	Borys, 1982	23 de Chiapas
10	CH16	SCC04	San Cristobal de las Casas	Chiapas	Borys, 1982	16 de Chiapas
11	P11	HUE13	Huejotzingo	Puebla	Nieto, 1989	11 de Puebla
12	CH30	RRO01	Rancho Robelo	Chiapas	Borys, 1982	30 de Chiapas
13	CH22	RNU03	Rancho Nuevo	Chiapas	Borys, 1982	22 de Chiapas
14	CH32	RRO06	Rancho Robelo	Chiapas	Borys, 1982	32 de Chiapas
15	CH37	MIT02	Mitzitan	Chiapas	Borys y Nieto, 1985	37 de Chiapas
16	CH36	MIT01	Mitzitan	Chiapas	Borys y Nieto, 1985	36 de Chiapas
17	CH27	RNU07	Rancho Nuevo	Chiapas	Borys, 1982	27 de Chiapas
18	CH30C	RRO03	Rancho Robelo	Chiapas	Borys, 1982	30C de Chiapas
19	CH39	MIT04	Mitzitan	Chiapas	Borys y Nieto, 1985	39 de Chiapas
20	CH40	MIT05	Mitzitan	Chiapas	Borys y Nieto, 1985	40 de Chiapas
21	CH31	RRO04	Rancho Robelo	Chiapas	Borys, 1982	31 de Chiapas
22	CH38	MIT03	Mitzitan	Chiapas	Borys Nieto, 1985	38 de Chiapas
23	CHPA	RNU08	Rancho Nuevo	Chiapas	Borys, 1982	Chiapas, portainjerto A
24	CP5	CALP5	Calpan	Puebla	Nieto y Borys, 1983	5 Calpan, Puebla
25	CP28	CALP6	Calpan	Puebla	Nieto y Borys, 1983	28 Calpan, Puebla
26	CP4	CALP3	Calpan	Puebla	Nieto y Borys, 1983	4 Calpan, Puebla
27	CH31B	RRO05	Rancho Robelo	Chiapas	Borys, 1982	31B de Chiapas
28	SPT	SPI01	San Pablo Ixayoc	Edo. de México	Nieto y Borys, 1982	San Pablo, Texcoco
29	BATB	BAT01	Batan	Edo. de México	Nieto, 1983	Batán B
30	CP4B	CALP4	Calpan	Puebla	Nieto y Borys, 1983	4B Calpan, Puebla
31	CP1	CALP1	Calpan	Puebla	Nieto y Borys, 1983	1 Calpan, Puebla
32	BATA	BAT02	Batan	Edo. de México	Nieto, 1983	Batán A
33	HPC13	HUE01	Huejotzingo	Puebla	Nieto y Borys, 1983	13 Huejotzingo, Puebla. Cultivado.
34	SNTPB	SNTP2	San Nicolás Tlaminas	Edo. de México	Nieto y Borys, 1982	Sán Nicolas Tlaminas. Portainjerto B.
35	CH43	MIT07	Mitzitan	Chiapas	Borys y Nieto, 1985	43 de Chiapas
36	SPI2	SPI03	San Pablo Ixayoc	Edo. de México	Nieto y Borys, 1982	2 de San Pablo Ixayoc
37	EM37	SPI04	San Pablo Ixayoc	Edo. de México	Nieto y Borys, 1982	37 del Estado de México
39	SNTP	SNTPI	San Nicolas Tlaminas	Edo. de México	Nieto y Borys, 1982	Sán Nicolas Tlaminas. Portainjerto.
40	SPI1	SPI02	San Pablo Ixayoc	Edo. de México	Nieto y Borys, 1982	1 de San Pablo Ixayoc
42	CH10P	SCC03	San Cristobal de las Casas	Chiapas	Borys, 1982	10 de Chiapas, Portainjerto
43	CHPB	RRO07	Rancho Robelo	Chiapas	Borys, 1982	Chiapas, Portainjerto B
44	CH42	MIT06	Mitzitan	Chiapas	Borys y Nieto, 1985	42 de Chiapas
45	HPC14A	HUE02	Huejotzingo	Puebla	Nieto y Borys, 1983	14A Huejotzingo, Puebla. Cultivado.
46	CPB	CALP2	Calpan	Puebla	Nieto y Borys, 1983	B Calpan, Puebla
48	HPC15	HUE04	Huejotzingo	Puebla	Nieto y Borys, 1983	15 Huejotzingo, Puebla. Cultivado.

Cuadro 1. Continuación.

ACC.	CODIGO INICIAL	CODIGO CORREGIDO	SITIO DE RECOLECCIÓN	ORIGEN (ESTADO)	COLECTOR	DESCRIPCIÓN
50	PT12	SNTC3	San Nicolas Tlaminas	Edo. de México	Nieto y Borys, 1982	12 Pecos de Tlaminas
51	CH49	MIT08	Mitzitan	Chiapas	Borys y Nieto, 1985	49 de Chiapas
55	P55	HUE06	Huejotzingo	Puebla	Nieto y Borys, 1983	55 de Puebla
57	EM57	SCM01	Santa Catarina del Monte	Edo. de México	Nieto y Borys, 1982	57 del Estado de México
58	EM58	SCM02	Santa Catarina del Monte	Edo. de México	Nieto y Borys, 1982	58 del Estado de México
59	CH59	CAN02	Candelaria	Chiapas	Nieto y Barrientos, 1989	59 de Chiapas
60	EM60	HUE08	Huejotzingo	Puebla	Nieto y Borys, 1983	60 del Estado de Puebla
61	EM61	HUE09	Huejotzingo	Puebla	Nieto y Borys, 1983	61 del Estado de Puebla
62	EM62	TEQ01	Tequexquinahuac	Edo. de México	Nieto y Borys, 1982	62 del Estado de México
63	EM63	TEQ02	Tequexquinahuac	Edo. de México	Nieto y Borys, 1982	63 del Estado de México
64	EM64	XAM01	Xamimilulco	Puebla	Nieto y Barrientos, 1988	64 de Puebla
66	EM66	SCM03	Santa Catarina del Monte	Edo. de México	Nieto y Borys, 1982	66 del Estado de México
68	CH68	CAN04	Candelaria	Chiapas	Nieto y Barrientos, 1989	68 de Chiapas
69	CH69	CAN05	Candelaria	Chiapas	Nieto y Barrientos, 1989	69 de Chiapas
70	CH70	CAN06	Candelaria	Chiapas	Nieto y Barrientos, 1989	70 de Chiapas
71	CH71	SJY01	San José Yashitinin	Chiapas	Nieto y Barrientos, 1989	71 de Chiapas
72	CH72	SJY02	San José Yashitinin	Chiapas	Nieto y Barrientos, 1989	72 de Chiapas
73	CH73	SJY03	San José Yashitinin	Chiapas	Nieto y Barrientos, 1989	73 de Chiapas
74	CH74	SJY04	San José Yashitinin	Chiapas	Nieto y Barrientos, 1989	74 de Chiapas
75	CH75	SJY05	San José Yashitinin	Chiapas	Nieto y Barrientos, 1989	75 de Chiapas
76	CH76	SJY06	San José Yashitinin	Chiapas	Nieto y Barrientos, 1989	76 de Chiapas
77	CH77	SJY07	San José Yashitinin	Chiapas	Nieto y Barrientos, 1989	77 de Chiapas
78	CH78	SJY08	San José Yashitinin	Chiapas	Nieto y Barrientos, 1989	78 de Chiapas
80	CH80	SCC06	San Cristobal de las Casas	Chiapas	Nieto y Barrientos, 1989	80 de Chiapas
81	CH81	SCC07	San Cristobal de las Casas	Chiapas	Nieto y Barrientos, 1989	81 de Chiapas
82	CH82	SCC08	San Cristobal de las Casas	Chiapas	Nieto y Barrientos, 1989	82 de Chiapas
83	CH83	SCC09	San Cristobal de las Casas	Chiapas	Nieto y Barrientos, 1989	83 de Chiapas
84	CH84	SCC10	San Cristobal de las Casas	Chiapas	Nieto y Barrientos, 1989	84 de Chiapas
85	CH85	SCC11	San Cristobal de las Casas	Chiapas	Nieto y Barrientos, 1989	85 de Chiapas
86	P86	HUE10	Huejotzingo	Puebla	Nieto y Barrientos, 1988	86 de Puebla
88	CH88	SCC12	San Cristobal de las Casas	Chiapas	Nieto y Barrientos, 1989	88 de Chiapas
89	CH89	SCC13	San Cristobal de las Casas	Chiapas	Nieto y Barrientos, 1989	89 de Chiapas
91	P91	XAM02	Xamimilulco	Puebla	Nieto y Barrientos, 1988	91 de Puebla
92	P92	XAM03	Xamimilulco	Puebla	Nieto y Barrientos, 1988	92 de Puebla
93	P93	XAM04	Xamimilulco	Puebla	Nieto y Barrientos, 1988	93 de Puebla
94	P94	ATX01	Atexcac	Puebla	Nieto y Barrientos, 1988	94 de Puebla
95	P95	ATX02	Atexcac	Puebla	Nieto y Barrientos, 1988	95 de Puebla
96	P96	ATX03	Atexcac	Puebla	Nieto y Barrientos, 1988	96 de Puebla
97	EM97	SCM04	Santa Catarina del Monte	Edo. de México	Nieto y Borys, 1982	97 del Estado de México
98	P98	ATX04	Atexcac	Puebla	Nieto y Barrientos, 1988	98 de Puebla
99	CH99	SCC14	San Cristobal de las Casas	Chiapas	Nieto y Barrientos, 1989	99 de Chiapas
100	HPC100	HUE12	Huejotzingo	Puebla	Nieto 1989	100 de Huejotzingo, Pue. Cult.

Una vez abiertos los endocarpios, se procedió a obtener imágenes digitalizadas en un “Scanner Genius Color Page Vivid Pro II Film”, organizándolos por fruto y por accesión de manera que mostraran sus dos caras por el lado donde se encuentra la semilla, dando un total de 8, 500 endocarpios.

Posteriormente las imágenes de las 86 accesión se procesaron en el programa PhotoImpact Versión 4.2, cambiando las imágenes de color a escala de grises, aclarándolas un poco con los contrastes y sombreando la parte ocupada por la semilla y la cavidad seminal, aumentando el tamaño de la imagen a 8 veces su tamaño normal de cada endocarpio, ésto con la finalidad de analizar las muestras y así diferenciar la presencia de semillas.

Caracteres Evaluados

Se tomaron mediciones de 39 variables cuantitativas por accesión (Figura 1)

Porcentaje de semilla normal por fruto. Se cuantificó el porcentaje de semilla normal por fruto y después se calculó el promedio de los 20 frutos

Porcentaje de semilla abortiva por fruto. Se cuantificó el porcentaje de semillas abortivas por fruto y después se obtuvo el promedio de los 20 frutos.

Porcentaje sin semilla por fruto. Se cuantificó el porcentaje de endocarpios sin semilla por fruto y también un promedio de los 20 frutos.

Porcentaje de endocarpios con semilla normal. Se cuantificó el número total de endocarpios con semilla normal de la accesión y se multiplicó por 100 y dividido por el número total de endocarpios.

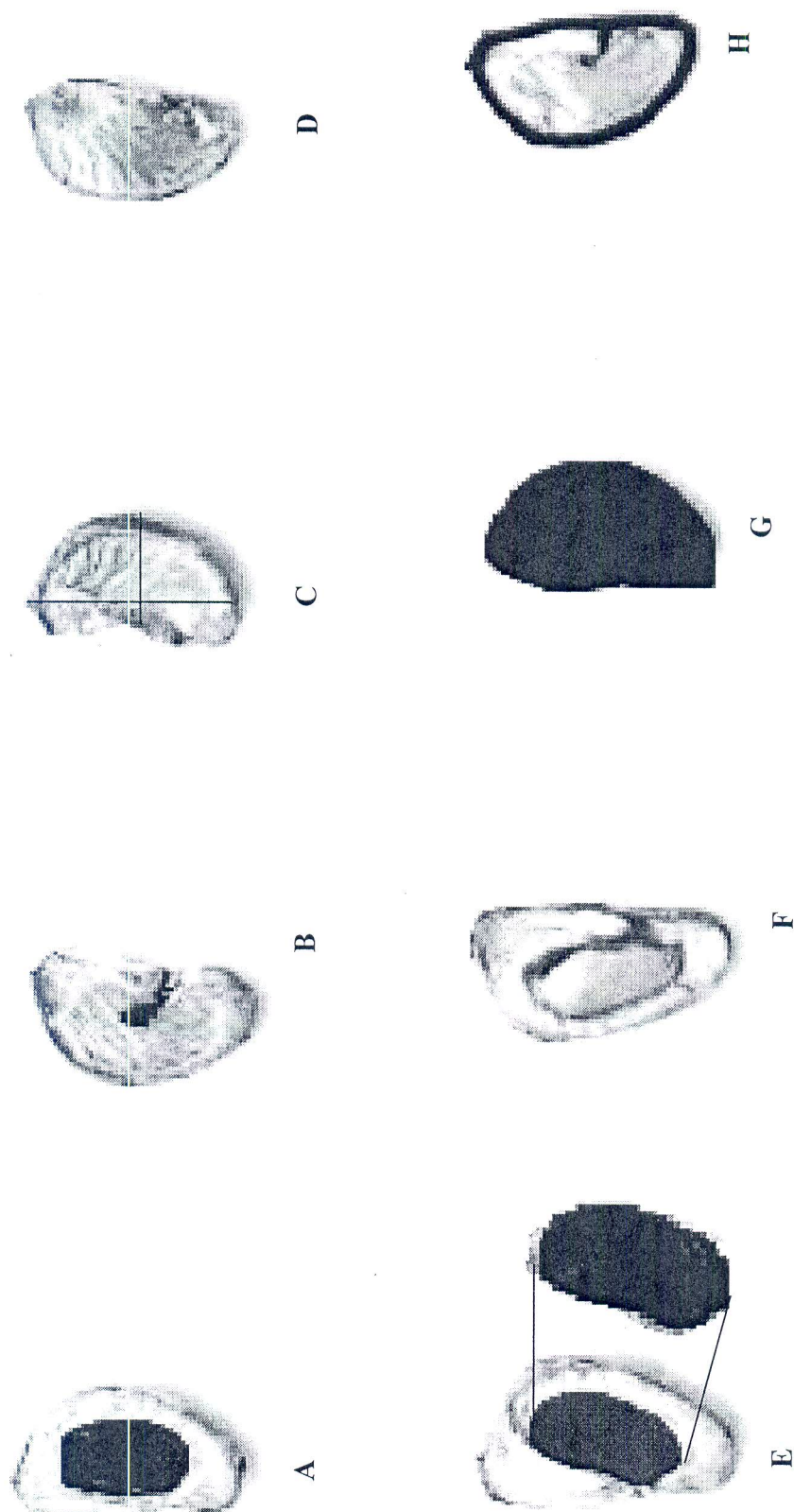


Figura 1. Caracteres evaluados de endocarpios, semillas y cavidad seminal de 86 accesiones de tejocote (*Crataegus* spp.), del Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo, 2003. A: área longitudinal de la cavidad seminal; B: embrión abortivo; C: longitud del eje mayor y menor del endocarpio; D: endocarpio sin semilla; E: área longitudinal de la semilla; F: endocarpio con semilla normal; G: área total del endocarpio; H: perímetro del endocarpio.

Porcentaje de endocarpios con semilla abortiva. Se cuantificó el número total de endocarpios con semilla abortiva de la accesión y se multiplicó por 100; se dividió entre el número total de endocarpios.

Porcentaje de endocarpios sin semilla. Se cuantificó el número total de endocarpios sin semilla de la accesión se multiplicó por 100 y se dividió entre el número total de endocarpios.

Número de endocarpios con semilla. Se cuantificó el número de endocarpios con semilla por cada accesión.

Área longitudinal, perímetro longitudinal, longitud del eje mayor, longitud del eje menor, índice de alargamiento (proporción entre la longitud del eje mayor y eje menor), **índice de redondez** (de acuerdo a la fórmula, $(4*\pi*\text{área})/\text{perímetro}^2$, **índice de compactación** (de acuerdo a la fórmula $(4*\text{área}/\pi/\text{longitud del eje mayor})^{1/2}$) y **diámetro feret del endocarpio** (de acuerdo a la fórmula $(4*\text{área}/\pi)^{1/2}$). Las mediciones se hicieron en un procesador de imágenes obteniendo medias.

Área longitudinal, perímetro longitudinal, longitud del eje mayor, longitud del eje menor, índice de alargamiento (proporción entre la longitud del eje mayor y eje menor), **índice de redondez** (de acuerdo a la formula $(4*\pi*\text{área})/\text{perímetro}^2$), **índice de compactación y diámetro feret de la semilla** (de acuerdo a la formula $(4*\text{área } \pi)^{1/2}$): se midieron en un procesador de imágenes y se obtuvieron sus medias; **Área longitudinal, perímetro longitudinal, longitud del eje mayor, longitud del eje menor, índice de alargamiento** (proporción entre la longitud del eje mayor y eje menor), **índice de redondez** (de acuerdo a la formula $(4*\pi*\text{área})/\text{perímetro}^2$), **índice de compactación** (de acuerdo a la formula $([4*\text{área}/ \pi]/\text{longitud del eje mayor})^{1/2}$) y **diámetro feret de la cavidad seminal** (de acuerdo a la formula $(4*\text{área}/\pi)^{1/2}$). Las medidas se hicieron en un procesador de imágenes, obteniéndose las medias.

Relación del área longitudinal de la semilla/área longitudinal del endocarpio, relación del área longitudinal de la cavidad seminal/área longitudinal del endocarpio; relación del eje mayor/eje menor del endocarpio, relación eje mayor/eje menor de la semilla, relación eje mayor/eje menor de la cavidad seminal, relación semilla abortiva/semilla normal, relación sin semilla/semilla normal y relación semilla abortiva/sin semilla: de todas éstas se obtuvieron de las medias de los datos antes señalados.

Análisis de imágenes.

De todos los caracteres considerados de las imágenes digitales se realizó, mediante el programa Image Tool Versión 3.00 (analizador de imágenes) (Wilcox *et al*, 1995.), la evaluación y medición de los mismos, siendo uno de los métodos más ágiles y precisos.

Análisis estadísticos.

A partir de una matriz básica de datos (MBD), se realizó un análisis de componentes principales (ACP) en el programa NTSYSpc 2.1 (Rohlf, 2000), obteniendo los eigen-valores y eigen-vectores para conocer que variables son importantes para cada componente principal y saber en que componente se acumula la mayor varianza; también se obtuvo su dendrograma de acuerdo a la distancia taxonómica media utilizando el método de agrupación *UPGMA*. Con el programa DARwin 3.6 (Perrier y Jacquemoud-Collet, 2000), se realizó un dendrograma no jerárquico radial mediante la distancia taxonómica media y el método de agrupación *Moyen UPGMA*, para cubrir algunas desventajas del dendrograma anterior. En el programa estadístico SAS versión 8, se realizó el análisis de correlación entre variables para conocer su grado de asociación y su significancia y finalmente con el programa Microsoft Excel se calculó el promedio, desviación estándar, coeficientes de variación, y sus valores máximos y mínimos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con la finalidad de visualizar de manera clara las variables evaluadas, códigos, promedios, valores máximos y mínimos, así como su desviación estándar en endocarpios de tejocote, de un total de 86 accesiones que se analizaron. En el Cuadro 2 se muestran los resultados. El coeficiente de variación da una idea de la variabilidad existente en porcentaje, entre caracteres y relacionarla con las demás variables, por lo que es importante realizar pruebas un poco más precisas en el análisis de los datos y no quedar limitado con medidas de tendencia central (Sahagún Castellanos, 1994).

En el Cuadro 3 se expone la matriz básica de datos (MBD) con sus valores medios de 39 variables evaluadas en las 86 accesiones de endocarpios de tejocote y sus códigos dentro de la colección de las cuales forman parte de las colectas del Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo. El análisis de componentes principales nos muestra primeramente que el eigen-vector del primer componente principal (14.57), presentó un 36.41 % de la variabilidad total, el segundo componente agregó (9.65) sumando un 60.55 % de la variabilidad en total, y en el tercer componente (4.29), acumuló la mayor variabilidad total sumando entre los tres eigen-valores un 71.28 % muy aceptable para proseguir con el análisis (Cuadro 4).

El resultado anterior nos permite conocer la cantidad de componentes principales que presentan la mayor variabilidad para usarlos como eigen-vectores en los componentes principales, de ésta manera, seleccionar las variables más sobresalientes en cada componente principal (Cuadro 5).

El primer componente se caracteriza por orientarse a variables referentes al tamaño de los endocarpios, semillas y cavidades seminales, estas son el área longitudinal, perímetro

longitudinal, diámetro feret y longitud del eje mayor y menor del endocarpio, semilla y la cavidad seminal.

El segundo componente incluyó variables que se distinguen por asociar características de la forma de los endocarpios, semillas y cavidades seminales como son índice de alargamiento del endocarpio, semilla y cavidad seminal, índice de compactación del endocarpio, semilla y cavidad seminal, relación del área longitudinal de la cavidad seminal/área longitudinal del endocarpio y relación del eje mayor/eje menor del endocarpio y la cavidad seminal.

El tercer componente indicó variables de cantidad como son, el porcentaje de endocarpios con semilla normal, porcentaje de endocarpios sin semilla, porcentaje de endocarpios sin semilla por fruto, así como las relaciones semilla abortiva/semilla normal y sin semilla/semilla normal.

La MBD se tomó como base para realizar el análisis de agrupamiento correspondiente, y de ahí formar grupos de endocarpios con características comunes. Para ello se realizó un dendrograma (Figura 2) que tuvo como base métodos de agrupación jerárquicos en donde los puntos o datos observados se concentran en agrupamientos en una sucesión anidada de agrupaciones (Johnson, 1998). Todos los métodos de agrupación jerárquicos tienen el mismo principio, a partir de la matriz de distancia, se agrupan inicialmente las dos observaciones con valores más próximos tomándose esta agrupación como un solo valor, volviéndose a reconstruir la matriz; una vez reconstruida se sigue el mismo procedimiento, es decir, se agrupan estas dos observaciones con valores más próximos, y nuevamente se vuelve a reconstruir la matriz, teniendo en cuenta esta

Cuadro 2. Caracteres evaluados con sus respectivos códigos, datos promedio, mínimos y máximos, coeficiente de variación y desviación estándar de endocarpios y semillas de 86 accesiones de tejocote (*Crataegus* spp.) del Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo, 2003.

ESTRUCTURA	CARÁCTER	CÓDIGO	PROM	MIN	MAX	C V(%)	DE
ENDOCARPIOS							
	Número de endocarpios por fruto	NEPF	3.43	2.35	4.75	18.61	0.63
	Porcentaje de endocarpios con semilla normal (%)	PESN	49.48	3.40	88.52	42.20	20.88
	Porcentaje de endocarpios con semilla abortiva (%)	PESA	9.63	0.00	32.75	79.12	7.62
	Porcentaje de endocarpios sin semilla (%)	PESS	40.88	3.28	85.71	46.35	18.95
	Área longitudinal del endocarpio (mm ²)	ALE	37.16	17.20	65.70	26.29	9.77
	Perímetro longitudinal del endocarpio (mm)	PLE	27.86	19.72	41.55	15.02	4.18
	Longitud del eje mayor del endocarpio (mm)	LEMAE	8.84	6.19	11.47	12.81	1.13
	Longitud del eje menor del endocarpio (mm)	LEMEE	5.31	3.53	7.44	14.29	0.75
	Índice de alargamiento del endocarpio	IAE	1.69	1.44	1.99	06.21	0.10
	Índice de redondez del endocarpio	IRE	0.62	0.41	0.72	11.40	0.07
	Diámetro <i>Feret</i> del endocarpio (mm)	DFE	6.79	4.66	9.11	13.04	0.88
	Índice de compactación del endocarpio	ICE	0.77	0.70	0.83	03.31	0.02
SEMILLAS							
	Porcentaje de semilla normal por fruto (%)	PSNF	55.05	25.00	87.50	30.80	16.95
	Porcentaje de semilla Abortiva por fruto (%)	PSAF	33.81	0.00	62.50	31.51	10.65
	Porcentaje sin semilla por fruto (%)	PSSF	50.61	25	89.47	22.70	11.49
	Área de la semilla (mm ²)	AS	10.82	6.63	16.90	21.41	2.31
	Perímetro de la semilla (mm)	PS	13.94	10.50	17.85	11.79	1.64
	Longitud del eje mayor de la semilla (mm)	LEMAS	5.02	3.82	6.29	11.27	0.56
	Longitud del eje menor de la semilla (mm)	LEMES	2.53	1.86	3.45	13.88	0.35
	Índice de alargamiento de la semilla	IAS	2.02	1.65	2.43	08.67	0.17
	Índice de redondez de la semilla	IRS	0.70	0.54	0.79	05.55	0.03
	Diámetro <i>Feret</i> de la semilla (mm)	DFS	3.68	2.88	4.63	10.75	0.39
	Índice de compactación de la semilla	ICS	0.74	0.67	0.80	03.69	0.02
CAVIDAD SEMINAL							
	Área longitudinal de la cavidad seminal (mm ²)	ALCS	10.78	5.58	19.90	25.45	2.74
	Perímetro longitudinal de la cavidad seminal (mm)	PLCS	13.88	9.93	19.61	14.03	1.94
	Longitud del eje mayor de la cavidad seminal (mm)	LEMACS	5.05	3.67	6.88	13.79	0.69
	Longitud del eje menor de la cavidad seminal (mm)	LEMECS	2.51	1.69	3.68	15.05	0.37
	Índice de alargamiento de la cavidad seminal	IACS	2.05	1.66	2.92	09.73	0.20
	Índice de Redondez de la cavidad seminal	IRCS	0.69	0.56	0.79	06.41	0.04
	Diámetro <i>Feret</i> de la cavidad seminal (mm)	DFCS	3.66	2.64	4.99	12.48	0.45
	Índice de compactación de la cavidad seminal	IECS	0.72	0.63	0.79	04.43	0.03
RELACIONES							
	Área long. de la semilla/área long. del endocarpio	ALS/ALE	0.2994	0.21	0.48	19.50	0.05
	Área long. de la cavidad seminal/área long. del endocarpio	ALCS/ALE	0.294	0.22	0.45	15.64	0.04
	Eje mayor/eje menor del endocarpio	EMA/MEE	1.6711	1.42	1.97	06.13	0.10
	Eje mayor/eje menor de la semilla	EMA/MES	1.9931	1.60	2.39	08.73	0.17
	Eje mayor/eje menor de la cavidad seminal	EMA/MECS	2.021	1.64	2.60	08.95	0.18
	Semilla abortiva/semilla normal	SA/SN	0.3806	0.00	8.68	256.38	0.97
	Sin semilla/semilla normal	SS/SN	1.5397	0.03	19.72	172.98	2.66
	Semilla abortiva/sin semilla	SA/SS	0.3392	0.00	2.49	127.62	0.43

PROM: Promedio; MIN: mínimo; MAX: máximo; CV: coeficiente de variación; DE: desviación estándar.

nueva agrupación como un solo valor, repitiéndose hasta tener un solo agrupamiento (Hair *et al.*, 2001)

El método de agrupación empleado en este dendrograma fue el método de agrupamiento de medias no ajustadas (*UPGMA*), el cual es el más utilizado en donde las OTU's (Operacional Taxonomic Unit) o unidades de estudio, se incorporan a grupos o núcleos ya formados (González-Andrés, 2001); la reconstrucción de la matriz de distancia se formó tomando en cuenta la distancia promedio entre OTU's, que se asociaron con las OTU's a comparar. En este método, se toma en cuenta que al hacer un nuevo agrupamiento, la distancia obtenida se pondera con el número de OTU's que componen ese agrupamiento, es decir, el promedio de las n OTU's asociadas en dicho agrupamiento (Hair *et al.*, 2001).

Las agrupaciones formadas en este dendrograma realizado en el programa NTSYS pc 2.1, tuvo el inconveniente de formar muchos grupos debido a que algunas características de cierta accesión(es) son muy distintivas entre las demás por lo que el programa la toma por sí sola como un grupo independiente, como es el caso de las accesiones 20, 42, 34, así como pequeños grupos de 3 o 6 individuos.

Cuadro 3. Matriz básica de datos, expresados en medias, de caracteres evaluados de endocarpios, semillas y cavidad seminal de accesiones de tejocote (*Crataegus* spp.) del Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo, 2003.

