



Enseñar la explotación de la tierra, no la del hombre

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
CHAPINGO**

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA



**PERIODOS DE MADURACIÓN DE FRUTOS Y
CARACTERIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN
TEJOCOTE (*Crataegus* spp.)**

PRESENTAN:

***ALEJANDRO LUNA BOTELLO, RAÚL NIETO ÁNGEL
& CARLOS A. NÚÑEZ COLÍN***



INTRODUCCIÓN

Tejocote: *texocotl* (Fruta agria)

Importancia:

-Hortícola

-Pecuario

-Industrial

-Cultural

-Ecologico

-Energético



-Distribución: Dentro de la República mexicana, los tipos criollos se encuentran localizados desde el paralelo 14° hasta el 32° de L. N., y los tipos cultivados se sitúan entre los 19° y 20° de L. N.; y desde los 400 a los 3000 msnm.

-Regiones productoras: Huejotzingo, Pue., Amecameca, Edo. de Méx., Tlaminca, Edo. de Méx., Santa Ana Chiautempan, Tlax., Maravatío, Pichácuaro y Zinapécuaro, Mich.





Origen:

-China: *C. scabrifolia*

-México: *C. mexicana*

OBJETIVO:

Evaluar y caracterizar la variabilidad de genotipos de tejocote del Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo, en cuanto a caída y periodos de maduración de los frutos, con la finalidad de contribuir al estudio taxonómico del género.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización: La investigación se realizó en el Banco de Germoplasma de tejocote (*Crataegus* spp.), ubicado en Campo Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México; localizada a una altitud de 2,250 m, en las coordenadas geográficas de 19° 29' de Latitud Norte y 98° 53' Longitud Oeste.

Material vegetal: Se evaluaron 76 genotipos (accesiones) de tejocote del cual, 44 proceden del Estado de Chiapas, 20 del Estado de Puebla y 12 del Estado de México. Los árboles están establecidos a una distancia de 2 m entre árboles y 2.5 m entre hileras. Cada accesión está compuesta desde 1 hasta 6 árboles, injertadas de tipo inglés compuesto.



Caracteres evaluados:

Cuadro 2. Variables evaluados de los árboles de tejocote (*Crataegus* spp.) del Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo, 2003-2004.

Abreviatura del carácter	Nombre del carácter evaluado
ATI	Área del tallo del injerto (cm ²)
PTF	Peso total de frutos caídos por árbol (g)
NF	Número de frutos por kilogramo
PF	Peso de un fruto (g)
AT/PT	Área del tallo del injerto (cm ²)/peso total de frutos caídos por árbol (g)
AT/NF	Área del tallo del injerto (cm ²)/ número de frutos por kilogramo
AT/PF	Área del tallo del injerto (cm ²)/ peso de un fruto (g)
PT/AT	Peso total de frutos caídos por árbol (g)/ área del tallo del injerto (cm ²)
PT/NF	Peso total de frutos caídos por árbol (g)/ número de frutos por kilogramo
PT/PF	Peso total de frutos caídos por árbol (g)/ peso de un fruto (g)
NF/AT	Número de frutos por kilogramo/ área del tallo del injerto (cm ²)
NF/PT	Número de frutos por kilogramo/ peso total de frutos caídos por árbol (g)
NF/PF	Número de frutos por kilogramo/ peso de un fruto (g)
PF/AT	Peso de un fruto (g)/ área del tallo del injerto (cm ²)
PF/PT	Peso de un fruto (g)/ peso total de frutos caídos por árbol (g)
PF/NF	Peso de un fruto (g)/ número de frutos por kilogramo

Toma de información en campo

La toma de datos se realizó durante los meses de agosto a febrero del 2003-2004.