ACC.	CÓDIGO	NEPF	PESN	PESA	PESS	PSNF	PSAF	PSSF	ALE	PLE	LEMAE	LEMEE	IAE
Acc2	CH26	3.25	27.70	4.61	67.69	37.18	36.11	68.24	37.28	28.25	9.03	5.35	1.70
Acc3	CH10	3.25	56.92	6.15	36.92	57.49	36.11	46.43	39.77	30.16	9.69	5.38	1.83
Acc4	CH9	4.50	33.33	6.66	60.00	34.66	26.00	61.92	26.04	28.05	8.11	4.17	1.98
Acc5	CH25	4.75	24.21	6.31	69.47	27.77	21.42	67.50	27.49	29.33	8.09	4.46	1.84
Acc6	CH20	4.50	32.22	15.55	52.22	36.11	32.00	54.21	26.68	29.37	8.32	4.33	1.95
Acc7	CH30B	3.95	65.82	7.59	26.58	67.08	29.66	39.23	29.69	27.27	8.32	4.74	1.77
Acc8	CH17	4.20	42.85	5.95	51.19	43.83	27.00	50.70	21.94	22.36	7.10	3.98	1.80
Acc9	CH23	2.95	37.28	0.00	62.71	37.27	0.00	62.61	22.23	27.22	7.32	4.13	1.80
Acc10	CH16	4.40	36.36	2.27	61.36	39.29	22.50	60.41	27.35	25.09	7.89	4.47	1.79
Acc11	P11	3.60	72.22	4.16	23.61	73.99	30.55	38.93	35.49	29.21	9.14	5.00	1.85
Acc12	CH30	4.50	68.88	3.33	27.78	69.50	21.66	38.92	46.09	32.11	10.26	5.91	1.76
Acc13	CH22	3.20	71.87	3.12	25.00	73.33	29.16	39.58	43.81	36.55	9.70	6.02	1.62
Acc14	CH32	4.40	56.81	3.41	39.77	57.33	23.33	43.51	31.45	27.26	8.23	5.06	1.65
Acc15	CH37	3.85	59.74	6.49	33.76	69.35	38.33	46.02	32.25	28.35	8.55	4.99	1.73
Acc16	CH36	4.25	67.12	10.62	22.25	67.08	22.77	30.22	36.09	29.32	8.80	5.53	1.61
Acc17	CH27	3.70	63.52	6.75	29.72	67.41	30.55	34.99	45.76	31.88	10.06	5.85	1.73
Acc18	CH30C	4.70	67.02	6.38	26.59	66.75	27.00	33.12	33.79	27.21	8.55	5.11	1.68
Acc19	CH39	4.05	33.33	14.81	51.85	36.40	38.33	55.64	27.70	22.62	7.35	4.72	1.57
Acc20	CH40	4.25	28.23	28.23	43.53	34.58	34.50	45.26	17.20	19.72	6.19	3.53	1.77
Acc21	CH31	4.05	50.62	2.47	46.91	53.58	25.00	50.18	35.81	30.65	8.92	5.28	1.71
Acc22	CH38	4.00	47.50	7.50	45.00	51.40	25.00	43.66	36.21	27.44	8.75	5.32	1.66
Acc23	CHPA	4.20	36.90	3.57	59.52	40.17	22.50	59.58	44.01	32.58	9.73	5.96	1.65
Acc24	CP5	3.50	48.57	10.00	41.43	52.19	30.55	48.52	43.07	33.82	10.09	5.49	1.86
Acc25	CP28	4.25	41.17	4.70	54.12	41.00	25.00	54.00	24.54	21.77	7.20	4.32	1.68
Acc26	CP4	3.90	62.82	3.84	33.33	65.58	23.33	41.22	45.67	30.27	10.01	5.84	1.73
Acc27	CH31B	3.70	44.59	10.81	44.59	47.80	37.49	48.14	40.42	29.85	9.07	5.89	1.56
Acc28	SPT	2.95	71.18	11.86	16.95	79.81	42.00	50.47	62.37	39.38	11.44	7.19	1.61
Acc29	BATB	3.90	60.25	17.95	21.79	63.49	34.99	34.54	35.90	25.50	8.73	5.11	1.72
Acc30	CP4B	3.05	75.41	1.63	22.95	77.49	25.00	38.63	27.87	23.12	7.64	4.61	1.68

NEPF: número de endocarpios por fruto; PESN: porcentaje de endocarpios con semilla normal; PESA: porcentaje de endocarpios con semilla abortiva; PEPS: porcentaje de endocarpios sin semilla; PSNF: porcentaje de semilla normal por fruto; PSAF: porcentaje de semilla abortiva por fruto; PSSF: porcentaje sin semilla por fruto; ALE: área longitudinal del endocarpio; PLE: perímetro longitudinal del endocarpio; LEMAE: longitud del eje mayor del endocarpio; LEMEE: longitud del eje menor del endocarpio; IAE: índice de alargamiento del endocarpio.

Cuadro 3. Continuación.

ACC.	CÓDIGO	IRE	DFE	ICE	ALS	PLS	LEMAS	LEMES	IAS	IRS	DFS	ICS	ALCS	PLCS	LEMACS	LEMECS
Acc2	CH26	0.60	6.86	0.76	13.34	15.30	5.60	2.86	2.00	0.71	4.10	0.73	11.33	14.09	5.07	2.63
Acc3	CH10	0.58	7.09	0.73	12.65	15.18	5.67	2.63	2.18	0.69	4.00	0.71	11.78	14.57	5.59	2.47
Acc4	CH9	0.44	5.72	0.70	12.38	15.34	5.89	2.46	2.42	0.66	3.96	0.67	11.31	15.00	5.81	2.33
Acc5	CH25	0.43	5.87	0.73	12.38	15.26	5.76	2.52	2.31	0.66	3.95	0.69	10.86	14.89	5.64	2.36
Acc6	CH20	0.43	5.80	0.70	12.83	15.65	5.97	2.62	2.30	0.66	4.04	0.68	11.96	16.36	6.20	2.38
Acc7	CH30B	0.54	6.11	0.74	12.22	14.86	5.44	2.70	2.03	0.70	3.93	0.72	10.20	14.26	5.22	2.37
Acc8	CH17	0.57	5.26	0.74	10.00	13.16	4.99	2.32	2.17	0.72	3.56	0.71	8.64	12.66	4.91	2.07
Acc9	CH23	0.41	5.28	0.72	10.42	13.67	5.00	2.51	2.00	0.70	3.63	0.73	9.97	13.77	5.33	2.27
Acc10	CH16	0.57	5.88	0.75	10.95	14.15	5.26	2.49	2.14	0.69	3.72	0.71	9.61	13.68	5.12	2.31
Acc11	PI1	0.55	6.69	0.73	12.69	14.97	5.43	2.80	1.98	0.71	4.01	0.74	12.29	14.96	5.81	2.59
Acc12	CH30	0.57	7.64	0.74	12.54	15.12	5.62	2.66	2.14	0.69	3.98	0.71	11.44	14.73	5.76	2.51
Acc13	CH22	0.46	7.44	0.77	14.47	16.05	5.88	2.90	2.04	0.71	4.29	0.73	13.29	15.31	5.71	2.88
Acc14	CH32	0.56	6.29	0.76	11.03	13.31	4.84	2.70	1.81	0.78	3.73	0.77	9.69	12.91	4.68	2.61
Acc15	CH37	0.53	6.39	0.75	11.47	14.47	5.42	2.45	2.24	0.69	3.81	0.70	11.11	13.98	5.29	2.53
Acc16	CH36	0.55	6.76	0.77	11.23	14.05	5.09	2.59	1.98	0.72	3.77	0.74	10.10	13.22	4.95	2.48
Acc17	CH27	0.59	7.61	0.76	12.65	15.14	5.68	2.63	2.18	0.69	4.00	0.71	12.57	15.36	5.89	2.56
Acc18	CH30C	0.60	6.55	0.77	11.36	13.95	4.99	2.70	1.86	0.74	3.79	0.76	9.55	12.55	4.70	2.49
Acc19	CH39	0.68	5.92	0.81	9.40	12.58	4.54	2.43	1.89	0.75	3.45	0.76	8.62	12.02	4.48	2.29
Acc20	CH40	0.57	4.66	0.75	6.63	10.78	3.94	1.92	2.10	0.71	2.88	0.73	5.58	9.93	3.72	1.69
Acc21	CH31	0.50	6.73	0.75	11.10	14.14	5.23	2.53	2.10	0.70	3.74	0.72	11.05	14.09	5.27	2.59
Acc22	CH38	0.61	6.77	0.77	10.82	14.11	5.23	2.45	2.15	0.68	3.70	0.71	10.20	13.61	5.03	2.51
Acc23	CHPA	0.55	7.47	0.77	12.58	14.93	5.32	2.85	1.89	0.72	3.99	0.75	13.61	15.47	5.63	2.95
Acc24	CP5	0.52	7.37	0.73	14.65	16.10	5.84	3.04	1.95	0.71	4.30	0.74	15.72	17.08	6.40	2.99
Acc25	CP28	0.66	5.58	0.78	8.04	12.11	4.47	2.07	2.20	0.69	3.19	0.71	7.24	11.46	4.30	2.03
Acc26	CP4	0.64	7.61	0.76	12.71	14.84	5.23	3.02	1.76	0.73	4.01	0.77	13.70	15.39	5.67	2.93
Acc27	CH31B	0.58	7.14	0.79	10.63	14.21	5.30	2.37	2.27	0.66	3.67	0.69	11.35	14.38	5.29	2.64
Acc28	SPT	0.56	8.86	0.77	16.71	17.85	6.14	3.45	1.80	0.66	4.60	0.75	19.90	19.61	6.88	3.68
Acc29	BATB	0.70	6.74	0.77	10.17	13.32	4.70	2.61	1.82	0.73	3.59	0.77	9.97	13.65	4.99	2.41
Acc30	CP4B	0.67	5.94	0.78	8.62	12.09	4.40	2.32	1.92	0.74	3.31	0.75	7.60	11.41	4.19	2.09

IRE: índice de redondez del endocarpio; **DFE:** diámetro *feret* del endocarpio; **ICE:** índice de compactación del endocarpio; **ALS:** área longitudinal de la semilla; **PLS:** perímetro longitudinal de la semilla; **LEMAS:** longitud del eje mayor de la semilla; **LEMES:** longitud del eje menor de la semilla; **IAS:** índice de alargamiento de la semilla; **IRS:** índice de redondez de la semilla; **DFS:** diámetro *feret* de la semilla; **ICS:** índice de compactación de la semilla; **ALCS:** área longitudinal de la cavidad seminal; **PLCS:** perímetro longitudinal de la cavidad seminal; **LEMACS:** longitud del eje mayor de la cavidad seminal; **LEMECS:** longitud del eje menor de la cavidad seminal.

Cuadro 3. Continuación:

ACC.	CÓDIGO	ALCS	IRCS	DFCS	ICCS	ALS/ALE	ALCS/ALE	EMA/MEE	EMA/MES	EMA/MECS	SA/SN	SS/SN	SA/SS
Acc2	CH26	1.95	0.72	3.78	0.75	0.36	0.30	1.69	1.96	1.93	0.17	2.44	0.07
Acc3	CH10	2.30	0.70	3.86	0.69	0.32	0.30	1.80	2.16	2.26	0.11	0.65	0.17
Acc4	CH9	2.52	0.63	3.78	0.65	0.48	0.43	1.94	2.39	2.49	0.20	1.80	0.11
Acc5	CH25	2.43	0.61	3.70	0.66	0.45	0.40	1.81	2.29	2.39	0.26	2.87	0.09
Acc6	CH20	2.92	0.56	3.89	0.63	0.48	0.45	1.92	2.28	2.61	0.48	1.62	0.30
Acc7	CH30B	2.26	0.62	3.58	0.69	0.41	0.34	1.76	2.01	2.20	0.12	0.40	0.29
Acc8	CH17	2.41	0.67	3.30	0.67	0.46	0.39	1.78	2.15	2.37	0.14	1.19	0.12
Acc9	CH23	2.38	0.66	3.55	0.67	0.47	0.45	1.77	1.99	2.35	0.00	1.68	0.00
Acc10	CH16	2.23	0.65	3.48	0.68	0.40	0.35	1.77	2.11	2.22	0.06	1.69	0.04
Acc11	PI1	2.27	0.68	3.94	0.68	0.36	0.35	1.83	1.94	2.24	0.06	0.33	0.18
Acc12	CH30	2.33	0.66	3.80	0.66	0.27	0.25	1.74	2.11	2.29	0.05	0.40	0.12
Acc13	CH22	2.00	0.71	4.10	0.72	0.33	0.30	1.61	2.03	1.98	0.04	0.35	0.12
Acc14	CH32	1.83	0.73	3.50	0.75	0.35	0.31	1.63	1.79	1.79	0.06	0.70	0.09
Acc15	CH37	2.12	0.71	3.74	0.71	0.36	0.34	1.71	2.21	2.09	0.11	0.57	0.19
Acc16	CH36	2.03	0.72	3.57	0.72	0.31	0.28	1.59	1.97	2.00	0.16	0.33	0.48
Acc17	CH27	2.34	0.67	3.99	0.68	0.28	0.27	1.72	2.16	2.30	0.11	0.47	0.23
Acc18	CH30C	1.91	0.76	3.47	0.74	0.34	0.28	1.67	1.85	1.89	0.10	0.40	0.24
Acc19	CH39	1.99	0.74	3.30	0.74	0.34	0.31	1.56	1.87	1.96	0.44	1.56	0.29
Acc20	CH40	2.32	0.70	2.64	0.71	0.39	0.32	1.75	2.05	2.20	1.00	1.54	0.65
Acc21	CH31	2.06	0.70	3.74	0.71	0.31	0.31	1.69	2.07	2.03	0.05	0.93	0.05
Acc22	CH38	2.02	0.69	3.60	0.72	0.30	0.28	1.64	2.13	2.00	0.16	0.95	0.17
Acc23	CHPA	1.93	0.72	4.15	0.74	0.29	0.31	1.63	1.87	1.91	0.10	1.61	0.06
Acc24	CP5	2.16	0.68	4.45	0.70	0.34	0.36	1.84	1.92	2.14	0.21	0.85	0.24
Acc25	CP28	2.14	0.69	3.03	0.71	0.33	0.30	1.67	2.16	2.12	0.11	1.31	0.09
Acc26	CP4	1.96	0.72	4.15	0.74	0.28	0.30	1.71	1.73	1.94	0.06	0.53	0.12
Acc27	CH31B	2.02	0.69	3.79	0.72	0.26	0.28	1.54	2.24	2.00	0.24	1.00	0.24
Acc28	SPT	1.87	0.65	4.99	0.73	0.27	0.32	1.59	1.78	1.87	0.17	0.24	0.70
Acc29	BATB	2.09	0.67	3.55	0.71	0.28	0.28	1.71	1.80	2.07	0.30	0.36	0.82
Acc30	CP4B	2.06	0.73	3.09	0.74	0.31	0.27	1.66	1.90	2.00	0.02	0.30	0.07

ACS: alargamiento de la cavidad seminal; IRCS: índice de redondez de la cavidad seminal; DFCS: diámetro feret de la cavidad seminal; ICCS: índice de compactación de la cavidad seminal; ALS/ALE: relación área longitudinal de la semilla/ área longitudinal del endocarpio; ALCS/ALE: relación área longitudinal de la cavidad seminal/ área longitudinal del endocarpio; EMA/MEE: relación eje mayor/ eje menor del endocarpio; EMA/MES: relación eje mayor/ eje menor de la semilla; EMA/MECS: relación eje mayor/ eje menor de la cavidad seminal; SA/SN: relación semilla abortiva/ semilla normal; SS/SN: relación sin semilla/ semilla normal; SA/SS: relación semilla abortiva/ sin semilla.

Cuadro 3. Continuación

ACC.	CÓDIGO	NEPF	PESN	PESA	PESS	PSNF	PSAF	PSSF	ALE	PLE	LEMAE	LEMEE	IAE
Acc31	CP1	3.05	75.41	1.64	22.95	76.24	33.33	36.80	47.50	32.91	10.53	5.84	1.82
Acc32	BATA	4.05	66.66	1.23	32.10	67.41	20.00	39.47	42.59	29.85	9.71	5.54	1.77
Acc33	HPC13	3.25	84.61	4.61	10.77	84.58	25.00	36.90	60.46	37.55	11.47	6.84	1.69
Acc34	SNTPB	3.25	67.69	0.00	32.30	68.74	0.00	48.07	30.88	24.55	8.02	4.82	1.69
Acc35	CH43	4.15	26.50	4.82	68.67	32.70	24.00	67.87	28.87	25.05	7.91	4.61	1.74
Acc36	SPI2	3.60	58.33	6.94	34.72	57.66	28.33	44.06	56.97	41.55	11.40	6.71	1.72
Acc37	EM37	3.75	48.00	4.00	48.00	51.05	25.00	50.26	43.74	30.33	9.47	6.01	1.59
Acc39	SNTF	3.15	50.79	6.35	42.86	66.14	37.22	51.87	32.51	24.86	7.93	5.19	1.54
Acc40	SPI1	3.05	67.21	19.67	13.11	66.66	42.49	40.27	65.70	38.31	11.43	7.44	1.55
Acc42	CH10P	4.40	3.40	29.54	67.05	25.00	37.81	66.00	33.92	27.10	8.12	5.39	1.52
Acc43	CHPB	4.30	10.46	13.95	75.58	27.29	28.16	74.99	30.94	25.86	7.79	5.17	1.53
Acc44	CH42	2.40	75.00	4.16	20.83	77.08	50.00	51.18	42.80	28.34	8.88	6.25	1.44
Acc45	HPC14A	3.05	88.52	8.19	3.28	87.50	39.99	25.00	43.51	29.97	9.53	5.88	1.64
Acc46	CPB	2.50	52.00	10.00	38.00	54.16	49.99	51.10	34.85	25.73	8.60	5.17	1.68
Acc48	HPC15	4.10	41.47	6.09	52.43	42.58	24.00	54.12	63.64	34.45	11.28	7.09	1.60
Acc50	PT12	3.60	34.72	6.94	58.33	39.20	27.33	55.91	23.92	21.54	6.87	4.40	1.57
Acc51	CH49	3.15	6.35	7.94	85.71	31.66	47.22	89.47	41.25	28.14	9.47	5.50	1.74
Acc55	P55	2.80	60.71	1.78	37.50	67.12	25.00	58.97	53.60	34.72	10.31	6.92	1.50
Acc57	EM57	2.50	78.00	2.00	20.00	77.08	41.66	41.66	29.93	24.11	8.32	4.71	1.78
Acc58	EM58	2.40	54.16	12.50	33.33	59.64	41.66	51.38	54.67	33.30	10.99	6.37	1.74
Acc59	CH59	3.35	38.81	8.95	52.23	42.24	29.16	54.44	21.75	21.05	6.77	4.09	1.67
Acc60	EM60	2.80	73.21	1.78	25.00	74.99	50.00	44.99	40.13	26.81	8.91	5.62	1.60
Acc61	EM61	2.50	80.00	8.00	12.00	79.99	45.83	43.33	43.31	27.74	9.54	5.83	1.64
Acc62	EM62	2.85	66.66	5.26	28.07	72.10	33.33	48.17	34.56	25.38	8.43	5.11	1.66
Acc63	EM63	2.70	79.62	5.55	14.82	80.41	44.44	43.05	42.77	27.95	9.24	5.95	1.57
Acc64	EM64	2.40	81.25	6.25	12.50	81.66	49.99	44.44	43.16	29.49	9.58	5.69	1.69
Acc66	EM66	2.70	66.66	9.25	24.07	70.83	34.99	37.11	39.50	26.53	8.71	5.80	1.51
Acc68	CH68	3.10	32.25	24.19	43.55	46.66	41.66	46.75	32.44	24.55	8.30	5.00	1.68
Acc69	CH69	2.90	31.03	32.75	36.20	40.62	42.18	45.83	31.07	24.63	8.10	4.82	1.70
Acc70	CH70	3.40	32.35	30.88	36.76	54.10	42.91	48.09	29.44	24.75	8.13	4.56	1.80

NEPF: número de endocarpios por fruto; PESN: porcentaje de endocarpios con semilla normal; PESA: porcentaje de endocarpios con semilla abortiva; PESS: porcentaje de endocarpios sin semilla; PSNF: porcentaje de semilla normal por fruto; PSAF: porcentaje de semilla abortiva por fruto; PSSF: porcentaje sin semilla por fruto; ALE: área longitudinal del endocarpio; PLE: perímetro longitudinal del endocarpio; LEMAE: longitud del eje mayor del endocarpio; LEMEE: longitud del eje menor del endocarpio; IAE: índice de alargamiento del endocarpio.

Cuadro 3. Continuación

ACC.	CÓDIGO	IRE	DfE	ICE	ALS	PLS	LEMAS	LEMES	IAS	IRS	DfS	ICS	ALCS	PLCS	LEMACS	LEMECS
Acc31	CPI	0.57	7.75	0.74	12.50	14.96	5.51	2.69	2.08	0.70	3.98	0.72	13.99	16.09	6.05	2.81
Acc32	BATA	0.63	7.34	0.76	12.71	15.35	5.41	2.93	1.89	0.68	4.01	0.74	12.45	14.84	5.56	2.68
Acc33	HPC13	0.57	8.75	0.76	16.22	17.30	6.29	3.13	2.03	0.68	4.53	0.72	17.75	17.90	6.71	3.30
Acc34	SNTPB	0.66	6.24	0.78	11.56	14.01	5.03	2.84	1.80	0.75	3.83	0.76	12.60	14.11	5.13	2.90
Acc35	CH43	0.60	6.03	0.76	9.53	12.75	4.68	2.33	2.03	0.73	3.46	0.74	9.48	12.66	4.78	2.30
Acc36	SPI2	0.48	8.46	0.74	15.02	16.47	5.91	3.15	1.92	0.70	4.36	0.74	17.37	18.11	6.54	3.28
Acc37	EM37	0.62	7.44	0.79	11.57	14.26	4.90	2.93	1.70	0.72	3.83	0.78	11.53	13.88	5.01	2.75
Acc39	SNTP	0.68	6.41	0.81	9.47	13.02	4.38	2.73	1.65	0.71	3.46	0.79	7.46	11.27	3.91	2.30
Acc40	SPI1	0.61	9.11	0.80	16.90	17.06	6.03	3.45	1.78	0.73	4.63	0.77	16.72	16.62	6.01	3.38
Acc42	CHIOP	0.60	6.54	0.81	8.71	12.30	4.46	2.27	1.97	0.72	3.32	0.75	8.55	11.82	4.41	2.25
Acc43	CHPB	0.60	6.24	0.80	8.46	12.54	4.53	2.12	2.17	0.69	3.27	0.72	7.53	11.51	4.21	2.05
Acc44	CH42	0.70	7.36	0.83	11.56	13.96	4.90	2.85	1.76	0.75	3.83	0.78	9.73	12.65	4.60	2.43
Acc45	HPC14A	0.65	7.43	0.78	12.04	14.55	5.04	2.93	1.76	0.72	3.90	0.78	11.28	14.08	5.01	2.73
Acc46	CPB	0.68	6.64	0.77	9.53	13.34	4.89	2.23	2.22	0.68	3.48	0.71	9.87	13.07	4.85	2.39
Acc48	HPC15	0.68	8.97	0.80	14.48	16.45	5.75	3.09	1.90	0.69	4.28	0.75	16.97	17.45	6.17	3.31
Acc50	PT12	0.67	5.51	0.80	7.42	11.32	4.11	2.07	2.01	0.73	3.06	0.75	6.39	10.30	3.76	1.92
Acc51	CH49	0.66	7.21	0.76	13.88	17.23	5.67	3.14	1.87	0.60	4.19	0.74	12.95	16.64	5.53	2.92
Acc55	P55	0.60	8.23	0.80	14.02	16.75	5.56	3.11	1.85	0.63	4.21	0.76	15.56	17.92	5.74	3.50
Acc57	EM57	0.66	6.16	0.74	8.90	12.83	4.71	2.21	2.17	0.68	3.36	0.71	8.47	12.19	4.49	2.26
Acc58	EM58	0.64	8.32	0.76	13.63	15.82	5.84	2.79	2.14	0.69	4.16	0.71	14.13	16.58	6.18	2.73
Acc59	CH59	0.64	5.25	0.78	6.89	10.50	3.82	2.07	1.87	0.79	2.96	0.78	6.86	10.51	3.85	2.02
Acc60	EM60	0.70	7.14	0.80	9.06	12.79	4.49	2.43	1.86	0.70	3.38	0.76	11.66	14.54	5.18	2.74
Acc61	EM61	0.71	7.41	0.78	10.51	13.82	5.03	2.45	2.07	0.70	3.65	0.73	11.45	14.27	5.23	2.64
Acc62	EM62	0.69	6.62	0.79	9.73	13.68	4.73	2.44	1.97	0.68	3.50	0.74	10.63	14.10	4.97	2.56
Acc63	EM63	0.70	7.37	0.80	11.10	13.80	4.93	2.71	1.84	0.74	3.75	0.76	11.48	13.98	4.94	2.74
Acc64	EM64	0.66	7.40	0.77	11.24	14.86	5.30	2.46	2.17	0.64	3.77	0.71	12.28	15.84	5.52	2.67
Acc66	EM66	0.71	7.08	0.81	8.53	12.51	4.45	2.20	2.05	0.69	3.29	0.74	10.12	14.52	4.83	2.60
Acc68	CH68	0.68	6.41	0.77	8.17	12.44	4.55	2.04	2.26	0.67	3.22	0.71	8.14	12.60	4.59	2.08
Acc69	CH69	0.65	6.25	0.77	7.29	11.44	4.28	1.91	2.29	0.71	3.03	0.71	8.06	12.11	4.49	2.05
Acc70	CH70	0.63	6.10	0.75	7.13	11.75	4.34	1.86	2.36	0.66	3.00	0.70	7.76	12.18	4.40	1.97

IRE: índice de redondez del endocarpio; **DfE:** diámetro *feret* del endocarpio; **ICE:** índice de compactación del endocarpio; **ALS:** área longitudinal de la semilla; **PLS:** perímetro longitudinal de la semilla; **LEMAS:** longitud del eje mayor de la semilla; **LEMES:** longitud del eje menor de la semilla; **IAS:** índice de alargamiento de la semilla; **IRS:** índice de redondez de la semilla; **DfS:** diámetro *feret* de la semilla; **ICS:** índice de compactación de la semilla; **AICS:** área longitudinal de la cavidad seminal; **PLCS:** perímetro longitudinal de la cavidad seminal; **LEMACS:** longitud del eje mayor de la cavidad seminal; **LEMECS:** longitud del eje menor de la cavidad seminal.

Cuadro 3. Continuación

ACC.	CÓDIGO	IACS	IRCS	DFCS	ICCS	ALS/ALE	ALCS/ALE	EMA/MEE	EMA/MES	EMA/MECS	SA/SN	SS/SN	SA/SS
Acc31	CP1	2.18	0.68	4.20	0.70	0.26	0.29	1.80	2.05	2.15	0.02	0.30	0.07
Acc32	BATA	2.11	0.71	3.97	0.71	0.30	0.29	1.75	1.85	2.07	0.02	0.48	0.04
Acc33	HPC13	2.08	0.69	4.72	0.70	0.27	0.29	1.68	2.01	2.03	0.05	0.13	0.43
Acc34	SNTPB	1.77	0.79	3.99	0.78	0.37	0.41	1.66	1.77	1.77	0.00	0.48	0.00
Acc35	CH43	2.13	0.74	3.46	0.73	0.33	0.33	1.72	2.01	2.08	0.18	2.59	0.07
Acc36	SP12	2.01	0.66	4.67	0.72	0.26	0.30	1.70	1.88	1.99	0.12	0.60	0.20
Acc37	EM37	1.85	0.75	3.81	0.76	0.26	0.26	1.58	1.67	1.82	0.08	1.00	0.08
Acc39	SNTP	1.72	0.73	3.05	0.78	0.29	0.23	1.53	1.60	1.70	0.13	0.84	0.15
Acc40	SP11	1.80	0.76	4.59	0.77	0.26	0.25	1.54	1.75	1.78	0.29	0.20	1.50
Acc42	CH10P	1.98	0.77	3.29	0.75	0.26	0.25	1.51	1.96	1.96	8.69	19.72	0.44
Acc43	CHPB	2.08	0.71	3.08	0.73	0.27	0.24	1.51	2.14	2.05	1.33	7.23	0.18
Acc44	CH42	1.93	0.76	3.50	0.76	0.27	0.23	1.42	1.72	1.89	0.06	0.28	0.20
Acc45	HPC14A	1.87	0.72	3.78	0.76	0.28	0.26	1.62	1.72	1.84	0.09	0.04	2.50
Acc46	CPB	2.05	0.72	3.53	0.73	0.27	0.28	1.66	2.19	2.03	0.19	0.73	0.26
Acc48	HPC15	1.89	0.70	4.63	0.75	0.23	0.27	1.59	1.86	1.86	0.15	1.26	0.12
Acc50	PT12	1.99	0.76	2.84	0.76	0.31	0.27	1.56	1.99	1.96	0.20	1.68	0.12
Acc51	CH49	1.91	0.62	4.04	0.74	0.34	0.31	1.72	1.81	1.89	1.25	13.50	0.09
Acc55	P55	1.66	0.62	4.43	0.77	0.26	0.29	1.49	1.79	1.64	0.03	0.62	0.05
Acc57	EM57	2.00	0.72	3.28	0.73	0.30	0.28	1.77	2.13	1.99	0.03	0.26	0.10
Acc58	EM58	2.33	0.64	4.22	0.68	0.25	0.26	1.73	2.09	2.26	0.23	0.62	0.38
Acc59	CH59	1.93	0.78	2.95	0.77	0.32	0.32	1.66	1.85	1.91	0.23	1.35	0.17
Acc60	EM60	1.90	0.69	3.83	0.74	0.23	0.29	1.59	1.85	1.89	0.02	0.34	0.07
Acc61	EM61	2.00	0.71	3.81	0.73	0.24	0.26	1.64	2.05	1.98	0.10	0.15	0.67
Acc62	EM62	1.98	0.68	3.68	0.74	0.28	0.31	1.65	1.94	1.94	0.08	0.42	0.19
Acc63	EM63	1.82	0.74	3.82	0.77	0.26	0.27	1.55	1.82	1.80	0.07	0.19	0.37
Acc64	EM64	2.11	0.62	3.94	0.71	0.26	0.28	1.68	2.15	2.07	0.08	0.15	0.50
Acc66	EM66	1.89	0.62	3.58	0.74	0.22	0.26	1.50	2.02	1.86	0.14	0.36	0.38
Acc68	CH68	2.25	0.65	3.21	0.70	0.25	0.25	1.66	2.23	2.21	0.75	1.35	0.56
Acc69	CH69	2.26	0.69	3.18	0.71	0.23	0.26	1.68	2.24	2.19	1.06	1.17	0.90
Acc70	CH70	2.26	0.66	3.13	0.72	0.24	0.26	1.78	2.33	2.23	0.95	1.14	0.84

IACS: índice de alargamiento de la cavidad seminal; **IRCS:** índice de redondez de la cavidad seminal; **DFCS:** diámetro *feret* de la cavidad seminal; **ICCS:** índice de compactación de la cavidad seminal; **ALS/ALE:** relación área longitudinal de la semilla/área longitudinal del endocarpio; **ALCS/ALE:** relación área longitudinal de la cavidad seminal/área longitudinal del endocarpio; **EMA/MEE:** relación eje mayor/eje menor de la semilla; **EMA/MES:** relación eje mayor/eje menor de la semilla; **EMA/MECS:** relación eje mayor/eje menor de la cavidad seminal; **SA/SN:** relación semilla abortiva/ semilla normal; **SS/SN:** relación semilla abortiva/ sin semilla.

Cuadro 3. Continuación

ACC.	CÓDIGO	NEPF	PESN	PESA	PESS	PSNF	PSAF	PSSF	ALE	PLE	LEMAE	LEMEE	IAE
Acc71	CH71	3.70	24.32	8.11	67.56	30.09	25.00	66.91	29.86	22.87	7.93	4.67	1.71
Acc72	CH72	3.85	24.67	9.09	66.23	28.43	27.38	66.24	40.16	28.32	9.32	5.42	1.74
Acc73	CH73	3.80	30.26	10.52	59.21	42.91	26.87	63.07	41.28	27.12	9.07	5.77	1.59
Acc74	CH74	3.50	44.28	8.57	47.14	46.74	23.33	55.27	29.88	23.51	8.03	4.65	1.74
Acc75	CH75	3.25	26.15	21.54	52.30	43.05	52.49	56.36	37.67	26.45	8.91	5.39	1.68
Acc76	CH76	3.85	28.57	7.79	63.63	36.97	33.99	65.17	27.97	24.07	7.73	4.62	1.69
Acc77	CH77	3.40	82.35	7.35	10.29	84.16	37.49	33.33	41.59	27.78	9.00	5.94	1.53
Acc78	CH78	4.10	52.43	1.22	46.34	53.16	33.33	50.18	30.61	24.44	7.86	5.00	1.59
Acc80	CH80	2.80	17.86	19.64	62.50	44.99	54.75	62.74	30.96	24.45	8.17	4.80	1.72
Acc81	CH81	2.60	15.38	30.77	53.84	39.58	40.62	57.40	33.15	25.42	8.15	5.20	1.58
Acc82	CH82	3.50	37.14	5.71	57.14	40.43	35.41	60.88	23.16	22.06	6.81	4.35	1.58
Acc83	CH83	3.40	36.76	8.82	54.41	39.12	28.33	60.36	41.07	28.76	9.37	5.62	1.68
Acc84	CH84	3.20	37.50	9.37	53.12	43.51	31.94	53.94	36.75	27.53	9.02	5.19	1.74
Acc85	CH85	2.90	29.31	10.34	60.34	42.99	39.99	60.78	33.78	24.92	8.30	5.15	1.62
Acc86	P86	3.25	13.84	4.61	81.54	35.41	33.33	80.83	42.54	29.19	9.86	5.39	1.84
Acc88	CH88	3.50	22.85	21.42	55.71	33.92	30.59	57.71	33.15	25.54	8.46	4.97	1.72
Acc89	CH89	2.95	22.03	27.12	50.85	44.44	41.02	53.70	27.94	24.50	7.70	4.65	1.68
Acc91	P91	2.70	72.22	18.52	9.26	74.99	45.23	36.66	48.20	30.30	10.09	6.02	1.69
Acc92	P92	2.65	45.28	15.09	39.62	53.91	37.49	48.95	40.49	26.86	9.00	5.58	1.63
Acc93	P93	2.70	64.81	14.81	20.37	66.22	36.10	47.72	41.68	29.28	9.18	5.76	1.61
Acc94	P94	3.25	55.38	15.38	29.23	57.91	50.55	44.85	48.34	31.70	9.76	6.32	1.55
Acc95	P95	3.05	60.65	6.55	32.78	61.99	38.33	43.33	41.92	29.05	9.51	5.56	1.72
Acc96	P96	2.50	82.00	12.00	6.00	84.21	62.50	37.49	37.57	26.24	8.92	5.28	1.70
Acc97	EM97	2.35	63.82	12.76	23.40	66.66	54.16	48.33	31.74	26.13	8.28	4.92	1.69
Acc98	P98	2.50	68.00	4.00	28.00	67.54	44.44	48.33	39.84	29.00	9.34	5.36	1.76
Acc99	CH99	3.60	27.77	5.55	66.66	36.14	29.16	65.24	24.87	21.41	7.18	4.32	1.67
Acc100	HPC100	3.10	53.22	9.67	37.09	62.74	33.33	48.88	35.45	26.24	9.33	4.72	1.99

NEPF: número de endocarpios por fruto; **PESN:** porcentaje de endocarpios con semilla normal; **PESA:** porcentaje de endocarpios con semilla abortiva; **PESS:** porcentaje de endocarpios sin semilla; **PSNF:** porcentaje de semilla normal por fruto; **PSAF:** porcentaje de semilla abortiva por fruto; **PSSF:** porcentaje sin semilla por fruto; **ALE:** área longitudinal del endocarpio; **PLE:** perímetro longitudinal del endocarpio; **LEMAE:** longitud del eje mayor del endocarpio; **LEMEE:** longitud del eje menor del endocarpio; **IAE:** índice de alargamiento del endocarpio.

Cuadro 3. Continuación

ACC.	CÓDIGO	IRE	DfE	ICE	ALS	PLS	LEMAS	LEMES	IAS	IRS	DfS	ICS	ALCS	PLCS	LEMACS	LEMACS
Acc71	CH71	0.72	6.15	0.78	8.00	12.29	4.45	2.06	2.22	0.68	3.18	0.72	8.01	12.31	4.43	2.07
Acc72	CH72	0.65	7.12	0.76	8.90	13.47	4.95	2.08	2.43	0.62	3.36	0.68	10.58	14.03	5.14	2.37
Acc73	CH73	0.71	7.22	0.80	9.71	13.33	4.90	2.24	2.23	0.69	3.51	0.72	10.02	13.35	4.80	2.41
Acc74	CH74	0.69	6.16	0.77	9.30	12.95	4.80	2.34	2.07	0.70	3.43	0.72	8.81	12.46	4.47	2.24
Acc75	CH75	0.68	6.89	0.77	8.83	12.63	4.62	2.20	2.12	0.70	3.34	0.73	9.44	13.24	4.84	2.26
Acc76	CH76	0.62	5.94	0.77	8.62	12.97	4.63	2.20	2.14	0.65	3.30	0.72	7.39	11.41	4.08	2.04
Acc77	CH77	0.68	7.26	0.81	9.67	12.87	4.65	2.45	1.91	0.74	3.50	0.75	9.32	12.58	4.53	2.52
Acc78	CH78	0.66	6.21	0.79	8.48	12.06	4.37	2.25	1.97	0.73	3.27	0.75	8.66	12.45	4.42	2.30
Acc80	CH80	0.65	6.26	0.77	7.75	11.88	4.34	1.98	2.24	0.70	3.13	0.73	7.84	11.73	4.40	1.97
Acc81	CH81	0.67	6.47	0.79	8.51	12.18	4.43	2.20	2.03	0.72	3.28	0.74	7.81	11.49	4.23	2.08
Acc82	CH82	0.63	5.41	0.79	7.17	10.93	3.93	2.10	1.88	0.76	3.01	0.77	6.61	10.38	3.67	2.04
Acc83	CH83	0.65	7.21	0.77	11.43	14.06	5.28	2.45	2.18	0.72	3.80	0.72	11.69	14.37	5.25	2.57
Acc84	CH84	0.64	6.81	0.76	11.79	16.89	5.48	2.64	2.12	0.54	3.85	0.71	10.81	14.63	4.98	2.57
Acc85	CH85	0.69	6.53	0.79	10.99	14.02	4.81	2.69	1.80	0.71	3.73	0.78	9.56	12.95	4.51	2.45
Acc86	P86	0.64	7.31	0.74	13.45	15.86	5.50	2.89	1.94	0.67	4.12	0.75	12.10	14.82	5.23	2.69
Acc88	CH88	0.65	6.46	0.76	9.75	13.53	4.92	2.29	2.17	0.67	3.50	0.71	9.76	13.27	4.79	2.38
Acc89	CH89	0.60	5.93	0.77	7.62	11.35	4.12	2.05	2.05	0.74	3.10	0.75	8.14	11.90	4.32	2.12
Acc91	P91	0.68	7.81	0.77	13.08	16.41	5.66	2.74	2.09	0.63	4.07	0.72	12.58	14.96	5.48	2.65
Acc92	P92	0.71	7.15	0.80	11.64	14.14	4.85	2.85	1.73	0.74	3.85	0.80	11.56	14.08	4.98	2.74
Acc93	P93	0.65	7.26	0.79	10.87	13.72	4.81	2.63	1.85	0.73	3.71	0.77	11.39	13.90	4.93	2.76
Acc94	P94	0.64	7.82	0.80	11.39	14.52	4.98	2.83	1.78	0.69	3.79	0.76	13.04	16.10	5.38	3.00
Acc95	P95	0.65	7.28	0.77	10.84	13.90	4.94	2.60	1.92	0.71	3.71	0.75	11.69	14.30	5.10	2.68
Acc96	P96	0.69	6.90	0.77	9.83	13.35	4.83	2.38	2.06	0.70	3.53	0.73	8.88	12.60	4.64	2.21
Acc97	EM97	0.62	6.35	0.77	8.57	12.16	4.36	2.23	1.97	0.73	3.30	0.76	9.09	12.58	4.68	2.21
Acc98	P98	0.63	7.10	0.76	11.27	14.12	5.14	2.55	2.04	0.71	3.78	0.74	12.78	15.66	5.45	2.74
Acc99	CH99	0.69	5.62	0.78	7.91	11.64	4.13	2.29	1.82	0.73	3.16	0.77	7.36	11.05	3.88	2.20
Acc100	HPC100	0.65	6.70	0.72	11.15	15.11	5.24	2.64	2.01	0.62	3.74	0.72	12.69	16.49	5.52	2.88

IRE: índice de redondez del endocarpio; **DfE:** diámetro *feret* del endocarpio; **ICE:** índice de compactación del endocarpio; **ALS:** área longitudinal de la semilla; **PLS:** perímetro longitudinal de la semilla; **LEMAS:** longitud del eje mayor de la semilla; **LEMES:** longitud del eje menor de la semilla; **IAS:** índice de alargamiento de la semilla; **IRS:** índice de redondez de la semilla; **DfS:** diámetro *feret* de la semilla; **ICS:** índice de compactación de la semilla; **ALCS:** área longitudinal de la cavidad seminal; **PLCS:** perímetro longitudinal de la cavidad seminal; **LEMACS:** longitud del eje mayor de la cavidad seminal; **LEMECS:** longitud del eje menor de la cavidad seminal.

Cuadro 3. Continuación

ACC	CÓDIGO	IACS	IRCS	DFCS	ICCS	ALS/ALE	ALCS/ALE	EMA/MEE	EMA/MES	EMA/MECS	SA/SN	SS/SN	SA/SS
Acc71	CH71	2.20	0.67	3.19	0.72	0.27	0.27	1.70	2.16	2.14	0.33	2.78	0.12
Acc72	CH72	2.19	0.68	3.66	0.71	0.22	0.26	1.72	2.38	2.17	0.37	2.68	0.14
Acc73	CH73	2.04	0.71	3.56	0.74	0.24	0.24	1.57	2.19	1.99	0.35	1.96	0.18
Acc74	CH74	2.01	0.71	3.34	0.75	0.31	0.29	1.73	2.05	2.00	0.19	1.06	0.18
Acc75	CH75	2.18	0.68	3.46	0.72	0.23	0.25	1.65	2.10	2.14	0.82	2.00	0.41
Acc76	CH76	2.04	0.72	3.05	0.75	0.31	0.26	1.67	2.10	2.00	0.27	2.23	0.12
Acc77	CH77	1.81	0.74	3.44	0.76	0.23	0.22	1.52	1.90	1.80	0.09	0.12	0.71
Acc78	CH78	1.94	0.71	3.30	0.75	0.28	0.28	1.57	1.94	1.92	0.02	0.88	0.03
Acc80	CH80	2.28	0.72	3.15	0.72	0.25	0.25	1.70	2.19	2.23	1.10	3.50	0.31
Acc81	CH81	2.04	0.74	3.14	0.75	0.26	0.24	1.57	2.01	2.03	2.00	3.50	0.57
Acc82	CH82	1.82	0.77	2.89	0.79	0.31	0.29	1.57	1.87	1.80	0.15	1.54	0.10
Acc83	CH83	2.06	0.71	3.84	0.73	0.28	0.28	1.67	2.16	2.04	0.24	1.48	0.16
Acc84	CH84	1.97	0.64	3.68	0.74	0.32	0.29	1.74	2.08	1.94	0.25	1.42	0.18
Acc85	CH85	1.86	0.72	3.47	0.77	0.33	0.28	1.61	1.79	1.84	0.35	2.06	0.17
Acc86	P86	1.97	0.69	3.90	0.75	0.32	0.28	1.83	1.90	1.94	0.33	5.89	0.06
Acc88	CH88	2.06	0.70	3.50	0.73	0.29	0.29	1.70	2.15	2.01	0.94	2.44	0.38
Acc89	CH89	2.05	0.73	3.21	0.74	0.27	0.29	1.66	2.01	2.04	1.23	2.31	0.53
Acc91	P91	2.08	0.70	3.99	0.73	0.27	0.26	1.68	2.07	2.07	0.26	0.13	2.00
Acc92	P92	1.85	0.73	3.82	0.77	0.29	0.29	1.61	1.70	1.82	0.33	0.88	0.38
Acc93	P93	1.80	0.75	3.80	0.77	0.26	0.27	1.59	1.83	1.79	0.23	0.31	0.73
Acc94	P94	1.84	0.64	4.05	0.75	0.24	0.27	1.54	1.76	1.79	0.28	0.53	0.53
Acc95	P95	1.91	0.72	3.84	0.76	0.26	0.28	1.71	1.90	1.90	0.11	0.54	0.20
Acc96	P96	2.11	0.70	3.36	0.73	0.26	0.24	1.69	2.03	2.10	0.15	0.07	2.00
Acc97	EM97	2.13	0.72	3.39	0.73	0.27	0.29	1.68	1.96	2.12	0.20	0.37	0.55
Acc98	P98	2.04	0.67	4.02	0.74	0.28	0.32	1.74	2.02	1.99	0.06	0.41	0.14
Acc99	CH99	1.79	0.76	3.05	0.79	0.32	0.30	1.66	1.80	1.76	0.20	2.40	0.08
Acc100	HPC100	1.95	0.61	4.01	0.73	0.31	0.36	1.98	1.98	1.92	0.18	0.70	0.26

IACS: índice de alargamiento de la cavidad seminal; **IRCS:** índice de redondez de la cavidad seminal; **DFCS:** diámetro feret de la cavidad seminal; **ICCS:** índice de compactación de la cavidad seminal; **ALS/ALE:** relación área longitudinal de la semilla/área longitudinal del endocarpio; **ALCS/ALE:** relación área longitudinal de la cavidad seminal/área longitudinal del endocarpio; **EMA/MEE:** relación eje mayor/eje menor del endocarpio; **EMA/MES:** relación eje mayor/eje menor de la semilla; **EMA/MECS:** relación semilla abortiva/ semilla normal; **SA/SN:** relación sin semilla/ semilla normal; **SS/SS:** relación semilla abortiva/sin semilla.

Cuadro 4. Eigen-valores de los cinco primeros componentes principales de características de endocarpios y semillas de tejocote (*Crataegus* spp.) pertenecientes al Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo, 2003.

COMPONENTE PRINCIPAL	EIGEN-VALORES	PORCENTAJE (%)	PORCENTAJE (%) ACUMULADO
1	14.56384473	36.4096	36.4096
2	9.65842022	24.1461	60.5557
3	4.29215952	10.7304	71.2861
4	3.76484693	9.4121	80.6982
5	1.65949194	4.1487	84.8469

Para evitar este tipo de casos y facilitar su interpretación, se optó realizar un dendrograma aunque se considera un método no jerárquico radial, conserva características de los métodos de agrupamiento jerárquicos, utilizando las distancias taxonómicas medias y el método de agrupamiento Moyen UPGMA, utilizando el programa DARwin 3.6 (Pierrer y Jacquemoud-Collet, 2000).

La ventaja de este tipo de dendrogramas no jerárquicos de agrupamiento en particular es que las accesiones con características disparadas o no comunes con las demás, el programa trata de acomodarlas en el grupo con características más parecidas que tenga entre ellos y no haciéndolo un grupo separado por un detalle en particular como es el caso del otro dendrograma (Figura 2).

En el dendrograma que a partir de una raíz o punto que se encuentra en el centro del mismo se forman tres grandes grupos, uno muy numeroso compuesto por 38 accesiones, un segundo grupo con 32 accesiones y el tercero, con 16 accesiones (Figura 3), en estos dos últimos se observó el sitio donde se acomodaron las accesiones con distancias alejadas de las demás accesiones.

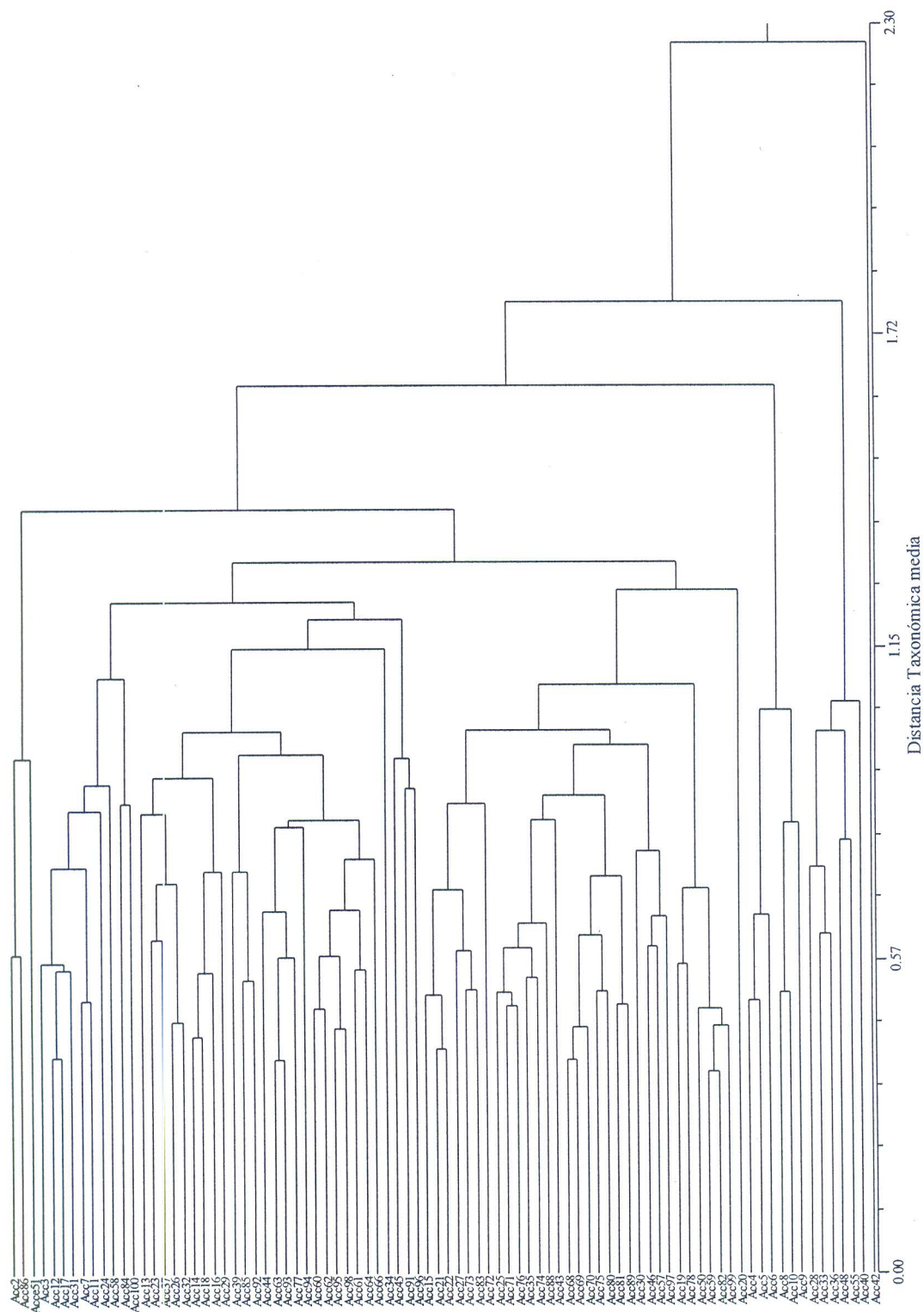


Figura 2. Dendrograma jerárquico mediante la distancia taxonomica media y el método de agrupación (UPGMA) de 86 accesiones de características de endocarpios de tejocote (*Crataegus* spp.) pertenecientes al Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo.

Cuadro 5. Eigen-vectores de los componentes principales de 39 caracteres de endocarpios y semillas de tejocote (*Crataegus* spp.) pertenecientes al Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo, 2003.

CÓDIGO	VARIABLE	COMPONENTES PRINCIPAL		
		1	2	3
NEPF	Número de endocarpios por fruto	0.1878	0.4212	0.1246
PESN	Porcentaje de endocarpios con semilla normal (%)	-0.5854	-0.2746	-0.7218
PESA	Porcentaje de endocarpios con semilla abortiva (%)	0.3366	-0.0617	0.2212
PESS	Porcentaje de endocarpios sin semilla (%)	0.5097	0.3274	0.7065
PSNF	Porcentaje de semilla normal por fruto (%)	-0.5714	-0.352	-0.6512
PSAF	Porcentaje de semilla Abortiva por fruto (%)	0.01	-0.3269	-0.0279
PSF	Porcentaje sin semilla por fruto (%)	0.3752	0.22	0.7846
ALE	Área longitudinal del endocarpio (mm ²)	-0.8981	-0.2292	0.1962
PLE	Perímetro longitudinal del endocarpio (mm)	-0.9207	0.0966	0.1611
LEMAE	Longitud del eje mayor del endocarpio (mm)	-0.9328	-0.0274	0.1439
LEMEE	Longitud del eje menor del endocarpio (mm)	-0.8441	-0.3658	0.2148
IAE	Índice de alargamiento del endocarpio	-0.0046	0.8377	-0.1932
IRE	Índice de redondez del endocarpio	0.2124	-0.6902	0.014
DFE	Diámetro Feret del endocarpio (mm)	-0.8938	-0.2433	0.1875
ICE	Índice de compactación del endocarpio	0.0988	-0.885	0.1919
ALS	Área longitudinal de la semilla (mm ²)	-0.9232	0.2111	0.1526
PLS	Perímetro longitudinal de la semilla (mm)	-0.8897	0.2979	0.2059
LEMAS	Longitud del eje mayor de la semilla (mm)	-0.8389	0.4708	0.12
LEMES	Longitud del eje menor de la semilla (mm)	-0.8929	-0.0593	0.1555
IAS	Índice de alargamiento de la semilla	0.3132	0.6818	-0.041
IRS	Índice de redondez de la semilla	0.2146	-0.4714	-0.273
DFS	Diámetro Feret de la semilla (mm)	-0.9228	0.2136	0.1392
ICS	Índice de compactación de la semilla	-0.0932	-0.789	0.0449
ALCS	Área longitudinal de la cavidad seminal (mm ²)	-0.9546	0.1223	0.168
PLCS	Perímetro longitudinal de la cavidad seminal (mm)	-0.9154	0.2726	0.1628
LEMACS	Longitud del eje mayor de la cavidad seminal (mm)	-0.8839	0.4181	0.0679
LEMECS	Longitud del eje menor de la cavidad seminal (mm)	-0.9411	-0.1141	0.1893
IACS	Índice de alargamiento la cavidad seminal	0.1935	0.8433	-0.1882
IRCS	Índice de redondez de la cavidad seminal	0.268	-0.6597	-0.0147
DFCS	Diámetro Feret de la cavidad seminal (mm)	-0.9584	0.1353	0.1547
ICCS	Índice de compactación de la cavidad seminal	0.0769	-0.8731	0.2207
ALS/ALE	Relación Área longitudinal de la semilla/ Área longitudinal del endocarpio	0.1802	0.657	-0.1162
ALCS/ALE	Relación Área longitudinal de la cavidad seminal/ Área longitudinal del endocarpio	-0.0347	0.7077	-0.0923
EMA/MEE	Relación Eje mayor/ Eje menor del endocarpio	-0.0097	0.8264	-0.196
EMA/MES	Relación Eje mayor/ Eje menor de la semilla	0.3192	0.6821	-0.0599
EMA/MECS	Relación Eje mayor/ Eje menor de la cavidad seminal	0.1926	0.8464	-0.1924
SA/SN	Relación semilla abortiva/semilla normal	0.2957	-0.0652	0.531
SS/SN	Relación sin semilla/ semilla normal	0.2914	0.0585	0.7541
SA/SS	Relación semilla abortiva/sin semilla	-0.1554	-0.2591	-0.2465

Nota: Vectores seleccionados mediante la correlación de las variables principales con las variables originales con un coeficiente de correlación ≤ 0.75 .

Para conocer el grado de significancia entre las variables evaluadas, se realizó una matriz de correlaciones (Cuadro 6), en donde el grupo de variables que tienen una alta significancia positiva con la variable número de endocarpios por fruto, son porcentaje de endocarpios sin semilla, alargamiento de la cavidad seminal, lo que nos muestra que a medida que se presentan mayor número de endocarpios por fruto, se presentan también una mayor cantidad de endocarpios sin semilla, mayor área longitudinal en la cavidad seminal, en relación al endocarpio, así como endocarpios más uniformes, en cuanto a su largo y ancho.

Las correlaciones negativas altamente significativas indican que a medida que el número de endocarpios por fruto aumenta, los caracteres porcentaje de endocarpios con semilla normal, porcentaje de semilla normal por fruto, porcentaje de semilla abortiva por fruto, área longitudinal del endocarpio, longitud del eje menor del endocarpio, índice de redondez del endocarpio, diámetro feret del endocarpio, índice de compactación de la cavidad seminal y relación semilla abortiva/sin semilla, disminuyen.

Se puede deducir que a medida que se presente un mayor porcentaje de endocarpios con semilla normal, también habrá un mayor porcentaje de semilla normal por fruto, área longitudinal, perímetro, longitud del eje mayor y menor y diámetro feret del endocarpio, semilla y cavidad seminal.

Cuadro 6. Correlación entre 39 caracteres evaluados en endocarpios de tejocote (*Crataegus* spp.) del Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo.

	NEPF	PESN	PESA	PESS	PSNF	PSAF	PSSF	ALE	PLE	LEMAE	LEMEE	IAE	IRE
PESN	-0.34586**												
PESA	-0.11115 ^{NS}	-0.42428**											
PESS	0.42578**	-0.93134**	0.06541 ^{NS}										
PSNF	-0.46578**	0.9572**	-0.29178**	-0.93745**									
PSAF	-0.58059**	0.11287 ^{NS}	0.43793**	-0.30041**	0.25507*								
PSSF	0.14657 ^{NS}	-0.83261**	0.04512 ^{NS}	0.89938**	-0.80072**	-0.09687 ^{NS}							
ALE	-0.28348**	0.43465**	-0.11121 ^{NS}	-0.43423**	0.46608 ^{NS}	0.16616 ^{NS}	-0.27382*						
PLE	-0.07261 ^{NS}	0.38602**	-0.18645 ^{NS}	-0.35038**	0.37682**	-0.02866 ^{NS}	-0.25167*	0.87738**					
LEMAE	-0.23634*	0.43715**	-0.15899 ^{NS}	-0.41776**	0.46208**	0.12087 ^{NS}	-0.28243**	0.96602**	0.91469**				
LEMEE	-0.29270**	0.43795**	-0.1033 ^{NS}	-0.44105**	0.47737**	0.18937 ^{NS}	-0.27692**	0.9727**	0.83988**	0.90291**			
IAE	0.21373*	-0.10979 ^{NS}	-0.08202 ^{NS}	0.15397 ^{NS}	-0.15549 ^{NS}	-0.20692 ^{NS}	0.06628 ^{NS}	-0.24261*	-0.01756 ^{NS}	-0.01212 ^{NS}	-0.43473**		
IRE	-0.45996**	0.05976 ^{NS}	0.16055 ^{NS}	-0.13042 ^{NS}	0.14748 ^{NS}	0.41691**	-0.01664 ^{NS}	0.05907 ^{NS}	-0.40986**	-0.07463 ^{NS}	0.10254 ^{NS}	-0.45657**	
DFE	-0.30077**	0.4466**	-0.12019 ^{NS}	-0.44378**	0.48495**	0.18691 ^{NS}	-0.283**	0.99567**	0.86603**	0.96896**	0.97471**	-0.24655*	0.08766 ^{NS}
ICE	-0.26709*	0.06713 ^{NS}	0.11683 ^{NS}	-0.12097 ^{NS}	0.12539 ^{NS}	0.2618*	-0.02252 ^{NS}	0.17961 ^{NS}	-0.14097 ^{NS}	-0.05547 ^{NS}	0.3443**	-0.94132**	0.66815**
ALS	0.00037 ^{NS}	0.36234**	-0.33585**	-0.2642*	0.3335**	-0.14354 ^{NS}	-0.1616 ^{NS}	0.76301**	0.8794**	0.82786**	0.69096**	0.15434 ^{NS}	-0.4029**
PLS	-0.02097 ^{NS}	0.29712**	-0.31443**	-0.20094 ^{NS}	0.28087**	-0.10832 ^{NS}	-0.08605 ^{NS}	0.73311**	0.8352**	0.81624**	0.65132**	0.22051*	-0.3647**
LEMAS	0.08674 ^{NS}	0.28253**	-0.313**	-0.18544 ^{NS}	0.23645*	-0.16953 ^{NS}	-0.11294 ^{NS}	0.65675**	0.82824**	0.77216**	0.56276**	0.34155**	-0.50604**
LEMES	-0.05978 ^{NS}	0.41121**	-0.38051**	-0.30011**	0.39742**	-0.13435 ^{NS}	-0.18784 ^{NS}	0.74508**	0.79009**	0.76173**	0.70588**	-0.02481 ^{NS}	-0.23521*
IAS	0.18833 ^{NS}	-0.31716**	0.24029*	0.25288*	-0.3411**	0.01394 ^{NS}	0.18247 ^{NS}	-0.28811**	-0.1592 ^{NS}	-0.17472 ^{NS}	-0.34825**	0.46**	-0.24682*
IRS	0.05236 ^{NS}	0.15315 ^{NS}	-0.03208 ^{NS}	-0.15588 ^{NS}	0.11334 ^{NS}	-0.08088 ^{NS}	-0.23708*	-0.19375 ^{NS}	-0.21344*	-0.28485**	-0.11466 ^{NS}	-0.34379**	0.08904 ^{NS}
DFS	0.00072 ^{NS}	0.37533**	-0.35889**	-0.26925*	0.34355**	-0.14764 ^{NS}	-0.16895 ^{NS}	0.75441**	0.87051**	0.82422**	0.6859**	0.15784 ^{NS}	-0.39674**
ICS	-0.24291*	0.19759 ^{NS}	-0.09011 ^{NS}	-0.18152 ^{NS}	0.24298*	0.08395 ^{NS}	-0.12426 ^{NS}	0.1521 ^{NS}	-0.02166 ^{NS}	0.00919 ^{NS}	0.23457*	-0.55063**	0.37565**
ALCS	-0.13155 ^{NS}	0.39701**	-0.26768*	-0.32983**	0.37808**	-0.07115 ^{NS}	-0.19391 ^{NS}	0.86389**	0.91574**	0.90669**	0.78462**	0.09517 ^{NS}	-0.28183**

NEPF: número de endocarpios por fruto; **PESN:** porcentaje de endocarpios con semilla normal; **PESA:** porcentaje de endocarpios con semilla abortiva; **PESS:** porcentaje de endocarpios sin semilla; **PSNF:** porcentaje de semilla normal por fruto; **PSAF:** porcentaje de semilla abortiva por fruto; **PSSF:** porcentaje sin semilla por fruto; **ALE:** área longitudinal del endocarpio; **PLE:** perímetro longitudinal del endocarpio; **IAE:** índice de alargamiento del endocarpio; **IRE:** índice de redondez del endocarpio; **DFE:** diámetro feret del endocarpio; **ICE:** índice de compactación del endocarpio; **ALS:** área longitudinal de la semilla; **PLS:** perímetro longitudinal de la semilla; **LEMAS:** longitud del eje mayor de la semilla; **LEMES:** longitud del eje menor de la semilla; **IAS:** índice de alargamiento de la semilla; **IRS:** índice de redondez de la semilla; **DFS:** diámetro feret de la semilla; **ICS:** índice de compactación de la semilla; **ALCS:** área longitudinal de la cavidad seminal

^{NS} No significativo; * significativo; ** altamente significativo.

Cuadro 6. Continuación

	DFE	ICE	ALS	PLS	LEMAS	LEMES	IAS	IRS	DFS	ICS
EE	0.1898 ^{NS}	1								
ALS	0.74952**	-0.26222*	1							
PLS	0.72677**	-0.30945**	0.96141**	1						
LEMAS	0.64858**	-0.45184**	0.94089**	0.95581**	1					
LEMES	0.73441**	-0.05512 ^{NS}	0.93017**	0.8671**	0.76955**	1				
AS	-0.28395**	-0.47009**	-0.24635*	-0.12029 ^{NS}	0.07472 ^{NS}	-0.56964**	1			
IRS	-0.20151 ^{NS}	0.33438**	-0.23587*	-0.48206**	-0.42551**	-0.07438 ^{NS}	-0.47639**	1		
DFS	0.74531**	-0.26323*	0.99778**	0.96295**	0.94414**	0.93012**	-0.24589*	-0.2359*	1	
ES	0.15082 ^{NS}	0.59131**	0.00812 ^{NS}	-0.13287 ^{NS}	-0.32086**	0.33422**	-0.93767**	0.60804**	0.0048 ^{NS}	1
ALCS	0.84924**	-0.17734 ^{NS}	0.91312**	0.8842**	0.84917**	0.85168**	-0.22808*	-0.25838*	0.90535**	0.01754 ^{NS}

DFE: diámetro feret del endocarpio; **ICE:** índice de compactación del endocarpio; **ALS:** área longitudinal de la semilla; **PLS:** perímetro longitudinal de la semilla; **LEMAS:** longitud del eje mayor de la semilla; **LEMES:** longitud del eje menor de la semilla; **IAS:** alargamiento de la semilla; **IRS:** índice de redondez de la semilla; **DFS:** diámetro feret de la semilla; **ICS:** índice de compactación de la semilla; **ALCS:** área longitudinal de la cavidad seminal.

^{NS} No significativo; * significativo; ** altamente significativo.

Cuadro 6. Continuación

	NEPF	PESN	PESA	PESS	PSNF	PSAF	PSSF	ALE	PLE	LEMAE	LEMEE	IAE	IRE
PLCS	-0.11597 ^{NS}	0.3466**	-0.25807*	-0.27816**	0.33098**	-0.04882 ^{NS}	-0.1463 ^{NS}	0.79115**	0.87145**	0.86734**	0.70106**	0.21549*	-0.32357**
LEMACS	-0.00191 ^{NS}	0.35257**	-0.26271*	-0.28286**	0.31164**	-0.12408 ^{NS}	-0.20173 ^{NS}	0.72804**	0.8756**	0.83581**	0.62244**	0.33293**	-0.4665**
LEMECS	-0.17858 ^{NS}	0.44677**	-0.32645**	-0.36105**	0.43911**	-0.06213 ^{NS}	-0.21006 ^{NS}	0.86677**	0.85723**	0.86544**	0.83333**	-0.10779 ^{NS}	-0.13858 ^{NS}
IACS	0.30697**	-0.22037*	0.18582 ^{NS}	0.16813 ^{NS}	-0.27082*	-0.08737 ^{NS}	0.05014 ^{NS}	-0.31433**	-0.06898 ^{NS}	-0.15812 ^{NS}	-0.41872**	0.68017**	-0.50587**
IRCS	-0.05765 ^{NS}	0.02246 ^{NS}	0.00591 ^{NS}	-0.02712 ^{NS}	0.02689 ^{NS}	-0.02448 ^{NS}	-0.0498 ^{NS}	-0.12178 ^{NS}	-0.26766*	-0.24942*	-0.02828 ^{NS}	-0.50061**	0.34155**
DFCS	-0.13568 ^{NS}	0.40967**	-0.28822**	-0.33553**	0.38857**	-0.07068 ^{NS}	-0.20171 ^{NS}	0.85802**	0.91057**	0.91076**	0.78108**	0.11145 ^{NS}	-0.27729**
ICCS	-0.34846**	0.02942 ^{NS}	-0.00608 ^{NS}	-0.02998 ^{NS}	0.09644 ^{NS}	0.17719 ^{NS}	0.08313 ^{NS}	0.10418 ^{NS}	-0.17193 ^{NS}	-0.06844 ^{NS}	0.20922 ^{NS}	-0.66868**	0.61365**
ALS/ALE	0.46375**	-0.19917 ^{NS}	-0.25676*	0.32272**	-0.30964**	-0.46823**	0.20896 ^{NS}	-0.52829**	-0.19732 ^{NS}	-0.41511**	-0.58648**	0.55506**	-0.63933**
ALCS/ALE	0.31794**	-0.0935 ^{NS}	-0.28124**	0.2161*	-0.21175 ^{NS}	-0.48514**	0.15616 ^{NS}	-0.3385**	-0.00915 ^{NS}	-0.20659 ^{NS}	-0.43142**	0.63754**	-0.66036**
EMA/MEE	0.19864 ^{NS}	-0.1003 ^{NS}	-0.084 ^{NS}	0.14431 ^{NS}	-0.14485 ^{NS}	-0.19419 ^{NS}	0.05898 ^{NS}	-0.23404*	-0.02011 ^{NS}	-0.00428 ^{NS}	-0.42909**	0.99795**	-0.43392**
EMA/MES	0.19568 ^{NS}	-0.30393**	0.23869*	0.23895*	-0.33241**	0.01086 ^{NS}	0.16413 ^{NS}	-0.29841**	-0.16121 ^{NS}	-0.18422 ^{NS}	-0.35596**	0.45706**	-0.2603*
EMA/MECS	0.2942**	-0.21312*	0.17157 ^{NS}	0.16587 ^{NS}	-0.26175*	-0.0906 ^{NS}	0.04974 ^{NS}	-0.3117**	-0.06729 ^{NS}	-0.15111 ^{NS}	-0.41834**	0.6883**	-0.5036**
SA/SN	0.13045 ^{NS}	-0.45612**	0.5486**	0.28203**	-0.35343**	0.14527 ^{NS}	0.27495*	-0.11628 ^{NS}	-0.11895 ^{NS}	-0.15683 ^{NS}	-0.0684 ^{NS}	-0.17032 ^{NS}	0.01661 ^{NS}
SS/SN	0.21441*	-0.64214**	0.29425**	0.58931**	-0.54638**	0.04014 ^{NS}	0.62612**	-0.1505 ^{NS}	-0.14104 ^{NS}	-0.16754 ^{NS}	-0.12271 ^{NS}	-0.0718 ^{NS}	-0.01213 ^{NS}
SA/SS	-0.31426**	0.30412**	0.46686**	-0.52285**	0.36648**	0.47212**	-0.4289**	0.23857*	0.1202 ^{NS}	0.19271 ^{NS}	0.2347*	-0.13544 ^{NS}	0.20301 ^{NS}

NEPF: número de endocarpios por fruto; PESN: porcentaje de endocarpios con semilla normal; PESA: porcentaje de endocarpios con semilla abortiva;

PESS: porcentaje de endocarpios sin semilla; PSNF: porcentaje de semilla normal por fruto; PSFA: porcentaje de semilla abortiva por fruto; PSSF: porcentaje sin semilla por fruto; ALE: área longitudinal del endocarpio; PLE: perímetro longitudinal del endocarpio; LEMAE: longitud del eje mayor del endocarpio; LEMEE: longitud del eje menor del endocarpio; IRE: índice de redondez del endocarpio; PLCS: perímetro longitudinal de la cavidad seminal; LEMACS: longitud del eje mayor de la cavidad seminal; LEMECS: longitud del eje menor de la cavidad seminal; IACS: índice de alargamiento de la cavidad seminal; IRCS: índice de redondez de la cavidad seminal; DFCS: diámetro feret de la cavidad seminal; ICCS: índice de compactación de la cavidad seminal; ALS/ALE: relación área longitudinal de la semilla/área longitudinal del endocarpio; ALCS/ALE: relación área longitudinal de la cavidad seminal/área longitudinal del endocarpio; EMA/MEE: relación eje mayor/eje menor del endocarpio; EMA/MES: relación eje mayor/eje menor de la semilla; EMA/MECS: relación eje mayor/ eje menor de la cavidad seminal; SA/SS: relación semilla abortiva/sin semilla

^{NS} No significativo; * significativo; ** altamente significativo.

Cuadro 6. Continuación

	DFE	ICE	ALS	PLS	LEMAS	LEMES	IAS	IRS	DFS	ICCS	ALCS	PLCS	LEMACS
PLCS	0.7833**	-0.29097**	0.88156**	0.90162**	0.87428**	0.78827**	-0.0981 ^{NS}	-0.41674**	0.87928**	-0.12535 ^{NS}	0.96407**	1	
LEMACS	0.71764**	-0.42798**	0.88998**	0.88357**	0.92263**	0.74405**	0.01958 ^{NS}	-0.34368**	0.88927**	-0.24143*	0.93477**	0.95807**	1
LEMECS	0.85998**	0.02984 ^{NS}	0.86023**	0.82686**	0.73291**	0.88635**	-0.42952**	-0.18201 ^{NS}	0.85655**	0.22377*	0.94935**	0.89688**	0.80609**
IACS	-0.32621**	-0.70034**	-0.0452 ^{NS}	0.00283 ^{NS}	0.20841 ^{NS}	-0.30482**	0.72909**	-0.24898*	-0.04325 ^{NS}	-0.73066**	-0.11988 ^{NS}	0.01479 ^{NS}	0.21026 ^{NS}
IRCS	-0.11954 ^{NS}	0.53293**	-0.28711**	-0.43721**	-0.47027**	-0.11471 ^{NS}	-0.43824**	0.69253**	-0.29005**	0.5753**	-0.31727**	-0.54338**	-0.51236**
DFCS	0.85006**	-0.18897 ^{NS}	0.91541**	0.89266**	0.86165**	0.85053**	-0.21444*	-0.26693*	0.91289**	0.00217 ^{NS}	0.99557**	0.96969**	0.943**
ICCS	0.11286 ^{NS}	0.74276**	-0.19372 ^{NS}	-0.24482*	0.07419 ^{NS}	0.07419 ^{NS}	-0.66133**	0.3405**	-0.19966 ^{NS}	0.75104**	-0.12533 ^{NS}	-0.26735*	-0.45743**
ALS/ALE	-0.55492**	-0.60501**	0.1205 ^{NS}	0.11016 ^{NS}	0.21111 ^{NS}	0.05152 ^{NS}	0.13967 ^{NS}	0.00038 ^{NS}	0.1281 ^{NS}	-0.24231*	-0.1238 ^{NS}	-0.05262 ^{NS}	0.05969 ^{NS}
ALCS/ALE	-0.36501**	-0.67124**	0.21962*	0.21671*	0.31311**	0.13727 ^{NS}	0.1428 ^{NS}	-0.07172 ^{NS}	0.22471*	-0.26937*	0.16368 ^{NS}	0.24406*	0.3283**
EMA/MEE	-0.23764*	-0.93313**	0.1545 ^{NS}	0.22399*	0.33903**	-0.02241 ^{NS}	0.45093**	-0.35346**	0.15762 ^{NS}	-0.54323**	0.09573 ^{NS}	0.21623*	0.32852**
EMA/MES	-0.29364**	-0.472**	-0.2504*	-0.12954 ^{NS}	0.07205 ^{NS}	-0.57619**	0.99747**	-0.45338**	-0.24887*	-0.93573**	-0.23293*	-0.10501 ^{NS}	0.0185 ^{NS}
EMA/MECS	-0.32155**	-0.70938**	-0.05002 ^{NS}	-0.00114 ^{NS}	0.2093 ^{NS}	-0.31863**	0.75164**	-0.25221*	-0.04736 ^{NS}	-0.74933**	-0.12164 ^{NS}	0.00652 ^{NS}	0.21201**
SA/SN	-0.1136 ^{NS}	0.17774 ^{NS}	-0.22235*	-0.21194 ^{NS}	-0.21537*	-0.22083*	0.06957 ^{NS}	0.0123 ^{NS}	-0.22963*	0.00109 ^{NS}	-0.20373 ^{NS}	-0.21531*	-0.2087 ^{NS}
SS/SN	-0.14694 ^{NS}	0.08865 ^{NS}	-0.12721 ^{NS}	-0.07699 ^{NS}	-0.11392 ^{NS}	-0.12021 ^{NS}	0.05524 ^{NS}	-0.14317 ^{NS}	-0.13241 ^{NS}	-0.0251 ^{NS}	-0.173 ^{NS}	-0.14854 ^{NS}	-0.17449 ^{NS}
SA/SS	0.23577*	0.14041 ^{NS}	0.05663 ^{NS}	0.04865 ^{NS}	0.00413 ^{NS}	0.06663 ^{NS}	-0.07176 ^{NS}	-0.00243 ^{NS}	0.04684 ^{NS}	0.10869 ^{NS}	0.05275 ^{NS}	0.02253 ^{NS}	0.00814 ^{NS}

DFE: diámetro feret del endocarpio; **ICE:** índice de compactación del endocarpio; **ALS:** área longitudinal de la semilla; **PLS:** perímetro longitudinal de la semilla; **LEMAS:** longitud del eje mayor de la semilla; **LEMES:** longitud del eje menor de la semilla; **IAS:** índice de alargamiento de la semilla; **IRS:** índice de redondez de la semilla; **DFS:** diámetro feret de la semilla; **ICCS:** índice de compactación de la semilla; **ALCS:** área longitudinal de la cavidad seminal; **PLCS:** perímetro longitudinal de la cavidad seminal; **LEMACS:** longitud del eje mayor de la cavidad seminal; **LEMECS:** longitud del eje menor de la cavidad seminal; **IACS:** índice de alargamiento de la cavidad seminal; **IRCS:** índice de redondez de la cavidad seminal; **DFCS:** diámetro feret de la cavidad seminal; **ICCS:** índice de compactación de la cavidad seminal; **ALS/ALE:** relación área longitudinal de la semilla/área longitudinal del endocarpio; **ALCS/ALE:** relación área longitudinal de la cavidad seminal/área longitudinal del endocarpio; **EMA/MEE:** relación eje mayor/eje menor del endocarpio; **EMA/MES:** relación eje mayor/eje menor de la semilla; **EMA/MECS:** relación eje mayor/eje menor de la cavidad seminal; **SA/SN:** relación semilla abortiva/ semilla normal; ^{NS} No significativo; * significativo; ** altamente significativo.

Cuadro 6. Continuación

	LEMECS	IACS	IRCS	DFCS	ICCS	ALS/ALE	ALCS/ALE	EMA/MEE	EMA/MES	EMA/MECS	SA/SN	SS/SN
IACS	-0.39428**											
IRCS	-0.18804 ^{NS}	-0.53425**										
DFCS	0.94836**	-0.10966 ^{NS}	-0.32899**									
ICCS	0.12712 ^{NS}	-0.91259**	0.66506**	-0.14045 ^{NS}								
ALS/ALE	-0.21136 ^{NS}	0.47415**	-0.22649*	-0.11854 ^{NS}	-0.45657**							
ALCS/ALE	0.05633 ^{NS}	0.45161**	-0.36665**	0.17169 ^{NS}	-0.4856**							
EMA/MEE	-0.10387 ^{NS}	0.66477**	-0.50135**	0.11173 ^{NS}	-0.65492**	0.54033**	0.61935**	0.44799**				
EMA/MES	-0.4351**	0.73305**	-0.42617**	-0.21811*	-0.66567**	0.15086 ^{NS}	0.15508 ^{NS}		0.7567			
EMA/MECS	-0.40153**	0.98806**	-0.51275**	-0.10995 ^{NS}	-0.92324**	0.45809**	0.43753**	0.67315**	0.07457 ^{NS}	0.03132 ^{NS}		
SA/SN	-0.21086 ^{NS}	0.031 ^{NS}	0.15297 ^{NS}	-0.21072 ^{NS}	0.064 ^{NS}	-0.11675 ^{NS}	-0.16916 ^{NS}	-0.17141 ^{NS}	0.04832 ^{NS}	0.0078 ^{NS}	0.83812**	
SS/SN	-0.16849 ^{NS}	0.00555 ^{NS}	0.05109 ^{NS}	-0.17526 ^{NS}	0.07004 ^{NS}	0.04013 ^{NS}	-0.05733 ^{NS}	-0.07471 ^{NS}	-0.07075 ^{NS}	-0.04729 ^{NS}	0.08147 ^{NS}	-0.12513 ^{NS}
SA/SS	0.05088 ^{NS}	-0.04984 ^{NS}	0.04971 ^{NS}	0.04962 ^{NS}	0.09662 ^{NS}	-0.27776**	-0.31269**	-0.12944 ^{NS}	-0.07075 ^{NS}	-0.04729 ^{NS}	0.08147 ^{NS}	-0.12513 ^{NS}

LEMECS: longitud del eje menor de la cavidad seminal; **IACS:** índice de alargamiento de la cavidad seminal; **IRCS:** índice de redondez de la cavidad seminal; **DFCS:** diámetro feret de la cavidad seminal; **ICCS:** índice de compactación de la cavidad seminal; **ALS/ALE:** relación área longitudinal de la semilla/área longitudinal del endocarpio; **ALCS/ALE:** relación área longitudinal de la cavidad seminal/área longitudinal del endocarpio; **EMA/MEE:** relación eje mayor/eje menor del endocarpio; **EMA/MES:** relación eje mayor/eje menor de la semilla; **EMA/MECS:** relación eje mayor/ eje menor de la cavidad seminal; **SA/SN:** relación semilla abortiva/ semilla normal; **SS/SN:** relación semilla abortiva/sin semilla

^{NS} No significativo; * significativo; ** altamente significativo.

Por consiguiente, al aumentar o disminuir el porcentaje de endocarpios con semilla normal, se aumenta o disminuye también el porcentaje de endocarpios con semilla abortiva, porcentaje de endocarpios sin semilla, porcentaje de endocarpios sin semilla por fruto y alargamiento de la semilla. Los frutos que tienen un alto porcentaje de semilla normal, presentan un endocarpio más ancho, con mayor perímetro longitudinal, aunque algunos son alargados en su eje mayor, también aumentan en su eje menor y su semilla es más ancha; disminuye también el alargamiento de la semilla y el porcentaje sin semilla por fruto.

El porcentaje de semilla abortiva por fruto se caracteriza por tener un alto índice de redondez del endocarpio y una baja relación del área longitudinal de la semilla/área longitudinal del endocarpio. Los frutos con porcentaje de endocarpios sin semilla, presentan un menor diámetro feret del endocarpio, así como endocarpios menos anchos y alargados

Al aumentar el área longitudinal del endocarpio, aumenta el área, perímetro longitudinal de la semilla y la longitud del eje mayor y menor de la semilla y diámetro feret de la cavidad seminal, en consecuencia, disminuye el alargamiento de la cavidad seminal. Cuando se tienen endocarpios con mayor perímetro longitudinal, se presenta también un mayor diámetro feret del endocarpio, semilla y cavidad seminal, una mayor área longitudinal de la cavidad seminal y longitudes mayor y menor de la semilla así como un menor índice de redondez del endocarpio.

Al presentarse endocarpios angostos existe mayor diámetro feret de la semilla, endocarpio y cavidad seminal, y también tiende a aumentar índice de compactación del endocarpio, el área y perímetro longitudinal de la semilla, llegando a disminuir el alargamiento del endocarpio, semilla y cavidad seminal.

Con los endocarpios más alargados, tiende a alargarse también la semilla y cavidad seminal, disminuyendo los índices de redondez del endocarpio, semilla y cavidad seminal. El índice de redondez del endocarpio provoca que aumente simultáneamente el índice de redondez de la cavidad seminal o bien, que las semillas sean más pequeñas y más alargadas, que anchas.

La semilla que presenta tiene un perímetro más grande, el diámetro feret, tanto de la semilla como de la cavidad seminal, también aumenta, y recíprocamente presenta un menor índice de redondez en la semilla y cavidad seminal. Cuando se presentan semillas angostas, disminuye lógicamente el alargamiento de la semilla y la cavidad seminal, como sucede con los endocarpios, aumentando los diámetros feret de la semilla y cavidad seminal. Al presentarse semillas alargadas, se puede deducir que los índices de redondez de la semilla y cavidad seminal, sean menores, y en consecuencia, también el alargamiento de la cavidad seminal

El diámetro feret de la semilla afecta directamente al área, longitud mayor y menor, diámetro feret de las cavidades seminales, lo que explica que el aumento de tamaño de la cavidad seminal sigue un patrón de crecimiento proporcional con el crecimiento del endocarpio, pudiendo o no presentar semilla.

Con la finalidad de definir las características que hacen posible la separación de los caracteres de los endocarpios en tres grupos, se tomaron los datos promedio de los caracteres evaluados en cada accesión pertenecientes a cada uno de los grupos. De acuerdo a su coeficiente de variación (C V) se observa que los caracteres que definen a los grupos son los que presentan coeficiente de variación menores al 30 %, ya que los de mayor porcentaje, son muy pocos y no representan

características determinantes para clasificarlos en los grupos, por lo que no son tomados en cuenta en el análisis.

El grupo I se diferencia de los demás grupos por tener endocarpios grandes (PLE = 31.25) y alargados (LEMAE = 9.42) en cuanto a su forma; el tamaño de su semilla también es la más grande (ALS = 13.23, PLS = 15.61 y DFS = 4.08), así como su forma alargada (LEMAS = 5.61 y LEMES = 2.84). Sus cavidades seminales de igual manera son grandes (ALCS = 13.22, PLCS = 15.71 y DFCS = 4.05) y de forma alargada (LEMACS = 5.71 y LEMECS = 2.79), presentando un promedio del 40 % de endocarpios con semilla normal, tomando en cuenta que existen accesiones con solo el 3.40 % con semilla normal y accesiones con un máximo de 84.61 %. Otra diferencia con los demás grupos es que los caracteres PSNF y PSAF no son tan importantes para definir a los integrantes de este grupo (Cuadro 7).

El grupo II, lo constituyen los endocarpios más chicos (ALE = 30.90 y PLE = 24.87), alargados (LEMAE = 8.04 y 4.86); su semilla es la más pequeña (ALS = 8.77 y PLS = 12.53) y alargada (LEMAS = 4.58 y LEMES = 2.20), comportándose de igual manera la cavidad seminal, el porcentaje de endocarpios con semilla normal es del 37.22 % en promedio, pues su valor mínimo es del 10.46 % y las accesiones que alcanzan un porcentaje de endocarpio con semilla normal máxima del 78 % (Cuadro 8). Otra diferencia de este mismo grupo es que el porcentaje de endocarpios sin semilla, es una característica importantísima para las accesiones que componen a este grupo que deben de tener un rango del 20 % al 75.58 %, no siendo así para los otros dos grupos. El porcentaje de semilla normal por fruto es mucho menor que en el grupo III, pero es muy semejante el porcentaje de semilla abortiva por fruto entre el grupo II y el grupo III.

En el grupo III, los endocarpios, semillas y cavidad seminal son medianos, aunque tendientes en gran medida a ser grandes, es decir, son semejantes al grupo I. El carácter que puede diferenciar a este grupo es el porcentaje de endocarpios con semilla normal, el cual es muy importante para definir a los integrantes o posibles integrantes de este grupo, por ser los de mayor cantidad, aportando en promedio un 63.77 % según sus valores mínimos y máximos que oscilan entre el 29.31 % y el 88.52 % (Cuadro 9).

Con la finalidad de visualizar las formas representativas de los endocarpios de tejocote, y al comparar los tamaños entre los distintos grupos, se enlistan las accesiones y codificación a la que pertenecen en el Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo.

Las accesiones que integran al grupo I son: CH-26, CH-9, CH-25, CH-20, CH-17, CH-23, CH-16, SPT, HPC13, SPI-2, SPI-1, CH10P, HPC15, CH-49, P55, P86 (Figura 4).

Al grupo II pertenecen las colectas CH-37, CH-39, CH-40, CH-31, CH-38, CP28, CH-31 B, CP4B, CH-43, CHPB, CP-B, PT-12, EM57, CH-59, CH-68, CH-69, CH-70, CH-71, CH-72, CH-73, CH-74, CH-75, CH-76, CH-78, CH-80, CH-81, CH-82, CH-83, CH-88, CH-89, EM97, CH99 (Figura 5).

Los endocarpios incluidos en el grupo III, son CH-10, CH-30B, P11, CH-30, CH-22, CH-32, CH-36, CH-27, CH-30C, CHPA, CP5, CP4, BAT B, CP1, BAT A, SNTPB, EM37, SNT-P, CH-42, HPC14A, EM58, P60, EM61, EM62, EM63, EM64, EM66, CH77, CH84, CH85, P91, P92, P93, P94, P95, P96, P98, HPC100 (Figura 6).

Cuadro 7. Datos promedio de 39 caracteres evaluados de endocarpios, semillas y cavidad seminal de tejocote (*Crataegus* spp.) del Banco de Germoplasma, correspondientes a las accesiones del **grupo I**, de acuerdo al análisis no jerárquico radial mediante la distancia taxonómica media y el método de agrupación Moyer *UPGMA* (DARwin).

ACC.	NEPF	PESN	PESA	PESS	PSNF	PSAF	PSSF	ALE	PLE	LEMAE	LEMEE	IAE
PROMEDIO	3.69	40.07	8.40	51.53	46.66	29.39	59.17	41.84	31.25	9.42	5.59	1.73
MAX.	4.75	84.61	29.54	85.71	84.58	47.22	89.47	65.70	41.55	11.47	7.44	1.98
MIN.	2.80	3.40	0.00	10.77	25.00	0.00	36.90	21.94	22.36	7.10	3.98	1.50
D.E.	0.69	23.32	7.54	23.09	18.56	11.10	13.87	16.21	5.63	1.62	1.26	0.14
C.V.	18.56	58.21	89.79	44.82	39.77	37.76	23.44	38.74	18.00	17.21	22.56	8.35

ACC.	IRE	DFE	ICE	ALS	PLS	LEMAS	LEMES	IAS	IRS	DFS	ICS	ALCS	PLCS	LEMACS	LEMESCS
PROME	0.55	7.13	0.76	13.23	15.61	5.61	2.84	2.03	0.68	4.08	0.73	13.22	15.71	5.71	2.79
MAX.	0.68	9.11	0.81	16.90	17.85	6.29	3.45	2.42	0.73	4.63	0.77	19.90	19.61	6.88	3.68
MIN.	0.41	5.26	0.70	8.71	12.30	4.46	2.27	1.78	0.60	3.32	0.67	8.55	11.82	4.41	2.07
D.E.	0.09	1.42	0.03	2.39	1.60	0.48	0.39	0.19	0.03	0.38	0.03	3.62	2.20	0.69	0.54
C.V.	15.81	19.89	4.59	18.09	10.27	8.58	13.71	9.46	5.12	9.26	4.02	27.36	14.02	12.07	19.28

ACC.	IAS	IRCS	DFCS	ICCS	ALS/ALE	ALCS/ALE	EMA/MEE	EMA/MES	EMA/MECS	SA/SN	SS/SN	SA/SS
PROME	2.13	0.67	4.05	0.71	0.35	0.33	1.71	1.99	2.08	0.77	3.47	0.27
MAX.	2.92	0.77	4.99	0.77	0.48	0.45	1.94	2.39	2.61	8.69	19.72	1.50
MIN.	1.66	0.56	3.29	0.63	0.23	0.25	1.49	1.75	1.64	0.00	0.13	0.00
D.E.	0.328	0.055	0.549	0.046	0.094	0.068	0.138	0.199	0.282	2.131	5.436	0.379
C.V.	15.449	8.255	13.567	6.452	27.165	20.380	8.104	9.960	13.545	275.138	156.872	141.039

NEPF: número de endocarpios por fruto; PESN: porcentaje de endocarpios con semilla normal; PESA: porcentaje de endocarpios con semilla abortiva; PESS: porcentaje de endocarpios sin semilla; PSNF: porcentaje de semilla normal por fruto; PSAF: porcentaje de semilla abortiva por fruto; PSSF: porcentaje sin semilla por fruto; ALE: área longitudinal del endocarpio; PLE: perímetro longitudinal del endocarpio; LEMAE: longitud del eje mayor del endocarpio; LEMEE: longitud del eje menor del endocarpio; IAE: índice de alargamiento del endocarpio. IRE: índice de redondez del endocarpio; DFE: diámetro feret del endocarpio; ICE: índice de compactación del endocarpio; ALS: área longitudinal de la semilla; PLS: perímetro longitudinal de la semilla; LEMAS: longitud del eje mayor de la semilla; LEMES: longitud del eje menor de la semilla; IAS: índice de alargamiento de la semilla; IRS: índice de redondez de la semilla; DFS: diámetro feret de la semilla; ICS: índice de compactación de la semilla; ALCS: área longitudinal de la cavidad seminal; LEMACS: perímetro longitudinal de la cavidad seminal; LEMESCS: longitud del eje mayor de la cavidad seminal; DFCS: diámetro feret de la cavidad seminal; IACS: índice de alargamiento de la cavidad seminal; IRCS: índice de redondez de la cavidad seminal; PLCS: perímetro longitudinal de la cavidad seminal; PLCS: índice de compactación de la cavidad seminal; ALS/ALE: relación área longitudinal de la semilla/área longitudinal del endocarpio; EMA/MEE: relación eje mayor/eje menor del endocarpio; EMA/MES: relación eje mayor/eje menor de la semilla; EMA/MECS: relación eje mayor/eje menor de la cavidad seminal; SA/SN: relación semilla abortiva/ semilla normal; SS/SN: relación sin semilla/ semilla normal; SA/SS: relación semilla abortiva/sin semilla.

Cuadro 8. Datos promedio de 39 caracteres evaluadas de endocarpios, semillas y cavidad seminal de tejocote (*Crataegus* spp.) del Banco de Germoplasma, correspondientes a las accesiones del **grupo II**, de acuerdo al análisis no jerárquico radial mediante la distancia taxonómica media y el método de agrupación Moyer *UPGMA* (DARwin).

ACC.	NEPF	PESN	PESA	PESS	PSNF	PSAF	PSSF	ALE	PLE	LEMAE	LEMEE	IAE
PROMEDIO	3.49	37.22	12.80	49.97	45.38	34.75	54.93	30.90	24.87	8.04	4.86	1.67
MAX.	4.30	78.00	32.75	75.58	77.49	54.75	74.99	41.28	30.65	9.37	5.89	1.80
MIN.	2.35	10.46	1.22	20.00	27.29	23.33	38.63	17.20	19.72	6.19	3.53	1.53
D.E.	0.56	16.23	9.45	13.65	12.81	9.35	8.71	5.73	2.62	0.78	0.50	0.07
C.V.	16.03	43.60	73.78	27.33	28.22	26.89	15.86	18.56	10.54	9.70	10.25	4.13

ACC.	IRE	DPE	ICE	ALS	PLS	LEMES	IAS	IRS	DFS	ICS	ALCS	PLCS	LEMACS	LEMECS
PROM	0.64	6.22	0.77	8.77	12.53	4.58	2.12	0.70	3.32	0.73	8.64	12.31	4.51	2.21
MAX.	0.72	7.22	0.81	11.47	14.47	5.42	2.43	0.79	3.81	0.78	11.69	14.38	5.29	2.64
MIN.	0.50	4.66	0.74	6.63	10.50	3.82	1.82	0.62	2.88	0.68	5.58	9.93	3.67	1.69
D.E.	0.05	0.59	0.02	1.31	1.05	0.42	0.17	0.04	0.25	0.02	1.54	1.21	0.47	0.22
C.V.	7.63	9.45	2.17	14.98	8.39	9.21	7.04	5.01	7.45	3.36	17.83	9.84	10.39	10.06

ACC.	IACS	IRCS	DFCS	ICCS	ALS/ALE	ALCS/ALE	EMA/MEE	EMA/MES	EMA/MECS	SA/SN	SS/SN	SA/SS
PROM	2.08	0.71	3.29	0.73	0.29	0.28	1.66	2.09	2.05	0.48	1.77	0.28
MAX.	2.32	0.78	3.84	0.79	0.39	0.34	1.78	2.38	2.23	2.00	7.23	0.90
MIN.	1.79	0.65	2.64	0.70	0.22	0.24	1.51	1.80	1.76	0.02	0.26	0.03
D.E.	0.12	0.03	0.30	0.02	0.04	0.03	0.07	0.14	0.11	0.48	1.31	0.23
C.V.	5.95	4.26	8.98	3.03	13.34	9.31	4.16	6.80	5.53	100.06	74.04	84.47

NEPF: número de endocarpios por fruto; PESN: porcentaje de endocarpios con semilla normal; PESA: porcentaje de endocarpios con semilla abortiva; PESS: porcentaje de endocarpios sin semilla; PSNF: porcentaje de semilla normal por fruto; PESA: porcentaje de semilla abortiva por fruto; PSSF: porcentaje sin semilla por fruto; ALE: área longitudinal del endocarpio; PLE: perímetro longitudinal del endocarpio; LEMAE: longitud del eje mayor del endocarpio; LEMEE: longitud del eje menor del endocarpio; IAE: índice de alargamiento del endocarpio. IRE: índice de redondez del endocarpio; DFE: diámetro feret del endocarpio; ICE: índice de compactación del endocarpio; ALS: área longitudinal de la semilla; IRS: perímetro longitudinal de la semilla; LEMAS: longitud del eje mayor de la semilla; ICS: índice de compactación de la semilla; ALCS: área longitudinal de la cavidad seminal; PLCS: perímetro longitudinal de la cavidad seminal; LEMACS: longitud del eje mayor de la cavidad seminal; ICE: índice de compactación del endocarpio; ALS: índice de alargamiento de la semilla; IRCS: índice de redondez de la cavidad seminal; IRCS: índice de redondez de la cavidad seminal; DFCS: diámetro feret de la cavidad seminal; ICCS: índice de compactación de la cavidad seminal; ALS/ALE: relación eje mayor/eje menor del endocarpio; EMA/MEE: relación eje mayor/eje menor de la semilla; EMA/MECS: relación área longitudinal de la cavidad seminal/área longitudinal del endocarpio; EMA/MES: relación eje mayor/eje menor de la semilla; SA/SS: relación semilla normal; SA/SS: relación semilla abortiva/sin semilla.

Cuadro 9. Datos promedio de 39 caracteres evaluadas de endocarpios, semillas y cavidad seminal de tejocote (*Crataegus* spp.) del Banco de Germoplasma, correspondientes a las accesiones del grupo III, de acuerdo al análisis no jerárquico radial mediante la distancia taxonómica media y el método de agrupación Moyer UPGMA (DARwin).

ACC.	NEPF	PESN	PESA	PESS	PSNF	PSAF	PSSF	ALE	PLE	LEMAE	LEMEE	IAE
PROM	3.26	63.77	7.48	28.75	66.72	34.88	43.37	40.47	28.95	9.27	5.57	1.68
MAX.	4.70	88.52	18.52	60.34	87.50	62.50	60.78	54.67	36.55	10.99	6.37	1.99
MIN.	2.40	29.31	0.00	3.28	40.17	0.00	25.00	29.69	24.55	7.93	4.72	1.44
D.E.	0.65	13.52	4.63	13.46	11.51	11.28	7.77	5.54	2.78	0.70	0.44	0.11
C.V.	19.88	21.20	61.92	46.80	17.25	32.34	17.91	13.70	9.61	7.60	7.88	6.50

ACC.	IRE	DFE	ICE	AS	PLS	LEMAS	LEMES	IAS	IRS	DFS	ICS	ALCS	PLCS	LEMACS	LEMECS
PROM	0.63	7.14	0.77	11.54	14.43	5.13	2.69	1.94	0.70	3.82	0.75	11.55	14.43	5.23	2.65
MAX.	0.71	8.32	0.83	14.65	16.89	5.88	3.04	2.18	0.78	4.30	0.80	15.72	17.08	6.40	3.00
MIN.	0.46	6.11	0.72	8.53	12.51	4.38	2.20	1.65	0.54	3.29	0.71	7.46	11.27	3.91	2.21
D.E.	0.06	0.50	0.03	1.37	1.03	0.40	0.19	0.15	0.04	0.23	0.03	1.69	1.28	0.52	0.19
C.V.	9.93	6.95	3.33	11.88	7.14	7.86	6.94	7.68	5.93	6.00	3.44	14.63	8.88	9.94	7.24

ACC.	IACS	IRCS	DFCS	ICCS	ALS/ALE	ALCS/ALE	EMA/MEE	EMA/MES	EMA/MECS	SA/SN	SS/SN	SA/SS
PROM	2.00	0.70	3.81	0.73	0.29	0.29	1.67	1.91	1.97	0.13	0.53	0.42
MAX.	2.34	0.79	4.45	0.78	0.41	0.41	1.98	2.16	2.30	0.35	2.06	2.50
MIN.	1.72	0.61	3.05	0.66	0.22	0.22	1.42	1.60	1.70	0.00	0.04	0.00
D.E.	0.17	0.04	0.28	0.03	0.04	0.04	0.11	0.15	0.17	0.09	0.42	0.56
C.V.	8.63	6.36	7.42	4.26	14.82	13.54	6.47	7.83	8.45	71.88	79.14	132.77

NEPF: número de endocarpios por fruto; PESN: porcentaje de endocarpios con semilla normal; PESA: porcentaje de endocarpios con semilla abortiva; PESS: porcentaje de endocarpios sin semilla; PSNF: porcentaje de semilla normal por fruto; PSAF: porcentaje de semilla abortiva por fruto; PSSF: porcentaje sin semilla por fruto; ALE: área longitudinal del endocarpio; PLE: perímetro longitudinal del endocarpio; LEMAE: longitud del eje mayor del endocarpio; LEMEE: longitud del eje menor del endocarpio; IAE: índice de alargamiento del endocarpio; IRE: índice de redondez del endocarpio; DFE: diámetro feret del endocarpio; ICE: índice de compactación del endocarpio; ALS: índice de alargamiento de la semilla; PLS: perímetro longitudinal de la semilla; LEMAS: longitud del eje mayor de la semilla; LEMES: longitud del eje menor de la semilla; IAS: índice de alargamiento de la semilla; IRS: índice de redondez de la semilla; DFS: diámetro feret de la semilla; ICS: índice de compactación de la semilla; ALCS: área longitudinal de la cavidad seminal; PLCS: perímetro longitudinal de la cavidad seminal; LEMACS: longitud del eje mayor de la cavidad seminal; LEMECS: longitud del eje menor de la cavidad seminal; IACS: índice de alargamiento de la cavidad seminal; IRCS: índice de redondez de la cavidad seminal; DFCS: diámetro feret de la cavidad seminal; ICCS: índice de compactación de la cavidad seminal; ALS/ALE: relación área longitudinal de la semilla/área longitudinal del endocarpio; ALCS/ALE: relación área longitudinal de la cavidad seminal/área longitudinal del endocarpio; EMA/MEE: relación eje mayor/eje menor del endocarpio; EMA/MES: relación eje mayor/eje menor de la semilla; EMA/MECS: relación eje mayor/eje menor de la cavidad seminal; SA/SN: relación semilla abortiva/ semilla normal; SS/SN: relación sin semilla/ semilla normal; SA/SS: relación semilla abortiva/sin semilla.

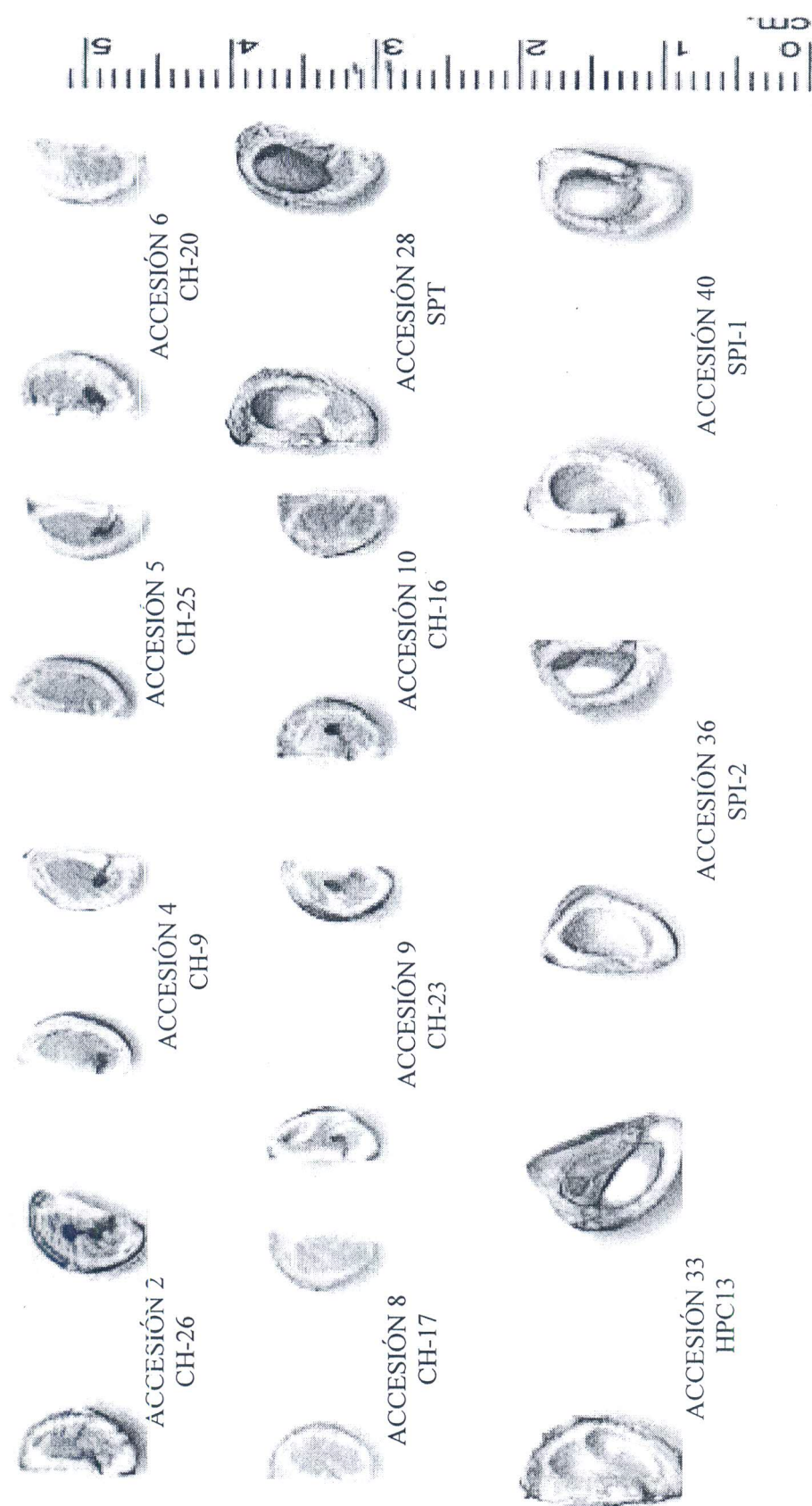


Figura 4. Formas representativas en endocarpios, semillas y cavidades seminales de tejocote (*Crataegus* spp) de 16 accesiones correspondientes al **Grupo I** de acuerdo al dendrograma no jerárquico radial mediante la distancia taxonómica media y el método de agrupación Moyen *UPGMA* (Darwin), del Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo.



Figura 4. Formas representativas en endocarpios, semillas y cavidades seminales de tejocote (*Crataegus* spp) de 16 accesiones correspondientes al **Grupo I** de acuerdo al dendrograma no jerárquico radial mediante la distancia taxonómica media y el método de agrupación Moyén *UPGMA* (Darwin), del Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo.

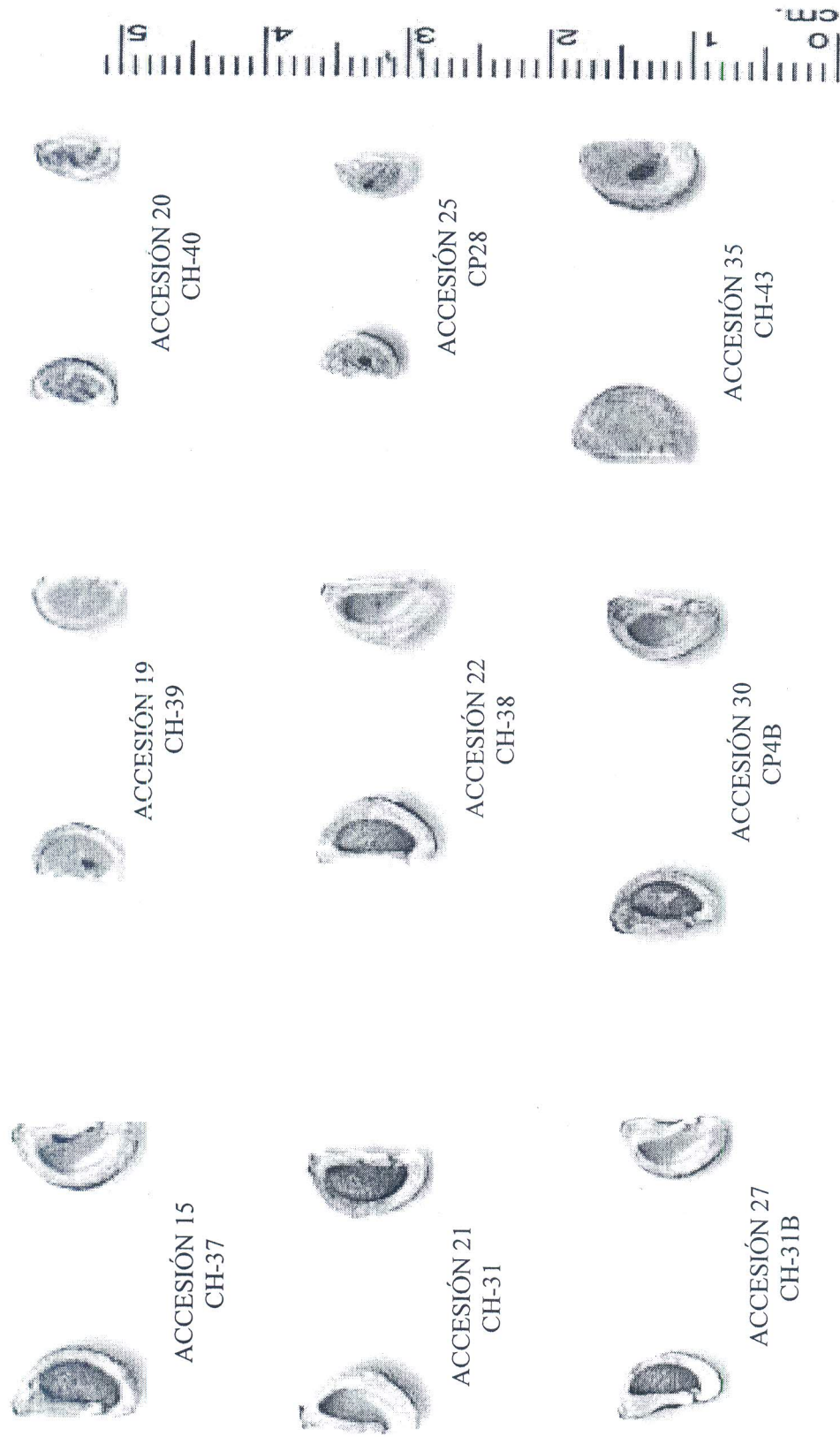


Figura 5. Formas representativas en endocarpios, semillas y cavidades seminales de tejocote (*Crataegus* spp) de 16 accesiones correspondientes al **Grupo II** de acuerdo al dendrograma no jerárquico radial mediante la distancia taxonómica media y el método de agrupación Moyén *UPGMA* (Darwin), del Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo.

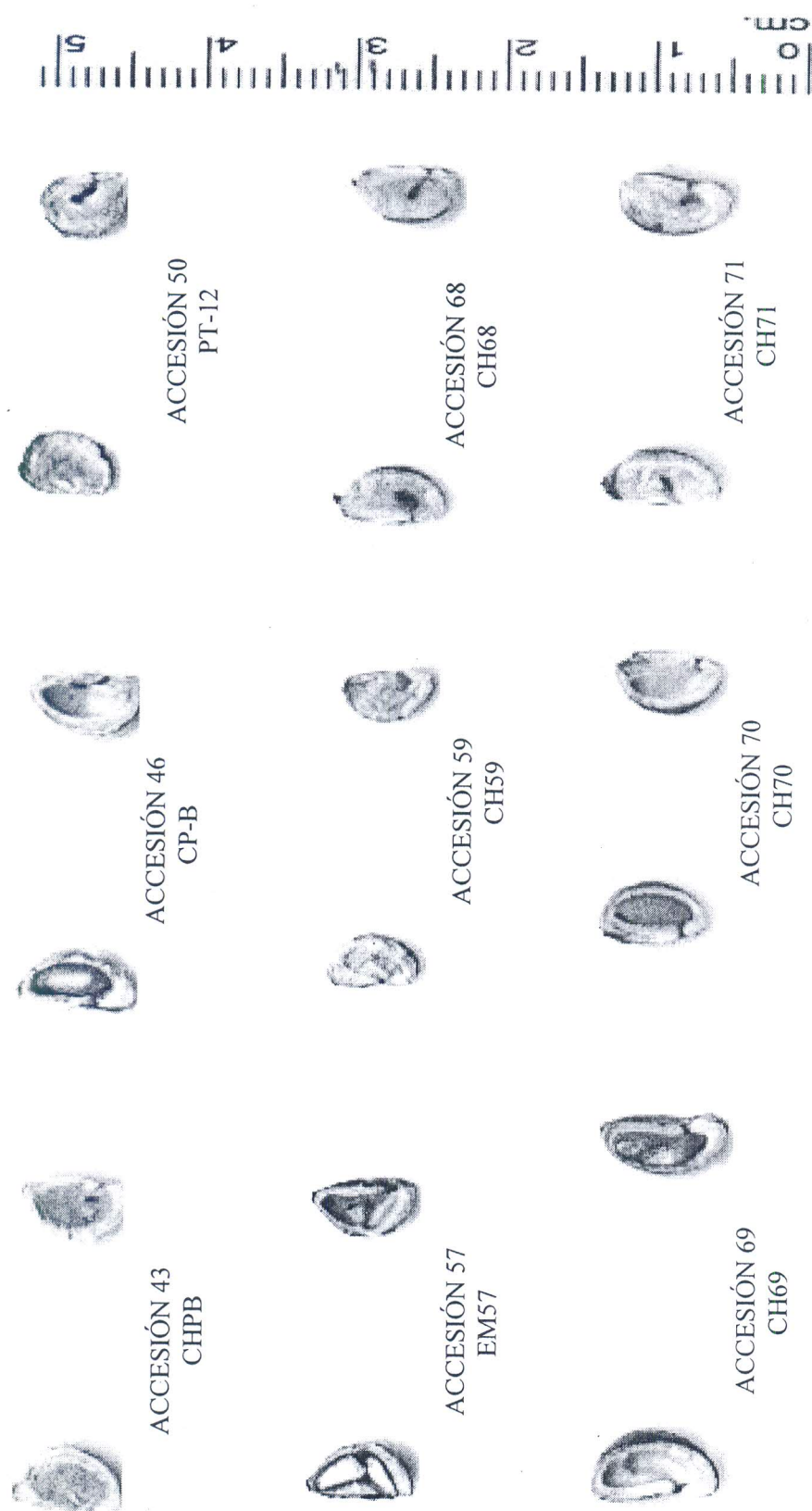


Figura 5. Formas representativas en endocarpios, semillas y cavidades seminales de tejocote (*Crataegus* spp) de 16 accesiones correspondientes al **Grupo II** de acuerdo al dendrograma no jerárquico radial mediante la distancia taxonómica media y el método de agrupación Moyer *UPGMA* (Darwin), del Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo.



Figura 5. Formas representativas en endocarpios, semillas y cavidades seminales de tejocote (*Crataegus* spp) de 16 accesiones correspondientes al **Grupo II** de acuerdo al dendrograma no jerárquico radial mediante la distancia taxonómica media y el método de agrupación Moyén *UPGMA* (Darwin), del Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo.

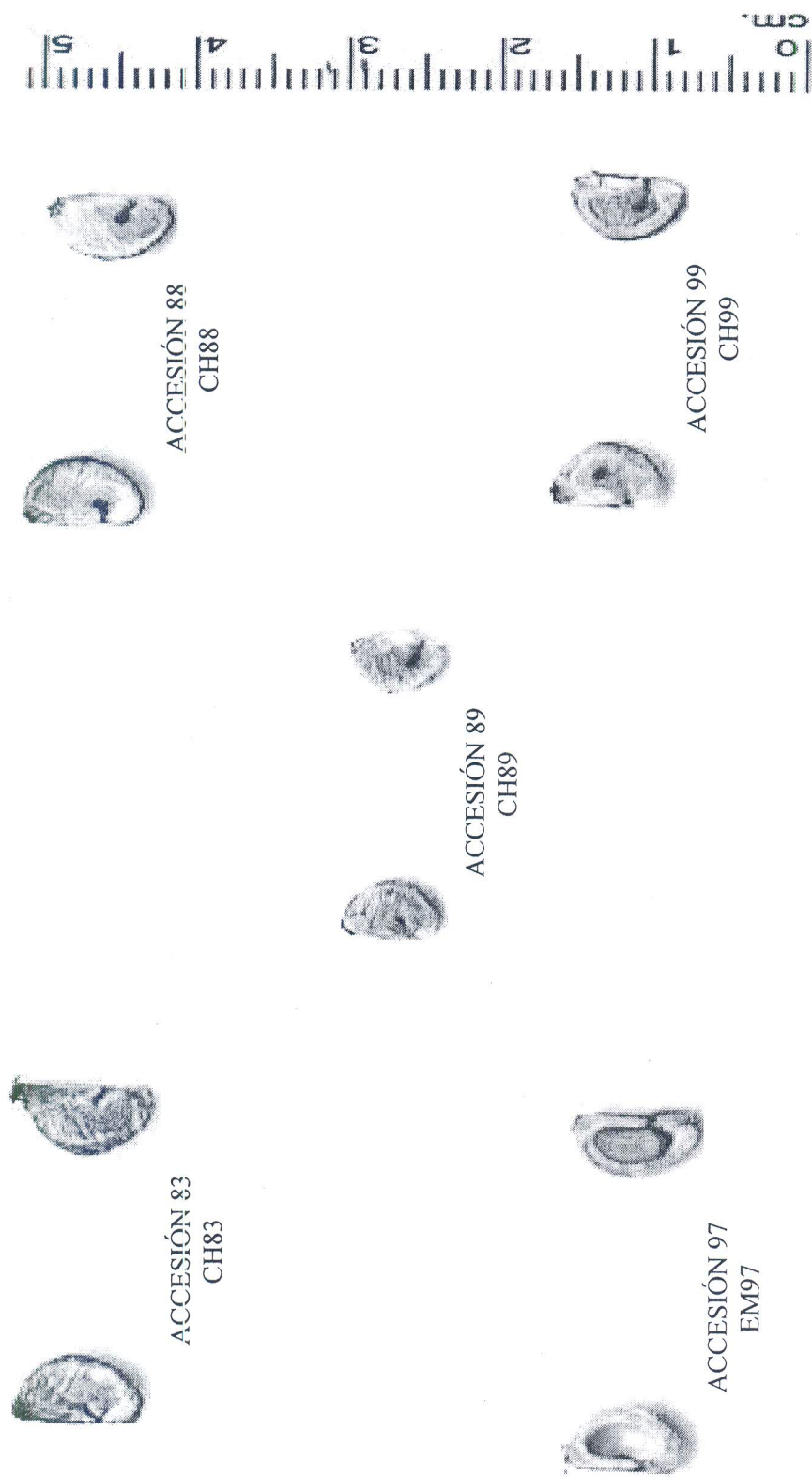


Figura 5. Formas representativas en endocarpios, semillas y cavidades seminales de tejocote (*Crataegus* spp) de 16 accesiones correspondientes al **Grupo II** de acuerdo al dendrograma no jerárquico radial mediante la distancia taxonómica media y el método de agrupación Momen *UPGMA* (Darwin), del Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo.



Figura 6. Formas representativas en endocarpios, semillas y cavidades seminales de tejocote (*Crataegus* spp) de 16 accesiones correspondientes al **Grupo III** de acuerdo al dendrograma no jerárquico radial mediante la distancia taxonómica media y el método de agrupación Moyén *UPGMA* (Darwin), del Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo.

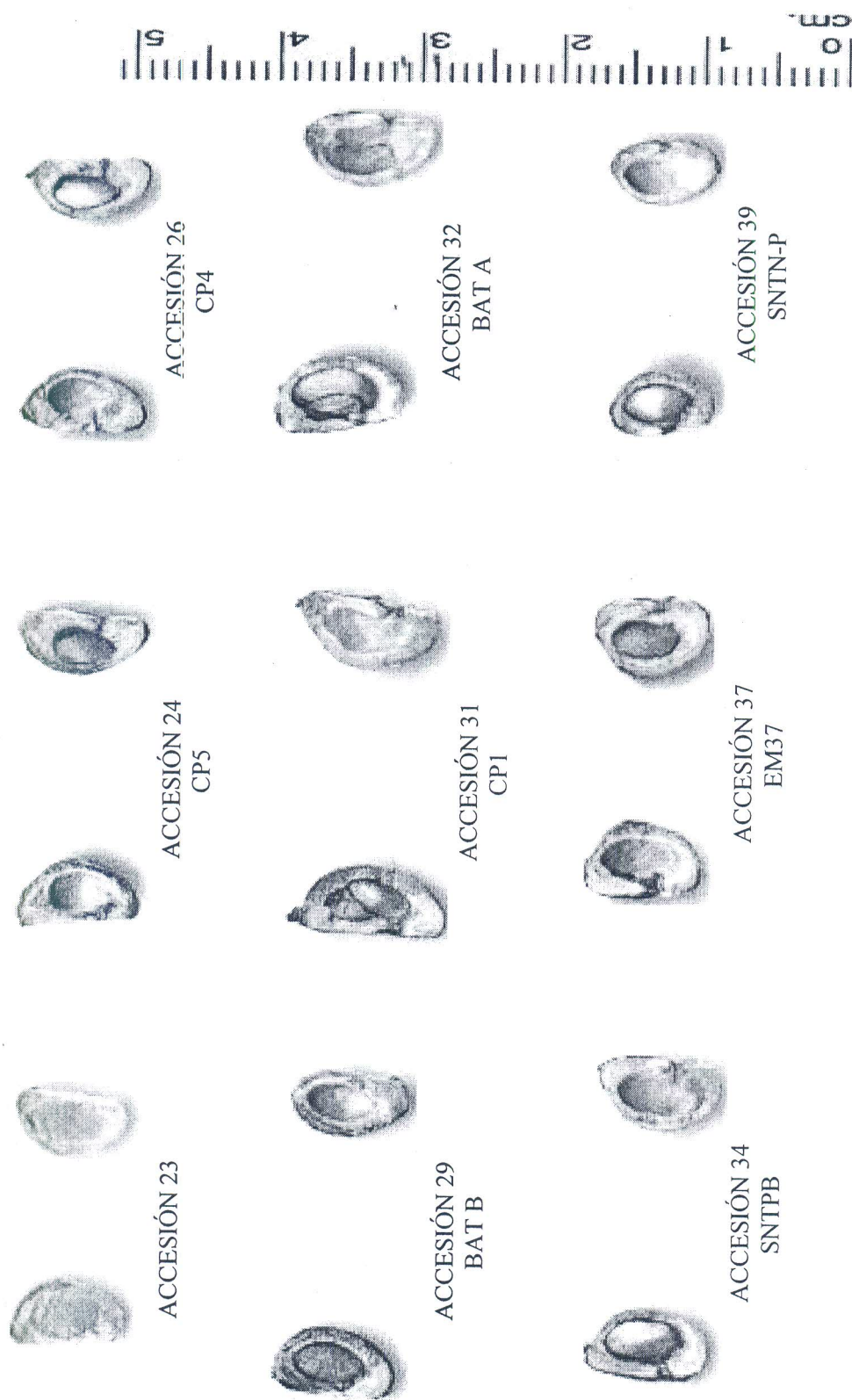


Figura 6. Formas representativas en endocarpios, semillas y cavidades seminales de tejocote (*Crataegus* spp) de 16 accesiones correspondientes al **Grupo III** de acuerdo al dendrograma no jerárquico radial mediante la distancia taxonómica media y el método de agrupación Moyen *UPGMA* (Darwin), del Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo.



Figura 6. Formas representativas en endocarpios, semillas y cavidades seminales de tejocote (*Crataegus* spp) de 16 accesiones correspondientes al **Grupo III** de acuerdo al dendrograma no jerárquico radial mediante la distancia taxonómica media y el método de agrupación Moyen *UPGMA* (Darwin), del Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo.

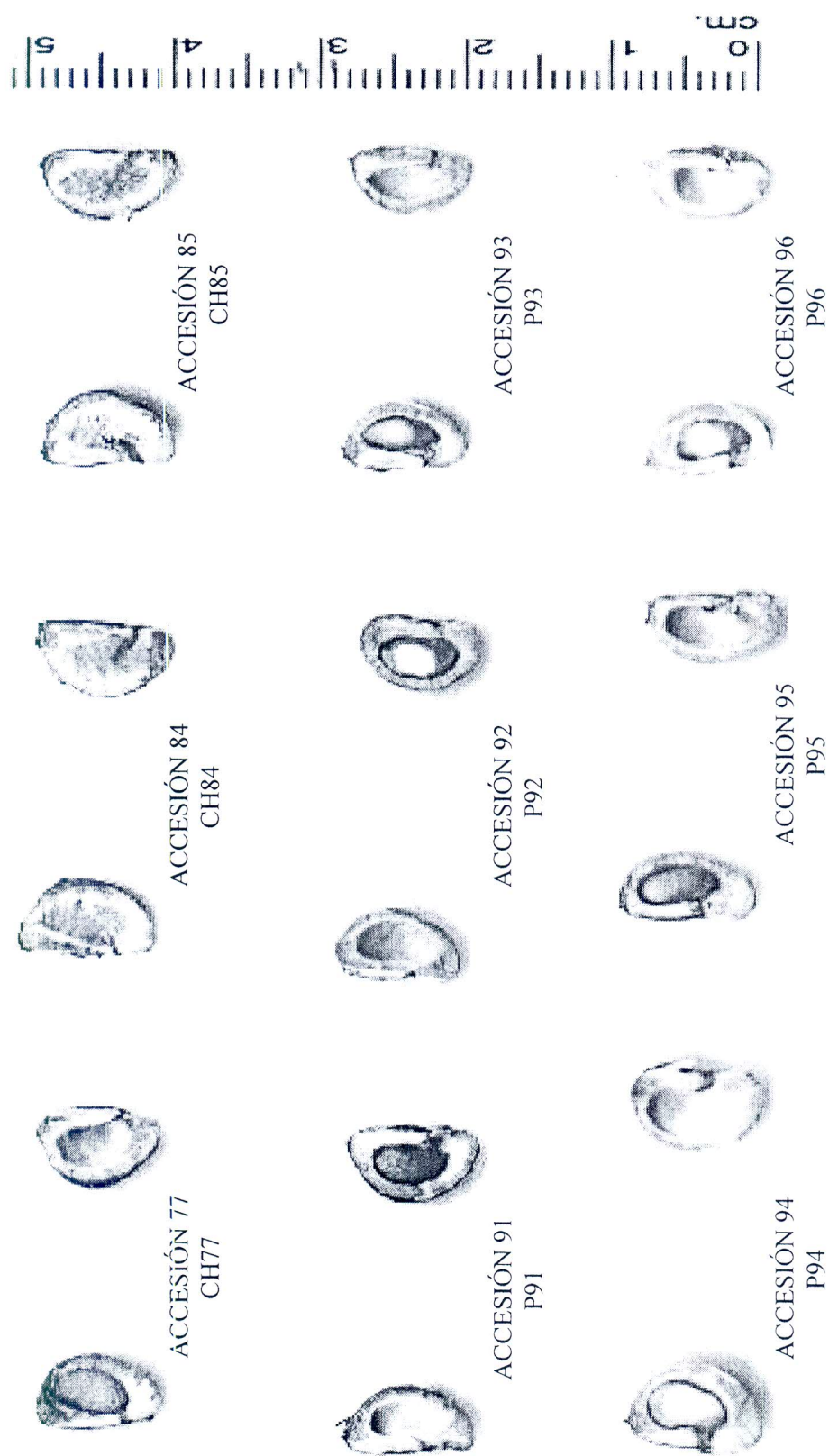


Figura 6. Formas representativas en endocarpios, semillas y cavidades seminales de tejocote (*Crataegus* spp) de 16 accesiones correspondientes al **Grupo III** de acuerdo al dendrograma no jerárquico radial mediante la distancia taxonómica media y el método de agrupación Moyen *UPGMA* (Darwin), del Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo.

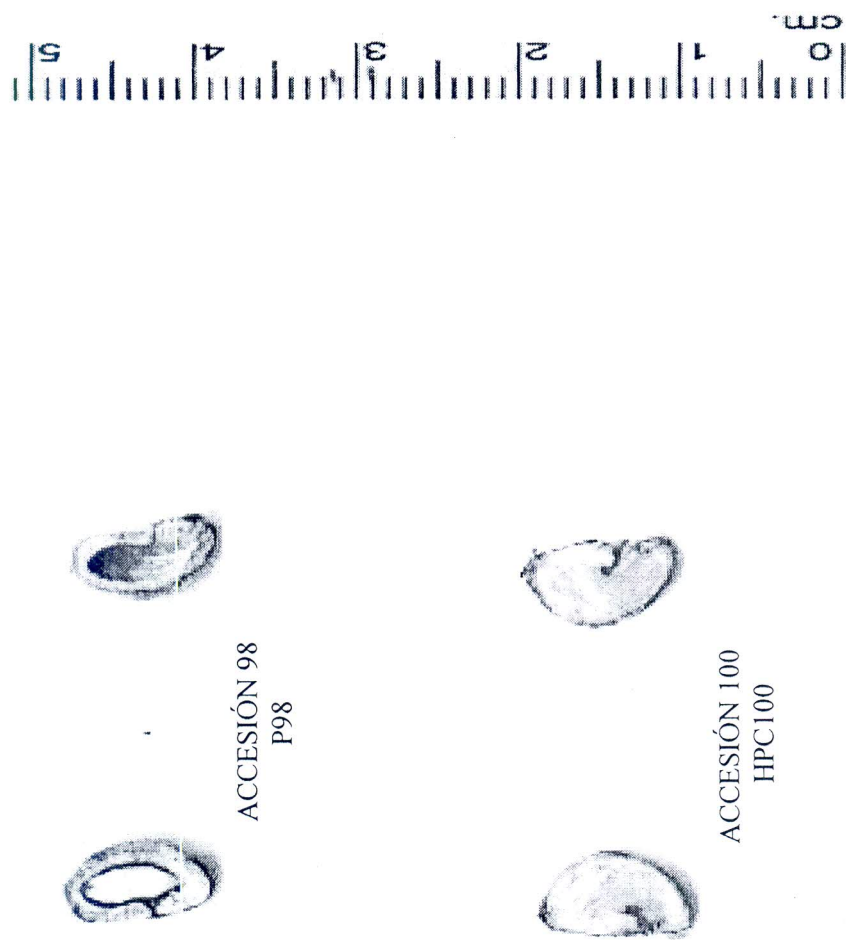


Figura 6. Formas representativas en endocarpios, semillas y cavidades seminales de tejocote (*Crataegus* spp) de 16 accesiones correspondientes al **Grupo III** de acuerdo al dendrograma no jerárquico radial mediante la distancia taxonómica media y el método de agrupación Moyen *UPGMA* (Darwin), del Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo.

CONCLUSIONES

1. Los caracteres que más efecto tuvieron en la caracterización de endocarpios de tejocote del Banco de Germoplasma, con las relacionadas a tamaño del endocarpio, semilla y cavidad seminal, y son: áreas longitudinal, perímetro longitudinal, longitud del eje mayor y menor, diámetro feret; de forma: alargamiento e índice de compactación, así como el porcentaje de endocarpios con semilla normal, porcentaje de endocarpios sin semilla y porcentaje sin semilla por fruto.
2. Los endocarpios más grandes, inducen semillas y las cavidades seminales también son grandes. Al aumentar el tamaño de la semilla, aumenta también el tamaño del endocarpio y la cavidad seminal, aún en ausencia de semilla.
3. Al aumentar el valor del tamaño de un carácter del endocarpio, así como del índice de redondez del endocarpio, conlleva también al aumento del índice de redondez de la cavidad seminal.
4. El diámetro feret del endocarpio afecta directamente al área longitudinal, longitudes mayor y menor, diámetro feret de la cavidad seminal, lo que indica que con el aumento de la cavidad seminal se presenta un patrón de crecimiento proporcional con el crecimiento del endocarpio y con la presencia o ausencia de semilla.

5. El método de agrupamiento Moyon UPGMA, que se basa en el análisis de datos no jerárquicos radiales mediante la distancia taxonómica media, fue el método que definió con mayor claridad y bien definidos la presencia de los tres grupos de genotipos de tejocote.
6. Los caracteres que definen a los integrantes del grupo I, son: área longitudinal, perímetro longitudinal, longitud del eje mayor y menor del endocarpio, semilla y cavidad seminal, así como el diámetro feret de la semilla y cavidad seminal.
7. El carácter porcentaje de endocarpios sin semilla, fue el que contribuyó más para la definición del grupo II; sin embargo, también contribuyeron: el área longitudinal, perímetro longitudinal, longitud del eje mayor y menor del endocarpio, semilla y cavidad seminal.
8. Las características que definieron al grupo III, fue el porcentaje de endocarpios con semilla normal, sin embargo no es un carácter discriminante para los otros grupos. También contribuyen área longitudinal, perímetro longitudinal, longitud del eje mayor y menor del endocarpio, semilla y cavidad seminal.
9. De las 86 accesiones de tejocote evaluadas, el grupo I presentó en promedio un 40 % de endocarpios con semilla, tomando en cuenta que existen accesiones con solo el 3.40 % como mínimo y un máximo de 84.61 %. El grupo II, un 37 % de semilla, con un valor mínimo de 10.46 % y un máximo de 78 %. Finalmente, el que presenta una mayor cantidad semilla son las accesiones que forman el grupo II con un promedio de 63.77 % y valores mínimos y máximos que oscilan entre el 29.31 % y el 88.52 %.

LITERATURA CITADA

- Borys, M.W; Vega Cuen, A. 1984. Selección de tipos de tejocote (*Crataegus pubescens* H. B. K.) en el Estado de Chiapas, Puebla y México. *Revista Chapingo* 1 (9):193-199.
- Brinkman, K. A. 1974. *Crataegus* (hawthorn). In: Seed of Woody Plants in the United States, C. S. Schopmeyer (ed.). Agric. Handbook No. 450, Forest Service, USDA, Washington, D. C. pp. 356 – 360.
- Brown, A. H. D. 1995. The core collection at the crossroads. Core Collections of Plant Genetic Resources. Hodgkin, T.; Brown, A. H. D.; van Hintum, Th. J. L. and Morales, E. A. V. (Eds) International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI) Roma Italy. pp. 3 – 19.
- González-Andrés, F. 2001. Caracterización morfológica, pp. 199–217. In: Conservación y Caracterización de Recursos Filogenéticos. González-Andrés, F.; Pita Villamil, J. M. (eds.). Publicaciones Instituto Nacional de Educación Agrícola. Valladolid, España.
- Hair, J. F. Jr.; Anderson, R. E.; Tatham, R. L.; Black, W. C. 2001. Análisis Multivariante. 5ª Edición traducido por Prense, E.; Cano, D. Prentice Hall Iberia, Madrid, España. pp. 491-545.
- Jankiewicz, L. S. 2003. Desarrollo de Semillas y la Presencia de Latencia en Yemas y Semillas; el Papel de los Reguladores de Plantas. Reguladores del Crecimiento, Desarrollo y Resistencia en Plantas In: Propiedades y Acción. Jankiewicz, L. S. (ed.). Ediciones Mundi-Prensa y Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Fitotecnia. Instituto de Horticultura. México. pp. 487.
- Johnson, D. E. 1998. Métodos Multivariados Aplicados al Análisis de Datos. Traducido por Pérez Castellanos, H. International Thomson Editores, D. F., México. pp. 93- 146, 217-286.
- Nieto-Ángel, R.; M. W. Borys. 1991. El Tejocote (*Crataegus* spp.) en México In: Avances en el Estudio de los Recursos Filogenéticos de México. Ortega P., R., G. Palomino H., F. Castillo., V. A. González H.; M. Livera M. eds: Sociedad Mexicana de Fitogenética A. C. (SOMEFI), Chapingo México. pp 309 – 324.
- Nieto-Ángel R.; Ortiz, J. González-Andrés, F.; Borys, M. W. 1997. Endocarp morphology as an aid for discriminanting wild and cultivated Mexican Hawthorn (*Crataegus mexicana* Moc and Sessé). *Fruits* 52 (5) P317- 324.
- Osorio, D. A. 1999. Caracterización morfológica y fisiológica de frutos de *Crataegus* spp. y hongos asociados en postcosecha. Tesis profesional. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 68 p.
- Phipps, J., B. 1997. Monograph of Northern Mexican *Crataegus* (Rosaceae, subfam. Maloideae). Botanical Research Institute of Texas, Inc. (BRIT). Texas, USA. 94 p.

- Pelc, S. T.; Ptak, K. 1981. Development and structure of hawthorn seeds *Crataegus* L., from species occurring in Poland. *Acta Soc. Botanicorum Poloniae* 50: 409- 417.
- Pérez-Martínez, A; Nieto-Ángel, R.; Borys, M. W. 1984. Germinación de semillas y crecimiento de plántulas de tejocote (*Crataegus pubescens* H. B. K.) de diferentes procedencias. *Revista Chapingo* 45-46: 185-188.
- Pierrier, X.; Jacquemoud-Collet, J. P. 2000. DARwin, versión 3.6.40. CIRAD-FLHOR. Montpellier, Francia.
- Rohlf, F. J. 2000. NTSYS-pc versión 2.10p. Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis. Exter Software. New York, USA.
- Ryugo, K. 1993. Fruticultura Ciencia y Arte. 1ª Edición en Español. Traducido por Rodríguez – Alcázar, J. Editorial AGT editor, S. A., México, D. F. pp. 131 – 132.
- Sahagún Castellanos, J. 1994. Estadística Descriptiva y Probabilidad: Una Perspectiva Biológica. Universidad Autónoma Chapingo. México. 341 p.
- Salazar Hernández, D. M.; Melgarejo Moreno, P. 2002. El Cultivo del Almendro, Cultivos Leñosos: Frutales de Zonas Áridas, Ediciones Mundi-Prensa y A. M. V. Editores. Valencia, España. pp 446.
- SAS Institute, 1999. Sas online V8. Ayudas multimedia para ver la logística del Programa. Statistical Analysis System, versión 8, SAS Institute, Cary, North Carolina, USA.
- van Hintum, Th. J.L. 1995. Hierarchical Approaches to the Analysis of genetic Diversity in Crop Plants. *In: Core Collections of Plant Genetic Resources*. Hodgkin, T.; Brown, A. H. D.; van Hintum, Th. J. L; Morales, E. A. V. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI) Roma Italy. pp. 23–34.
- Wilcox, D.; McDavid, B.; Greer, D. 1995. Image Tool. Versión 3.0 User Guide On line. University of Texas Health Science Center, San Antonio, USA. 62 p.

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE ENDOCARPIOS Y SEMILLAS DE TEJOCOTE (*Crataegus* spp.) MEDIANTE ANÁLISIS CANÓNICOS.

MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF MEXICAN HAWTHORN (*Crataegus* spp) ENDOCARPS AND SEEDS BY MEANS OF CANONICAL ANALYSIS.

S. A. Pérez Ortega¹; R. Nieto-Ángel².

RESUMEN

Uno de los principales problemas que se han visto en el conocimiento del tejocote, han sido el conocer las características de los endocarpios y presencia de semillas de tejocote de acuerdo a su procedencia. En la investigación se planteó como objetivo relacionar las características de los endocarpios y semillas en relación a la procedencia de dichas accesiones; considerando que las características de los endocarpios y de las semillas son uno de los caracteres más estables. Para realizar el análisis discriminante canónico, primeramente se realizó un análisis de agrupamientos mediante la distancia euclidiana y el método de agrupación de Ward, el cual muestra tres grupos bien definidos con características totalmente contrarias entre ellos, de igual manera en el análisis discriminante canónico por orígenes se encontró que efectivamente de los caracteres en general, se definen a tres grandes grupos de tejocote de acuerdo a su procedencia aunque muy pocas accesiones quedan incluidas en otros grupos que no corresponden a su origen, lo que indica que dichos genotipos pudieron haber emigrado de un sitio a otro.

Palabras clave: Grupos, origen, análisis de agrupamientos, análisis canónico, accesiones.

ABSTRACT

One of the principal problems that has been observed in the existing information about the Mexican hawthorn, has been finding out the characteristics of its endocarps and seeds, according to their place of origin. In this research, the proposed objective is to relate the characteristics of the endocarps and seeds in relation to the origin of these accessions; considering that the characteristics of the endocarps and the seeds are some of the most stable characters. To carry out the canonical discriminant analysis, a cluster analysis was carried out first by means of the Euclidian distance and the Ward's cluster method, which shows three very defined groups with completely contrary characteristic among them, in a same way, in the canonical discriminant analysis for origins, it was found that, indeed, with regard to the characters in general, three big Mexican hawthorns groups were defined according to their origin, although very few accessions are included in other groups that don't correspond to their origin, This indicates that these genotypes could have emigrated from one place to another.

Keywords: Groups, origin, cluster analysis , canonical discriminant analysis, accessions.

¹Tesista

²Director

INTRODUCCIÓN

Las especies del género *Crataegus* se encuentran ampliamente distribuidas en la mayoría de las zonas templadas de México, variando en su aspecto morfológico, ésto conlleva a una gran variación y dificultad en la obtención de plantas a través la semilla. Actualmente en este género, la obtención de plantas, ya sea a través de la germinación o mediante propagación vegetativa, ha sido el “cuello de botella”, a pesar de existir la necesidad de la requerir de plantas para los diferentes usos.

Pérez Martínez (1984) y, Martínez Alvarado y Romero Osorio, (2000), coinciden que el endocarpio es uno de los obstáculos físicos más importantes en el bajo porcentaje de germinación de la semilla, además de encontrarse un alto porcentaje de endocarpios en ausencia de semillas, sin tener datos acerca de la presencia y comportamiento fisiológico de los embriones y cotiledones (Borys y Vega-Cuen, 1984). Todos estos caracteres están directamente relacionados con la germinación, encontrándose una variación de 0 a 25 %, sin saber con precisión de los factores y la forma de cómo afectan la germinación. Se han hecho varias pruebas con diferentes compuestos en la germinación de semillas de tejocote, algunas de ellas son: ácido gibérelico (150 y 500 mg litro^{-1}), Benciladenina (10 mg litro^{-1}), Tiuorea (0.25 %), no encontrando efectos positivos (Manjarres *et al.*, 1984). Camacho y Balderas (1995), y Felipe-Isaac *et al* (1989), sumergieron semillas de tejocote en ácido sulfúrico concentrado por 60, 90 y 120 min respectivamente; siendo el mejor el de 60 min en donde se obtuvo un 50 % de germinación en casi 40 días. Se probó también la inmersión en sales a 0.2 M como, KH_2PO_4 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, KNO_3 , KCl , NaNO_3 , KMnO_4 , K_2CrO_4 , ZnSO_4 , por 24 h, donde el ZnSO_4 aumentó el número de plántulas germinadas (Borys 1991). Los tratamientos que han dado resultados más satisfactorios

son cuando se escarificó el endocarpio y agregando 500 mg litro^{-1} de AIA, obteniendo un 56 % de germinación en un 60 % de viabilidad, o bien aislando el embrión obteniendo un 93 % de germinación (Camacho *et al.*, 1987), siendo muy impráctico y costoso en el viverismo.

Las semillas del género *Crataegus* presenta una amplia variabilidad morfológica, tamaño y grosor del endocarpio (Pelc y Ptak, 1981) en trabajos anteriores se han encontrado semillas sin embriones (Pérez-Martínez *et al.*, 1984) y con porcentajes variables de embriones (Muniyamma y Phipps, 1979); variando de 2.8 a 4.52 de endocarpios por fruto, el peso del endocarpio presenta un intervalo desde 0.12 y 1.10 g para genotipos de diferentes procedencias (Osorio Díaz, 1999).

Las semillas de especies de *C. crus-galli*, presentan triploidía y tetraploidía, en tanto que la poliploidia en esta especie representa una compatibilidad entre éstas, en relación con la incompatibilidad de las especies diploides de *Crataegus* en Ontario Canadá (Dickinson y Phipps, 1986).

Los trabajos realizados anteriormente de endocarpios de tejocote son los realizados por Nieto-Ángel *et al.* (1997), donde de acuerdo a sus resultados evidencia la utilidad de la morfología de los endocarpios es discriminante en la caracterización de genotipos de tejocotes silvestres de los cultivados, ya que esta estructura tiene un carácter más estable y de mayor facilidad para su almacenamiento.

La presente investigación tiene como objetivo evaluar conocer el comportamiento de la variabilidad morfológica de endocarpios de tejocote que existen en el Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo, tomando como fuente de variación sus orígenes y grupo de

accesiones formados mediante análisis de agrupación, así como describir las características que distinguen a cada grupo formado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material Vegetal.

Se utilizaron 86 accesiones pertenecientes al Banco de Germoplasma de tejocote de la Universidad Autónoma Chapingo, según Borys y Vega Cuen (1984) muchas de las accesiones fueron identificadas como *Crataegus pubescens* (H. B. K.) Steud. que tiene sinonimia con *Crataegus mexicana* Moc & Sessé (Phipps, 1997).

Se colectó 1 kg de fruto de tejocote en materiales pequeños y hasta 5 kg para frutos grandes, cuidando que los frutos estuvieran en madurez fisiológica y se encontraran sanos, recolectándolos de todos los árboles que pertenecen a la accesión.

Muestreo de Frutos.

De los frutos colectados se tomaron al azar 20 frutos por cada una de las accesiones y después, a cada fruto se les extrajeron sus endocarpios, limpiándolos y partiendo a lo largo de cada endocarpio a la mitad con unas pinzas de podar, siguiendo la sutura de abscisión que en la mayoría de las ocasiones no era muy clara, pero si muy dura, por lo que se tuvieron que remojar los endocarpios de cada fruto por 10 minutos en agua, sin pasar de ese tiempo para evitar que cambiaran a un color negro y no pudieran utilizarse para el análisis de imágenes; posteriormente se guardaron los endocarpios ya partidos en una bolsita de polietileno, a la vez que cada una de estas bolsitas se depositaron en otra más grande para evitar mezclar dichos endocarpios a otros

frutos que no correspondieran, y a la vez, estas bolsitas se guardaron en otra aún más grande para tener en orden los endocarpios de los 20 frutos por cada accesión.

Una vez abiertos los endocarpios en dos, se procedió a obtener imágenes digitales con un Scanner Genius Color Page Vivid Pro II Film, organizándolos por fruto y por accesión, de manera que mostraran sus dos caras por el lado donde se localiza la semilla o la cavidad seminal, dando un total de 8, 500 endocarpios.

Las imágenes de las 86 accesión se procesaron en el programa PhotoImpact Versión 4.2, cambiando las imágenes de color a escala de gris, dándoles mayor nitidez con los contrastes y a la vez sombreándose la parte que ocupa la semilla y la cavidad seminal, aumentando el tamaño de la imagen a 8 veces su tamaño normal de cada endocarpio, ésto con la finalidad de analizar las muestras de la parte sombreada para realizar las mediciones.

Caracteres evaluados

Se realizaron mediciones de 39 variables cuantitativas por accesión.

Porcentaje de semilla normal por fruto. Se cuantificó el porcentaje de semilla normal por fruto y después se calculó el promedio de los 20 frutos

Porcentaje de semilla abortiva por fruto. Se cuantificó el porcentaje de semillas abortivas por fruto y después se obtuvo el promedio de los 20 frutos.

Porcentaje sin semilla por fruto. Se cuantificó el porcentaje de endocarpios sin semilla por fruto y después se calculó el promedio de los 20 frutos.

Porcentaje de endocarpios con semilla normal. Se cuantificó el número total de endocarpios con semilla normal de la accesión y se multiplicó por 100 y dividido por el número total de endocarpios.

Porcentaje de endocarpios con semilla abortiva. Se cuantificó el número total de endocarpios con semilla abortiva de la accesión y se multiplico por 100; se dividió entre el número total de endocarpios.

Porcentaje de endocarpios sin semilla. Se cuantificó el número total de endocarpios sin semilla de la accesión se multiplico por 100 y se dividió entre el número total de endocarpios.

Número de endocarpios con semilla. Se cuantificó el número de endocarpios con semilla por cada accesión.

Área longitudinal, perímetro longitudinal, longitud del eje mayor, longitud del eje menor, índice de alargamiento (proporción entre la longitud del eje mayor y eje menor), **índice de redondez** (de acuerdo a la fórmula, $(4*\pi*\text{área})/\text{perímetro}^2$), **índice de compactación** (de acuerdo a la fórmula $([4* \text{área}/\pi]/\text{longitud del eje mayor})^{1/2}$) y **diámetro feret del endocarpio**(de acuerdo a la fórmula $(4* \text{área}/\pi)^{1/2}$): las mediciones se hicieron en un procesador de imágenes obteniendo sus medias.

Área longitudinal, perímetro longitudinal, longitud del eje mayor, longitud del eje menor, índice de alargamiento (proporción entre la longitud del eje mayor y eje menor), **índice de redondez** (de acuerdo a la formula $(4*\pi*\text{área})/\text{perímetro}^2$), **índice de compactación y diámetro feret de la semilla** (de acuerdo a la formula $(4*\text{área}/\pi)^{1/2}$): se midieron en un procesador de imágenes y se obtuvieron sus medias. **Área longitudinal, perímetro longitudinal, longitud del eje mayor, longitud del eje menor, índice de alargamiento** (proporción entre la longitud del eje mayor y eje menor), **índice de redondez** (de acuerdo a la formula $(4*\pi*\text{área})/\text{perímetro}^2$),

índice de compactación (de acuerdo a la formula $([4 * \text{área}/\pi]/\text{longitud del eje mayor})^{1/2}$) y **diámetro feret de la cavidad seminal** (de acuerdo a la formula $(4 * \text{área}/\pi)^{1/2}$): se midieron en un procesador de imágenes y se obtuvieron sus medias.

Relación área longitudinal de la semilla/área longitudinal del endocarpio, relación área longitudinal de la cavidad seminal/área longitudinal del endocarpio, relación eje mayor/eje menor del endocarpio, relación eje mayor/eje menor de la semilla, relación eje mayor/eje menor de la cavidad seminal, relación semilla abortiva/semilla normal, relación sin semilla/semilla normal y relación semilla abortiva/sin semilla, todas estas se obtuvieron de las medias de los datos antes señalados.

Análisis de imágenes.

De todos los caracteres considerados de las imágenes digitalizadas se realizó, mediante el programa Image Tool Versión 3.00 (analizador de imágenes) (Wilcox *et al.*, 1995.), la evaluación y medición de los mismos, siendo uno de los métodos más ágiles y precisos.

Análisis estadísticos.

Se realizó un análisis de componentes principales (ACP), para observar la dispersión en un plano bidimensional los individuos de cada grupo en los dos primeros componentes (Johnson, 1998). Este análisis se representa en forma gráfica la variación existente de los distintos individuos de cada grupo en n dimensiones, dependiendo de las n variables evaluadas, acortando la dimensionalidad al agrupar a todas las variables en componentes principales, de modo que es posible observar la similitud de los individuos de acuerdo a su cercanía (Durán Rodríguez y Sahagún Castelanos, 1992). Se realizó un análisis de agrupamiento para darnos una idea de

cuantos grupos se pueden formar y realizar pruebas de partición para corroborar el número de grupos formados y tomarlos como grupos preestablecidos en los análisis canónicos.

Se realizó un análisis discriminante canónico para comparar los diferentes grupos y tener las variables que expliquen de mejor manera la variabilidad entre grupos. La distancia de Mahalanobis se utiliza para determinar si existen diferencias entre los grupos (Johnson, 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis en Componentes Principales (ACP).

Este análisis de componentes principales nos muestra primeramente que el eigen-vector del primer componente principal (14.56), acumulo un 36.41 % de la variabilidad total, el segundo componente adiciona (9.62) acumulando un 60.47 % de la variabilidad total, y en el tercer componente (4.29), acumula la mayor variabilidad total entre los tres valores propios alcanzando un 71.20 %, el cual es muy aceptable para proseguir con el análisis. (Cuadro 1).

Cuadro 1. Eigen-valores y porcentajes acumulados en el análisis de componentes principales en endocarpios de tejocote.

COMPONENTE PRINCIPAL	EIGEN-VALORES	PORCENTAJE (%)	PORCENTAJE(%) ACUMULADO
1	14.5620876	36.41	36.41
2	9.6261565	24.07	60.47
3	4.2931773	10.73	71.20
4	3.777853	09.44	80.65
5	1.6614411	04.15	84.80

Este hecho nos permite conocer la cantidad de componentes principales de mayor variabilidad para usarlos como vectores propios en el análisis de componentes principales, y seleccionar las variables que sobresalen en cada componente principal (Cuadro 2).

El primer componente se distingue por referirse al tamaño de los endocarpios, semillas y cavidad seminal ya que incluye variables como el área longitudinal, perímetro longitudinal, diámetro feret, así como la longitud de sus ejes mayor y menor. El segundo componente está constituido por las variables que están asociadas a la forma tales como el índice de alargamiento del endocarpio y la cavidad seminal, índice de compactación de endocarpios, semillas y cavidad seminal, así como las relaciones eje mayor y eje menor de los endocarpios y cavidad seminal. El tercer componente se acerca por las variables de cantidad como son los porcentajes de semilla por fruto y relación porcentaje de endocarpios sin semilla/porcentaje de semilla normal (Cuadro 3).

La dispersión de las accesiones en un plano bidimensional en donde se reduce el comportamiento de las variables, se puede observar que existe poca variabilidad en este estudio ya que casi todos los puntos proyectados se encuentran en el centro de este plano (Figura 1).

Cuadro 2. Eigen-vectores del análisis de componentes principales en endocarpios de tejocote (*Crataegus* spp.).

CÓDIGO	VARIABLE	COMPONENTE PRINCIPAL		
		1	2	3
NEPF	Número de endocarpios por fruto	-0.049366	0.135739	0.060004
PESN	Porcentaje de endocarpios con semilla normal (%)	0.153474	-0.088290	-0.348360
PESA	Porcentaje de endocarpios con semilla abortiva (%)	-0.088110	-0.020066	0.107053
PESS	Porcentaje de endocarpios sin semilla (%)	-0.133687	0.105363	0.340838
PSNF	Porcentaje de semilla normal por fruto(%)	0.149847	-0.113340	-0.314152
PSAF	Porcentaje de semilla abortiva por fruto(%)	-0.002474	-0.105313	-0.013092
PSF	Porcentaje sin semilla por fruto (%)	-0.098404	0.070781	0.378592
ALE	Área longitudinal del endocarpio (mm ²)	0.235447	-0.073464	0.094788
PLE	Perímetro longitudinal del endocarpio (mm)	0.241263	0.031456	0.077847
LEMAE	Longitud del eje mayor del endocarpio (mm)	0.244501	-0.008450	0.069609
LEMEE	Longitud del eje menor del endocarpio (mm)	0.221353	-0.117543	0.103814
IAE	Índice de alargamiento del endocarpio	0.000955	0.269958	-0.093281
IRE	Índice de redondez del endocarpio	-0.055404	-0.222436	0.006823
DFE	Diámetro Feret del endocarpio (mm)	0.234340	-0.078027	0.090624
ICE	Índice de compactación del endocarpio	-0.025621	-0.285188	0.092632
ALS	Área longitudinal de la semilla (mm ²)	0.241847	0.068358	0.073622
PLS	Perímetro longitudinal de la semilla (mm)	0.233063	0.096272	0.099454
LEMAS	Longitud del eje mayor de la semilla (mm)	0.219702	0.151999	0.058026
LEMES	Longitud del eje menor de la semilla(mm)	0.233967	-0.018833	0.074844
IAS	Índice de alargamiento de la semilla	-0.082199	0.219628	-0.019293
IRS	Índice de redondez de la semilla	-0.056166	-0.151884	-0.132227
DFS	Diámetro Feret de la semilla (mm)	0.241724	0.069160	0.067148
ICS	Índice de compactación de la semilla	0.024589	-0.254161	0.021195
ALCS	Área longitudinal de la cavidad seminal (mm ²)	0.250092	0.039768	0.080981
PLCS	Perímetro longitudinal de la cavidad seminal (mm)	0.239789	0.088207	0.078520
LEMACS	Longitud del eje mayor de la cavidad seminal (mm)	0.231498	0.135145	0.032669
LEMECS	Longitud del eje menor de la cavidad seminal (mm)	0.246617	-0.036511	0.091232
IACS	Índice de alargamiento de la cavidad seminal	-0.050929	0.271964	-0.090784
IRCS	Índice de redondez de la cavidad seminal	-0.070075	-0.212851	-0.007164
DFCS	Diámetro Feret de la cavidad seminal (mm)	0.251087	0.043928	0.074550
ICCS	Índice de compactación de la cavidad seminal	-0.019932	-0.281663	0.106454
ALS/ALE	Relación área longitudinal de la semilla/ área longitudinal del endocarpio	-0.047163	0.209536	-0.052819
ALCS/ALE	Relación área longitudinal de la cavidad seminal/ área longitudinal del endocarpio	0.006385	0.223509	-0.048937
EMA/MEE	Relación eje mayor/ eje menor del endocarpio	0.002154	0.265658	-0.094498
EMA/MES	Relación eje mayor/ eje menor de la semilla	-0.083125	0.219595	-0.028209
EMA/MECS	Relación eje mayor/ eje menor de la cavidad seminal	-0.051303	0.272891	-0.094232
SA/SN	Relación semilla abortiva/semilla normal	-0.077279	-0.021139	0.256101
SS/SN	Relación sin semilla/ semilla normal	-0.076343	0.018697	0.364004
SA/SS	Relación semilla abortiva/sin semilla	0.041128	-0.082956	-0.119239

Nota: Vectores seleccionados mediante la correlación de las variables principales con las variables originales con un coeficiente de correlación ≤ 0.75 .



Figura 1. Dispersión de los endocarpios de tejocote en un plano factorial de los dos primeros componentes principales del Análisis de Componentes Principales con características de dimensiones y forma. CP1: área longitudinal, perímetro longitudinal, longitud del eje mayor y menor y diámetro feret del endocarpio, semilla y cavidad seminal; CP2: índice de alargamiento e índice de compactación del endocarpio semilla y cavidad seminal. De acuerdo al origen de cada grupo.

Con base en lo anterior se puede indicar que a pesar de la poca variabilidad que existe entre las características de los endocarpios, al observar diferencias de acuerdo al su origen de cada genotipo analizado.

La mayoría de las accesiones del Estado de Puebla presentan endocarpios grandes, semilla y una cavidad seminal de mayor tamaño, aunque muy pocas accesiones llegan a presentar endocarpios pequeños; presenta también mucha variabilidad en cuanto a índice de compactación, índice de alargamiento e índice de redondez del endocarpio y cavidad seminal.

Para los genotipos colectados en el Estado de Chiapas los endocarpios generalmente son pequeños, aunque existen algunos de tamaño mediano que se pueden comparar con características de otras procedencias; de igual manera presentan mucha variabilidad en los índices de compactación, alargamiento y redondez.

Las accesiones de tejocote del Estado de México presentan una gran variabilidad en cuanto al tamaño de sus endocarpios, semillas y cavidad seminal, aunque presentan uniformidad en sus formas que son debajo índice de compactación, índice de alargamiento y tienden a no ser redondos sino más bien alargados; cabe mencionar que en algunos casos los endocarpios tienen formas y tamaños diferentes o similares a la de los otros orígenes.

Análisis discriminante canónico por orígenes (ADC).

Para este análisis fue necesario realizar una prueba de significancia de las funciones canónicas por orígenes, encontrando que la primera función canónica (FC) es la más significativa la cual acumula el 85.19 % de la varianza acumulada (Cuadro 3).

Cuadro 3. Valores propios y pruebas de significancia de las funciones canónicas en el análisis discriminante por orígenes de endocarpios de tejocote

Función canónica	Valor propio	Varianza explicada	Varianza acumulada	$P \leq$
1	4.4837	0.8519	0.8519	0.0001
2	0.7792	0.1481	1.0000	0.6307

Para seleccionar las variables que más difieren de acuerdo a sus orígenes, se basó en una estructura canónica total tomando en cuenta las dos funciones canónicas (FC) (Cuadro 3), la primera función canónica incluyó las variables de número de endocarpios por fruto, porcentaje de endocarpios con semilla normal, porcentaje de endocarpios sin semilla, porcentaje de semilla normal por fruto, área longitudinal del endocarpio, longitud del eje mayor del endocarpio diámetro feret del endocarpio, área longitudinal de la cavidad de la semilla y longitud del eje menor de la cavidad seminal, estas características pueden estar relacionadas con la presencia y ausencia de semilla en los frutos, así como el tamaño del endocarpio y la cavidad seminal (Cuadro 4).

La segunda función canónica detectó las variables como el índice de alargamiento del endocarpio, índice de alargamiento de la semilla, índice de compactación de la semilla y las relaciones eje mayor/eje menor del endocarpio y semilla que, de acuerdo a sus orígenes asocian características de la forma del endocarpio.

Cuadro 4. Estructura canónica total del análisis discriminante canónico de variables de endocarpios de tejocote de acuerdo a su origen.

CODIGO	VARIABLE	FUNCIÓN CANÓNICA	
		1	2
NEPF	Número de endocarpios por fruto	-0.528204	0.104852
PESN	Porcentaje de endocarpios con semilla normal (%)	0.621572	-0.154282
PESA	Porcentaje de endocarpios con semilla abortiva (%)	-0.241586	0.027778
PESS	Porcentaje de endocarpios sin semilla (%)	-0.587772	0.158885
PSNF	Porcentaje de semilla normal por fruto (%)	0.632223	-0.165444
PSAF	Porcentaje de semilla Abortiva por fruto (%)	0.219663	0.103459
PSSF	Porcentaje sin semilla por fruto (%)	-0.408471	0.123982
ALE	Área longitudinal del endocarpio (mm ²)	0.524369	-0.103270
PLE	Perímetro longitudinal del endocarpio (mm)	0.342668	-0.087414
LEMAE	Longitud del eje mayor del endocarpio (mm)	0.507752	-0.033122
LEMEE	Longitud del eje menor del endocarpio (mm)	0.454794	-0.146876
IAE	Índice de alargamiento del endocarpio	-0.023347	0.270593
IRE	Índice de redondez del endocarpio	0.30378	-0.075659
DFE	Diámetro Feret del endocarpio (mm)	0.526217	-0.084395
ICE	Índice de compactación del endocarpio	0.119420	-0.226900
ALS	Área Longitudinal de la semilla (mm ²)	0.343672	-0.039682
PLS	Perímetro longitudinal de la semilla (mm)	0.323731	0.024899
LEMAS	Longitud del eje mayor de la semilla (mm)	0.204908	0.066452
LEMES	Longitud del eje menor de la semilla (mm)	0.450352	-0.164407
IAS	Índice de alargamiento de la semilla	-0.428915	0.303517
IRS	Índice de redondez de la semilla	-0.037464	-0.195105
DFS	Diámetro Feret de la semilla (mm)	0.346078	-0.025343
ICS	Índice de compactación de la semilla	0.348207	-0.252776
ALCS	Área longitudinal de la cavidad seminal (mm ²)	0.502650	-0.057404
PLCS	Perímetro longitudinal de la cavidad seminal (mm)	0.455349	0.013172
LEMACS	Longitud del eje mayor de la cavidad seminal (mm)	0.367304	0.025623
LEMECS	Longitud del eje menor de la cavidad seminal (mm)	0.549242	-0.090710
IACS	Índice de alargamiento de la cavidad seminal	-0.342938	0.191758
IRCS	Índice de redondez de la cavidad seminal	-0.049999	-0.178755
DFCS	Diámetro Feret de la cavidad seminal (mm)	0.497643	-0.032769
ICCS	Índice de compactación de la cavidad seminal	0.225788	-0.162731
ALS/ALE	Relación área longitudinal de la semilla/ área longitudinal del endocarpio	-0.346430	0.098539
ALCS/ALE	Relación área longitudinal de la cavidad seminal/ Área longitudinal del endocarpio	-0.105588	0.076100
EMA/MEE	Relación eje mayor/ eje menor del endocarpio	-0.003966	0.271890
EMA/MES	Relación eje mayor/ eje menor de la semilla	-0.439128	0.313661
EMA/MECS	Relación eje mayor/ eje menor de la cavidad seminal	-0.343431	0.192484
SA/SN	Relación semilla abortiva/semilla normal	-0.242808	0.068022
SS/SN	Relación sin semilla/ semilla normal	-0.319870	0.124346
SA/SS	Relación semilla abortiva/sin semilla	0.279370	0.078486

Con el fin de conocer con certeza el grado de confiabilidad en la creación de los grupos, se realizó un análisis de resubstitución para corroborar la existencia de accesiones mal agrupadas en el análisis canónico de los endocarpios de acuerdo a su origen (Cuadro 5). Para el Estado de Chiapas de 48 accesiones en total, una de ellas esta mal agrupada presentando características más relacionadas con las procedentes del Estado de México, de igual manera para el Estado de México de 15 accesiones, una tiende a tener características semejantes para ser agrupadas en el Estado de Chiapas, posiblemente sea un error en la toma de datos al registrar la accesión en el banco de Germoplasma. En el caso del Estado de Puebla presenta características muy ligadas a las del Estado de México ya que de 23 accesiones, 4 deberían, según éste análisis pertenecer al Estado de México debido posiblemente a la dispersión de los frutos ya que éstos dos Estados están geográficamente muy cercanos.

Cuadro 5. Análisis de resubstitución para detectar de acuerdo a su origen accesiones mal agrupadas en el análisis discriminante canónico de endocarpios de tejocote por origen.

ORIGEN	Chiapas	México	Puebla	Total
Chiapas	47	1	0	48
México	1	14	0	15
Puebla	0	4	19	23
Total	48	19	19	86

Al proyectar las variables de las accesiones de endocarpios, tomando como fuente de variación su origen en dos planos factoriales, se puede determinar que las características que distinguen al Estado de Chiapas de los otros dos orígenes, notándose la gran separación que hay entre los tejocotes del centro del país con los del sur de México, en el caso de la primera función canónica,

es que presenta un mayor número de endocarpios por fruto, menor porcentaje de endocarpios con semilla normal, lo cual trae como consecuencia un mayor porcentaje de endocarpios sin semilla y un menor porcentaje de semilla normal por fruto (Figura 2); esto puede significar que estos tejocotes posiblemente tiendan a ser frutos partenocarpicos (Borys y Vega Cuen, 1984), o bien que a este origen pertenezcan los *Crataegus* más silvestres, y cabe la posibilidad que se trate de una especie diferente de *Crataegus*, como *C. crus-galli*, *C. nelsoni* y *C. subserrata* a partir de *Crataegus mexicana* Moc. Sessé (Phipps, 1983). La segunda función canónica, tienen características muy homogéneas en los índices de alargamiento y redondez del endocarpio y semilla, así como su índice de compactación.

Las características que distinguen al Estado de México y Puebla donde se encuentran los tejocotes denominados cultivados, que son totalmente opuestas a las del Estado de Chiapas de acuerdo con la primera función canónica en la que corresponden a los tejocotes cultivados y que tienen un menor número de endocarpios por fruto pero con un mayor porcentaje de endocarpios con semilla normal. Para la segunda FC se encontraron las diferencias que hay entre el Estado de México y Puebla, teniendo características opuestas entre ellos, para los de Puebla los endocarpio y la semilla tiene bajo índice de alargamiento e índice de compactación que los del Estado de México, donde predominan los endocarpios y semillas menos redondos.

Al representar gráficamente se distinguen las accesiones 25, 26, 61 y 94 de Puebla (Figura 2) que comparten características presentando mucha similitud en sus endocarpios con el Estado de México, posiblemente por su cercanía se dispersan las semillas por medio de las aves como sucede en el noroeste de España donde las larvas de algunos insectos abren el endocarpio y las aves dispersan las semillas en el verano (Gutián y Fuentes, 1992); y a la vez Chiapas comparte la

accesión 44 con el Estado de México y la accesión 50 con Chiapas, esto puede deberse a la migración de los frutos o plantas de tejocote por acción del hombre hacia otros sitios geográficos ó por error en el registro de las accesiones en el Banco de Germoplasma.

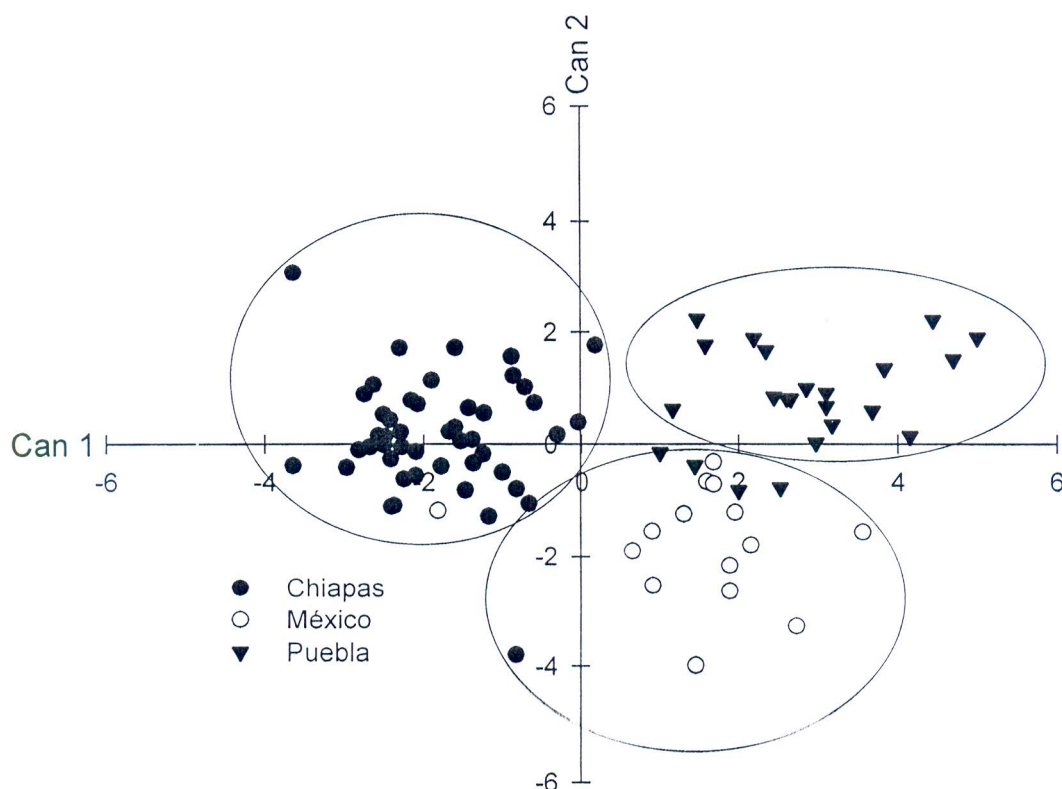


Figura 2. Dispersión de genotipos de tejocote (*Crataegus* spp.) de acuerdo a su origen y características de los endocarpios mediante sus dos funciones canónicas derivadas del análisis discriminante. CAN1: número de endocarpios por fruto, porcentaje de endocarpios sin semilla, porcentaje de endocarpios con semilla normal, porcentaje de semilla normal por fruto, área longitudinal del endocarpio, longitud del eje mayor del endocarpio, diámetro feret del endocarpio, área longitudinal de la cavidad seminal, longitud del eje menor de la cavidad seminal; CAN2: índice de alargamiento del endocarpio y semilla, compactación de la semilla.

La prueba de Mahalanobis (Cuadro 6), mostró que según el origen de los endocarpios de Chiapas que presentan diferencias altamente significativas con respecto a los endocarpios de Puebla y el Estado de México, lo cual corrobora lo antes indicado y se confirma la hipótesis que sea una especie diferente.

Cuadro 6. Distancias de Mahalanobis y probabilidad de parecido por orígenes de endocarpios de tejocote establecidos en el Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo

Orígenes	Chiapas	México	Puebla
Chiapas		14.73022	21.75745
México	0.0051**		8.52361
Puebla	<0.0001**	0.4656	

** altamente significativo; *significativo a una $P \leq 0.05$ y 0.1 respectivamente.

Análisis de Agrupamientos

El dendrograma de este análisis utilizando el método de Ward para el agrupamiento dio origen a 3 grandes grupos de endocarpios con las accesiones del Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo (Figura 3). Para corroborar la creación de estos tres grupos es correcta, se realizaron dos pruebas de partición la primera denominada CCC (Cubic clustering criterion) criterio de agrupación cúbica y la segunda llamada Pseudo estadística t^2 de Hostelling las cuales coinciden en el cambio de tendencia en el tercer punto de la gráfica, formando un pico que es señalado con una flecha mostrando el número correcto de grupos a formar para este tipo de datos (Figura 4).

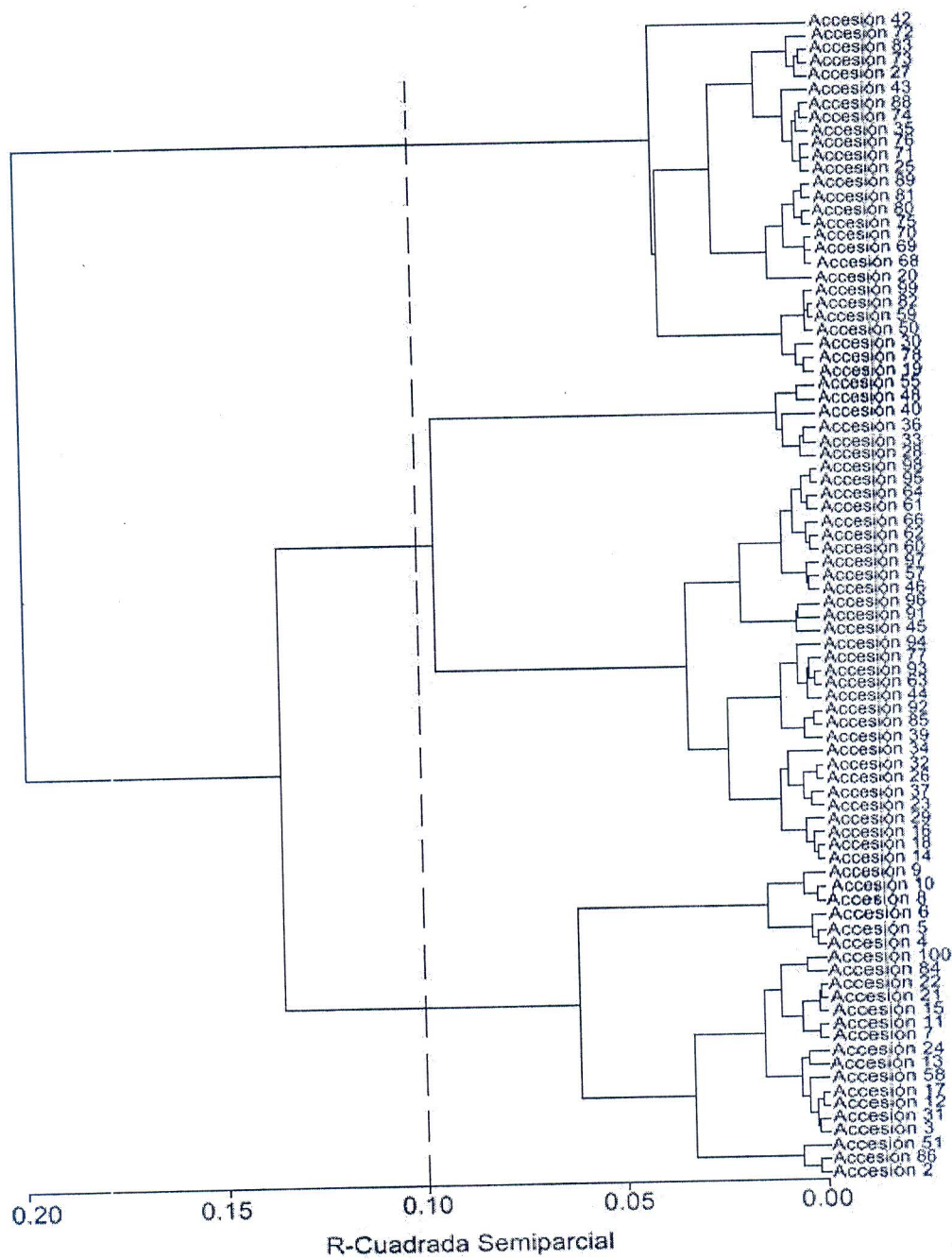


Figura 3. Dendrograma de 86 accesiones de endocarpios de tejocote (*Crataegus* spp) del Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo, mediante la distancia euclidiana y el método de Ward, obteniéndose tres grandes grupos.

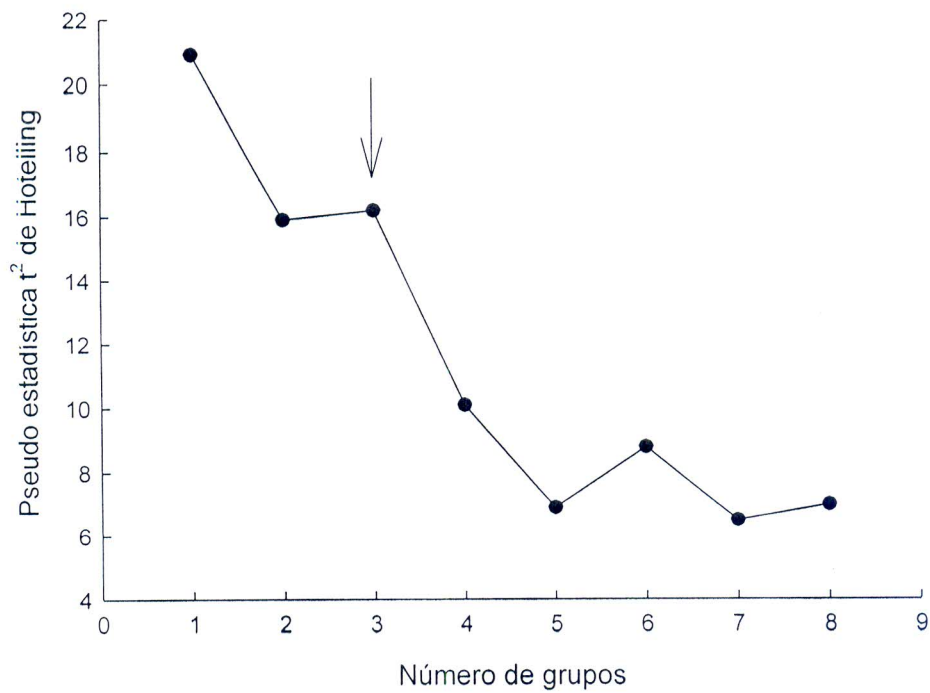
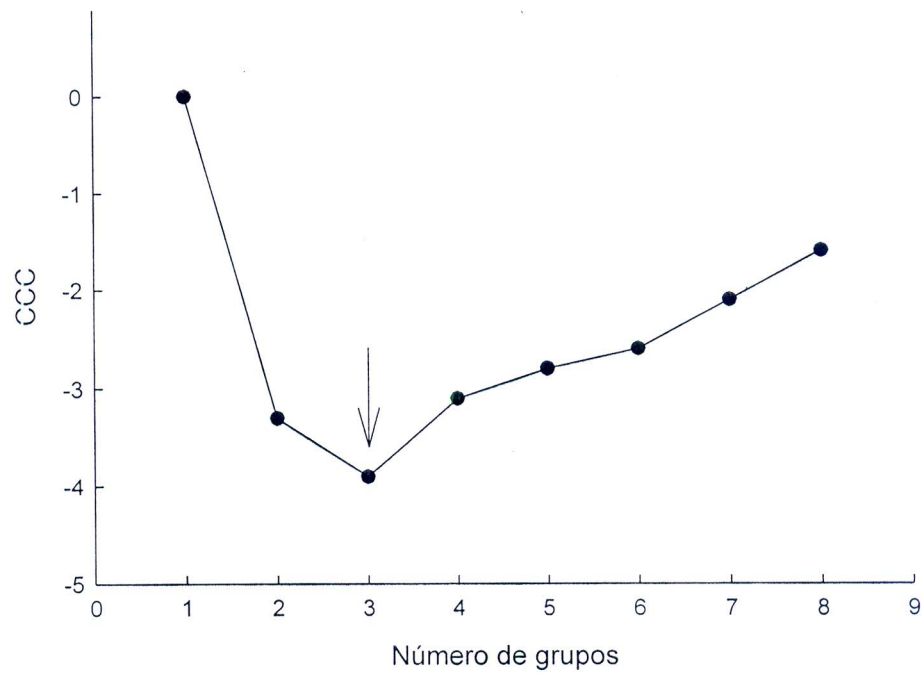


Figura 4. Pruebas de partición para la identificación del número de grupos que se pueden obtener en un dedrograma formado con características de endocarpios de tejocote (*Crataegus* spp.). CCC: (Cubic clustering criterion) criterio de agrupación cúbica.

Cuadro 7. Porcentajes de las accesiones de acuerdo a características de endocarpios de tejocote (*Crataegus* spp) en los grupos obtenidos a partir de un dendrograma mediante la distancia euclidiana y el método de Ward, de acuerdo a su origen.

Grupo	Accesiones	Orígenes (%)		
		Chiapas	México	Puebla
I	19, 78, 30, 50, 59, 82, 99, 20, 68, 69, 70, 75, 80, 81, 89, 25, 71, 76, 35, 74, 88, 43, 27, 73, 83, 72, 42	88.89	3.70	7.41
II	2, 86, 51, 3, 31, 12, 17, 58, 13, 27, 7, 11, 15, 21, 22, 84, 10, 4, 5, 6, 8, 10, 9	82.61	8.69	8.69
III	14, 18, 16, 29, 23, 37, 26, 32, 34, 39, 85, 92, 44, 63, 93, 77, 94, 45, 91, 96, 46, 57, 92, 60, 62, 66, 61, 64, 95, 98, 28, 33, 36, 40, 48, 55	19.44	33.33	47.22

Como se puede apreciar las accesiones de *Crataegus* procedentes del Edo. de Chiapas son las más numerosas en los primeros 2 grupos (Cuadro 7), el Edo. De Puebla abarca el grupo III con casi la mitad del total del grupo (47.22 %), seguido del Estado de México con 33.33 %.

De acuerdo a un análisis de resubstitución no se encontraron accesiones mal distribuidas por lo que el dendrograma es correcto y le da una alta confiabilidad a los grupos formados.

Análisis Discriminante Canónico

Con base a los tres grupos anteriormente formados, se realizó el análisis discriminante canónico haciendo una prueba de significancia de las funciones canónicas y sus valores propios, resultando que entre las dos primeras funciones canónicas acumulan el 100 % de la variabilidad, por lo que las dos son altamente significativas (Cuadro 8).

Cuadro 8. Valores propios y pruebas de significancia de las funciones canónicas en el análisis de grupos formados por características de endocarpios de tejocote (*Crataegus* spp.)

Función canónica	Valor propio	Varianza explicada	Varianza acumulada	$P \leq$
1	8.7685	0.6929	0.6929	0.0001
2	3.8870	0.3071	1.0000	0.0001

La estructura canónica total de los valores propios en los grupos significativos mencionados anteriormente, nos muestra que la primera función canónica agrupa variables como el perímetro del endocarpio, área, perímetro, diámetro feret, longitud del eje mayor y menor de la semilla y cavidad seminal; estas variables están relacionadas con el tamaño del endocarpio. Para la segunda función canónica concentra las variables correspondientes a la forma del endocarpio, como son el índice de alargamiento del endocarpio, semilla y cavidad seminal, índice de compactación de la cavidad seminal, así como índice de redondez del endocarpio, semilla y cavidad seminal, así como algunas variables de cantidad como porcentaje de endocarpios sin semilla en 20 frutos, porcentaje de semilla normal por fruto, (Cuadro 9).

Cabe indicar que de acuerdo a la conjunción de los grupos se tienen características contrarias e intermedias entre ellos (Figura 5). Para el grupo 1, presenta características intermedias en la primera FC, que se identifica mucho con el Estado de Chiapas en el tamaño de sus endocarpios que son pequeños y producen muchos endocarpios pero con bajo porcentaje de semilla. En cuanto a forma son muy homogéneos en sus endocarpios y semillas, la redondez tiende a ser en término medio ni muy redondos pero tampoco muy alargados. Estas características le podrían conferir un carácter silvestre a este grupo de tejocotes.

Cuadro 9. Estructura canónica total del análisis discriminante canónico de variables de endocarpios de tejocote con forme a grupos preestablecidos de endocarpios, semillas y cavidad seminal en *Crataegus* spp..

CÓDIGO	VARIABLE	FUNCIÓN CANÓNICA	
		1	2
NEPF	Número de endocarpios por fruto	-0.082806	-0.39963
PESN	Porcentaje de endocarpios con semilla normal (%)	0.508256	0.552364
PESA	Porcentaje de endocarpios con semilla abortiva (%)	-0.489105	-0.041412
PESS	Porcentaje de endocarpios sin semilla (%)	-0.363355	-0.592034
PSNF	Porcentaje de semilla normal por fruto (%)	0.473977	0.564166
PSAF	Porcentaje de semilla Abortiva por fruto (%)	-0.078801	0.274309
PSF	Porcentaje sin semilla por fruto (%)	-0.309846	-0.436555
ALE	Área longitudinal del endocarpio (mm ²)	0.401263	0.429092
PLE	Perímetro longitudinal del endocarpio (mm)	0.557552	0.180262
LEMAE	Longitud del eje mayor del endocarpio (mm)	0.524602	0.283700
LEMEE	Longitud del eje menor del endocarpio (mm)	0.334586	0.508934
IAE	Índice de alargamiento del endocarpio	0.342812	-0.595546
IRE	Índice de redondez del endocarpio	-0.415483	0.492376
DFE	Diámetro Feret del endocarpio (mm)	0.412456	0.436216
ICE	Índice de compactación del endocarpio	-0.420267	0.608768
ALS	Área longitudinal de la semilla (mm ²)	0.737158	0.066642
PLS	Perímetro longitudinal de la semilla (mm)	0.743571	0.000158
LEMAS	Longitud del eje mayor de la semilla (mm)	0.732227	-0.155535
LEMES	Longitud del eje menor de la semilla (mm)	0.704834	0.284781
IAS	Índice de alargamiento de la semilla	-0.203681	-0.616211
IRS	Índice de redondez de la semilla	-0.213332	0.288803
DFS	Diámetro Feret de la semilla (mm)	0.760013	0.071378
ICS	Índice de compactación de la semilla	-0.023593	0.639261
ALCS	Área longitudinal de la cavidad seminal (mm ²)	0.604129	0.220949
PLCS	Perímetro longitudinal de la cavidad seminal (mm)	0.660833	0.099050
LEMACS	Longitud del eje mayor de la cavidad seminal (mm)	0.686628	-0.025884
LEMECS	Longitud del eje menor de la cavidad seminal (mm)	0.583597	0.393139
IACS	Índice de alargamiento de la cavidad seminal	0.079000	-0.656464
IRCS	Índice de redondez de la cavidad seminal	-0.399847	0.369932
DFCS	Diámetro Feret de la cavidad seminal (mm)	0.639281	0.213572
ICCS	Índice de compactación de la cavidad seminal	-0.329622	0.606917
ALS/ALE	Relación área longitudinal de la semilla/área longitudinal del endocarpio	0.334785	-0.543837
ALCS/ALE	Relación área longitudinal de la cavidad seminal/área longitudinal del endocarpio	0.388080	-0.419717
EMA/MEE	Relación eje mayor/ eje menor del endocarpio	0.347723	-0.589975
EMA/MES	Relación eje mayor/ eje menor de la semilla	-0.199973	-0.611612
EMA/MECS	Relación eje mayor/ eje menor de la cavidad seminal	0.085442	-0.672662
SA/SN	Relación semilla abortiva/semilla normal	-0.337106	-0.131661
SS/SN	Relación sin semilla/ semilla normal	-0.243672	-0.303175
SA/SS	Relación semilla abortiva/sin semilla	-0.016192	0.365393

Para el grupo 2, sus endocarpios semillas y cavidades seminales son grandes, pero con un bajo porcentaje de semilla normal por fruto y por tanto un alto porcentaje sin semilla. Tienen mayor índice de alargamiento pero bajo índice de compactación y sus endocarpios, semillas y cavidades seminales son redondas.

Los endocarpios en el grupo 3 son de tamaño mediano, aunque casi la mitad del grupo tiende a ser grande, presentan un alto porcentaje de semilla normal por fruto, así como endocarpio, semilla y cavidad seminal con bajo índice de alargamiento y son redondos.

El grupo de Puebla y Estado de México como un solo grupo, se puede decir que son los más cultivados, pues ambos comparten características con el grupo 3, en cuanto a tamaño del endocarpio y semillas grandes, producen un menor número de endocarpios, pero con mucho mayor porcentaje de semilla normal; ésto pudiera explicar que el hombre ha seleccionado materiales para su cultivo no interesándole en gran medida el número de endocarpios, pues por lo general las plantas son propagadas por injertos, acodos, varetas, etc., pero si los hace muy útiles en su propagación por semilla y utilizarlos como portainjertos que tienen una gran ventaja con respecto a los portainjertos clonales, pues tienen un mejor anclaje y mayor profundidad de exploración de sus raíces (Manjarres *et al.* 1984).

Haciendo una comparación sobre los análisis canónicos entre grupos y orígenes se puede indicar en general, que se formaron grupos muy bien definidos y cada uno con características propias que los distinguían entre los demás grupos u orígenes.

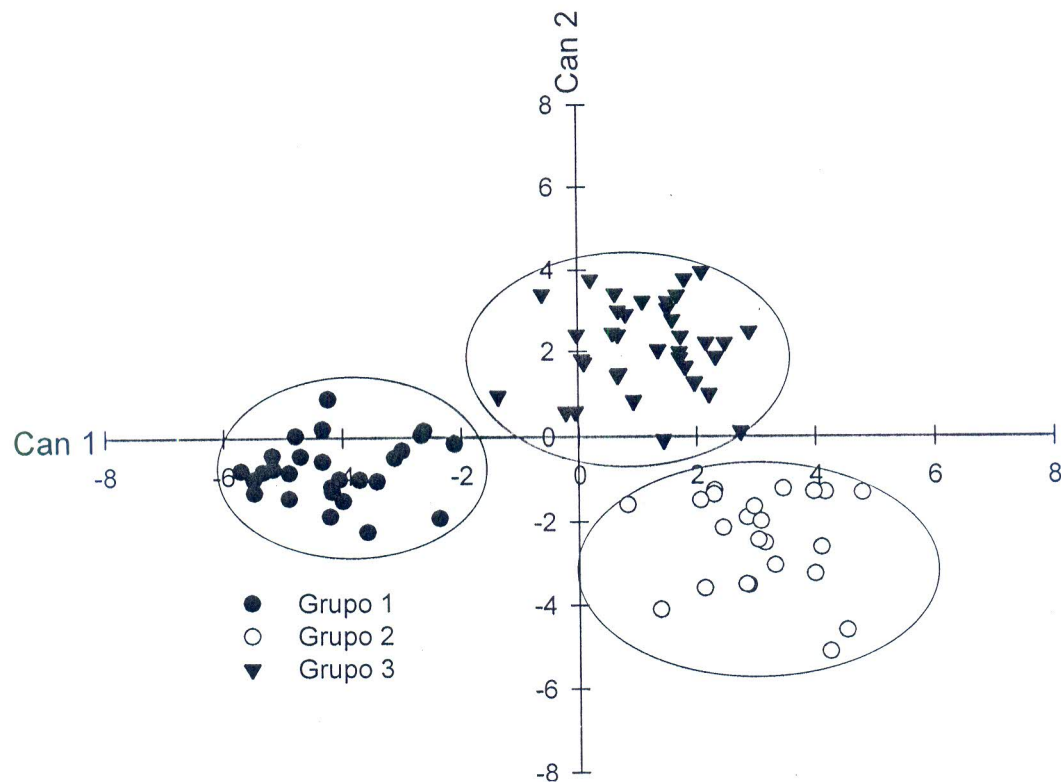


Figura 5. Dispersión de los grupos preestablecidos con características de endocarpios de tejocote (*Crataegus* spp.) en el dendrograma de acuerdo con las funciones canónicas derivadas del análisis discriminante.

Como se puede apreciar en las pruebas de distancia de Mahalanobis (Cuadro 10), se tiene una muy baja probabilidad de que sean un mismo grupo por lo que vuelve a demostrar que los grupos obtenidos a partir del dendrograma son diferentes entre si y sus características son muy particulares entre ellos.

Cuadro 10. Distancias Mahalanobis y probabilidad de parecido entre grupos formados con características de endocarpios de tejocote obtenidos a partir de un dendrograma mediante la distancia euclidiana y el método de Ward.

Grupo	1	2	3
1		54.92	36.53
2	<0.0001**		25.03
3	<0.0001**	<0.0001**	

** Altamente significativa con una $P \leq 0.01$

CONCLUSIONES

1. El endocarpio de tejocote, de acuerdo a la definición muy clara de la formación de tres grupos, se considera un excelente estructura del fruto para la caracterización de tejocotes por considerarse una estructura bastante estable y de fácil almacenamiento.
2. Los tejocotes originarios del Estado de Chiapas presentan muchos endocarpios por fruto pero con un bajo porcentaje de semillas; contrariamente los *Crataegus* del centro del país producen menor cantidad de endocarpios por fruto pero con un porcentaje mayor de semillas.
3. En el análisis de agrupamiento, mediante el método de Ward, resultan 3 grupos de accesiones con características bien definidas, entre ellos, tanto de forma y tamaño en donde las características de las accesiones de Chiapas definen a los grupos 1 y 2, lo que lleva a suponer que se trata de más de una especie para este origen.
4. El análisis canónico proporciona una idea más clara de las variables discriminantes o típicas de cada grupo en relación a cualquier otro método multivariado.

LITERATURA CITADA

- Borys, M. W. 1991. Modificación de la germinación de huesos de *Crataegus pubescens* (H.B.K.) por remojo en sales. I Encuentro Nacional del Tejocote, Agronomía e Industrialización. 4 y 5 de octubre. Morelia, Michoacán. pp. 89.
- Borys, M.W; Vega Cuen, A. 1984. Selección de tipos de tejocote (*Crataegus pubescens* H. B. K.) en el Estado de Chiapas, Puebla y México. Revista Chapingo 1 (9):193-199.
- Camacho M., F.; Morales V., G.; Camacho M., R. 1987. Estudio de los mecanismos que inhiben la germinación de la semilla de tejocote (*Crataegus pubescens* H.B.K.). Acta Mexicana de Ciencia y Tecnología 5(20):79-83.
- Camacho M., F.; Balderas G., M. 1995. Remojo en agua y en ácido sulfúrico para mejorar la germinación del tejocote (*Crataegus pubescens*). VI Congreso Nacional de Horticultura, Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas (26-29 de abril) Hermosillo, Sonora. México. pp 223.
- Dickinson, T. A.; Phipps J. B. 1986. Studies in *Crataegus* (Rosaceae: Maloideae) XIV. The Breeding system of *Crataegus crus-galli* Ssensu Lato in Ontario. Amer. J. Bot. 73(1): 116-130.
- Durán Rodríguez, R.; Sahagún Castellanos, J. 1992. La interacción genético ambiental en la genotecnia Vegetal. Revista Chapingo 79-80: 13 16.
- Felipe-Isaac, O. H.; Gravina T., A.; Borys, M. W. 1986. Interacción de procedencia, temperatura alta, escarificación y estratificación en la germinación de semillas de *Crataegus pubescens* H.B.K. Revista Chapingo 13-16 (62-63): 167-170.
- Gutián, J.; Fuentes, M. 1992. Reproductive biology of *Crataegus monogyna* in northwestern Spain. Acta Ecologica. 13 (1), 3 – 11.
- Johnson, D. E. 1998. Métodos Multivariados Aplicados al Análisis de Datos. Traducido por Pérez Castellanos, H. International Thomson Editores, D. F., México. Pp. 93- 146, 217-286.
- Manjarres S., P.; Gravina T., A.; Grajeada G., J. 1984. Estudio preliminar sobre tratamientos de preemergencia en semillas de tejocote (*Crataegus* spp.). Revista Chapingo. 9(45-46):180-181.
- Martínez Alvarado., B.; Romero Osorio., G. 2000. Caracterización de grupos de genotipos de tejocote (*Crataegus* spp.) del Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo. Tesis Profesional. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. México. 68 p.
- Muniyamma, M. M.; Phipps J. B. 1979. Studies in *Crataegus* (Rosaceae: Maloideae) I. Cytological proof of apomixis in *Crataegus* L. Amer. J. Bot. 66: 149-155.

- Nieto-Ángel R.; Ortiz, J. González-Andrés, F.; Borys, M. W. 1997. Endocarp morphology as an aid for discriminanting wild and cultivated Mexican hawthorn (*Crataegus mexicana* Moc and Sessé. Fruits, 52 (5) P317- 324.
- Osorio, D. A. 1999. Caracterización morfológica y fisiológica de frutos de *Crataegus* spp. y hongos asociados en postcosecha. Tesis profesional. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 68 p.
- Phipps, J. B. 1983. Biogeographic taxonomic and cladistic relationships between East Asiatic and North American *Crataegus* Ann. Missouri Bot. Gard. 70: 667 – 700.
- Phipps, J., B. 1997. Monograph of Northern Mexican *Crataegus* (Rosaceae, subfam. Maloideae). Botanical Research Institute of Texas, Inc. (BRIT). Texas, USA. 94 p.
- Pelc, S. T.; Ptak, K. 1981. Development and structure of hawthorn seeds *Crataegus* L., from species occurring in Poland. Acta Soc. Botanicorum Poloniae 50: 409- 417.
- Pérez M.; Nieto-Ángel, R.; Borys, M. W. 1984. Germinación de semillas y crecimiento de plántulas de tejocote (*Crataegus pubescens* H. B. K.) de diferentes procedencias. Revista Chapingo 9(45-46): 185-188.
- SAS Institute, 1999. SAS online V8. Ayudas multimedia para ver la logística del Programa. Statistical Analysis System, versión 8, SAS Institute, Cary, North Carolina, USA.
- Wilcox, D.; McDavid B.; Greer, D. 1995. Image Tool. Versión 3. User Guide. University of Texas Health Science Center, San Antonio, USA. 62 p.

DISCUSIÓN GENERAL

El endocarpio es un caracter estable el cual tiene características muy definidas para ser considerado como parámetro importante en la caracterización de tejocotes. El crecimiento del endocarpio es proporcional al crecimiento de la semilla y cavidad seminal; en tamaño se distinguen muy bien grupos de endocarpios grandes, medianos tendientes a ser grandes y pequeños.

En general en los dos trabajos de investigación, las características de mayor variabilidad y que dan paso a los caracteres que definen a los grupos son: área longitudinal, perímetro longitudinal, longitud del eje mayor y menor de endocarpios, semillas y cavidad seminal, porcentaje de endocarpios con semilla normal, porcentaje de endocarpios sin semilla y porcentaje de semilla normal por fruto, de un total de 39 caracteres evaluados.

Los métodos de agrupación que explican con mayor claridad la formación de los grupos son el *UPGMA* no jerárquico radial derivado del programa Darwin 3.6 y el método de Ward, realizado en el programa SAS system Versión 8, el cual el primero tiene la ventaja de ubicar individuos muy contrastantes en el grupo más afín para las características que presenta; en el segundo utiliza sus varianzas mínimas para acortar distancias entre sus individuos y formar grupos mucho más definidos, éste método tiene como desventaja que es utilizado solo para grupos de datos preestablecidos por el investigador.

Al realizar el análisis discriminante canónico se notan claramente los caracteres que tienen mayor variabilidad y que distinguen a un grupo de otro, por lo que no hay necesidad de realizar análisis

de datos de acuerdo a sus medias, desviación estándar, coeficiente de variación, etc., pues se ha demostrado en este trabajo que ambos métodos arrojan la misma información básica; solamente en el caso pretender conocer los rangos en los que se encuentran estos datos se puede consultar la matriz básica de datos y obtener sus promedios, valores máximo, mínimo, desviación estándar, coeficientes de variación y verificar sus tendencias.

El análisis de componentes principales solo nos proporciona una idea del comportamiento de los caracteres o variables, estos arrojan prácticamente los mismos resultados tanto en el método discriminante canónico (realizado en SAS) y el ACP (en NTSYS), la diferencia radica en el método de agrupación usado para realizar el dendrograma, como es el método jerárquico *UPGMA* convencional en el caso de NTSYS, el método de Ward ó método de varianzas mínimas en el análisis discriminante canónico y el método de agrupación Moyén *UPGMA*, no jerárquico radial mediante la distancia taxonómica media para DARwin, en los cuales agrupan según las necesidades del investigador, siendo mejores desde el punto de vista de éste trabajo los dos últimos métodos.

CONCLUSIONES Y COMENTARIOS GENERALES

El endocarpio y la semilla son caracteres más estables para la definición de grupos de eco-tipos de tejocote.

El análisis discriminante canónico presenta ciertas ventajas en cuanto al análisis e interpretación de los resultados, tomando en consideración el partir de grupos preestablecidos que puedan resultar de un análisis de agrupamiento, ya sea por los métodos de agrupación de Ward para explicar variabilidad ó bien *UPGMA* no jerárquico radial para tomar grupos con características propias, o bien por grupos formados por el investigador.

Los análisis de componentes principales y análisis discriminantes canónicos prácticamente toman los mismos caracteres para la cantidad, forma y tamaño de los endocarpios, semillas y cavidades seminales, por lo que al hacer un análisis discriminante canónico, ya no es necesario formar grupos con promedios, coeficientes de variación, desviación estándar, ó bien entre variables, pues las gráficas con los componentes canónicos, explican de una manera más practica y sencilla las características distintivas entre los grupos.

Comparando los métodos utilizados, el método de agrupamiento de Ward y *UPGMA* no jerárquico radial, nos muestra de mejor manera grupos por tamaño y forma de endocarpios, que el *UPGMA* convencional. El primero reduce a la mínima varianza sus distancias, el segundo busca el mejor sitio para agrupar accesiones con características no comunes para el resto de los grupos y el tercero donde cada dato es un punto y forma muchos grupos dificultando su interpretación.

Con el fin de proteger nuestros recursos filogenéticos, se debe trabajar con mayor intensidad en la investigación y documentación de nuestras especies nativas, ya que países europeos como Alemania, Dinamarca, Suiza, entre otras tienen interés en esta especie pues proporciona ingredientes activos naturales necesarios para sus industrias farmacéuticas, y visitan países como México para coleccionar material y estudiarlo para después explotarlo comercialmente, en ello radica la preocupación como investigador en colaborar un poco en la guía de descriptores de tejocote en la parte de semillas y endocarpios para poder registrar y proteger del plagio a esta especie.