-Área del tallo del injerto

-Peso total de frutos caídos por árbol

-Peso de un fruto

-Número de frutos por kilogramo

Métodos estadísticos empleados

- Los valores promedios se ordenaron en una Matriz Básica de Datos (programa Microsoft Excel).
- Se realizó una correlación de *Pearson* mediante el programa SAS V8
- Apoyados con el programa NTSYS, se realizó un Análisis de Componentes Principales, empleando el coeficiente de distancia Chi cuadrada.
- Análisis de Agrupamiento, empleando el método UPGMA no jerárquico, y se realizó el dendrograma con el programa Darwin.
- Para corroborar la máxima discriminación y determinar la similitud de los grupos obtenidos del análisis de agrupamiento, se empleó un Análisis Discriminante Canónico y una distancia de *Mahalanobis*, apoyados en el programa SAS V8.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

(PERIODOS DE MADURACIÓN)

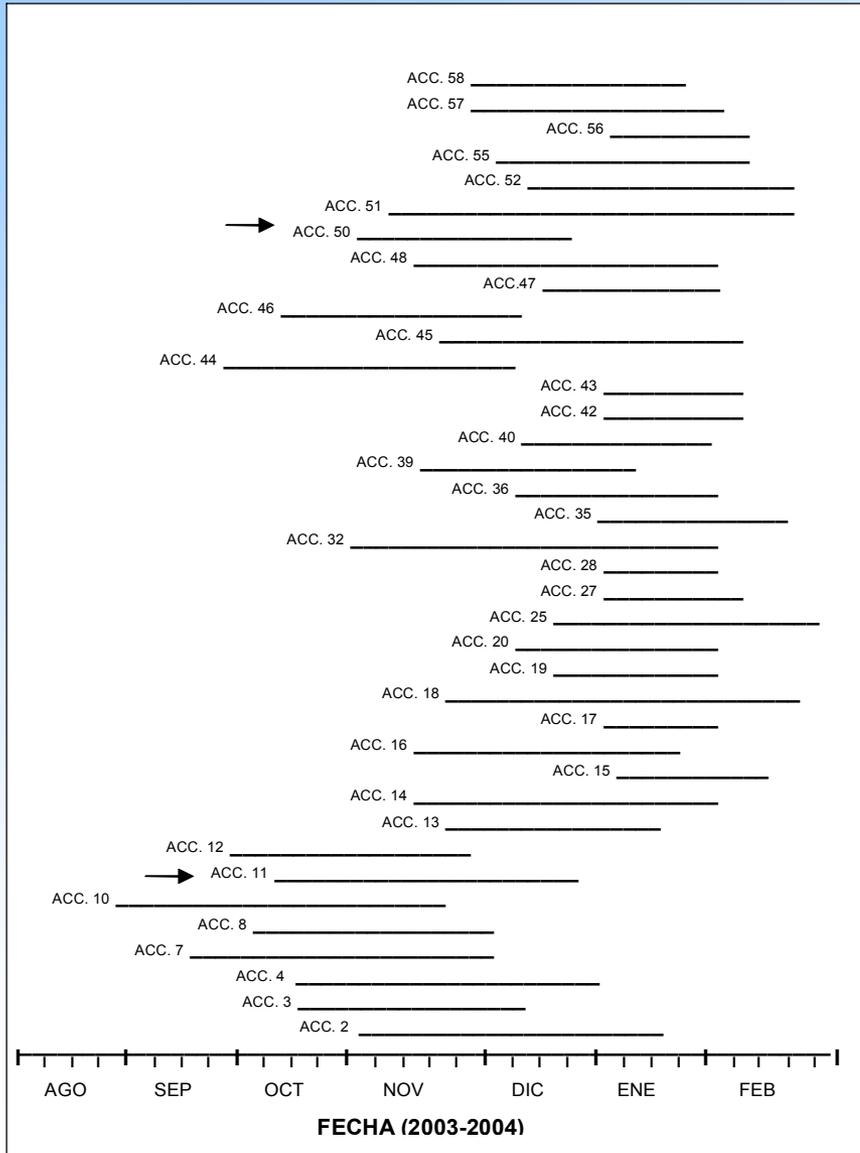


Figura 1. Periodos de caída de frutos de tejocote de las accesiones (Acc.) establecidas en el Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo.

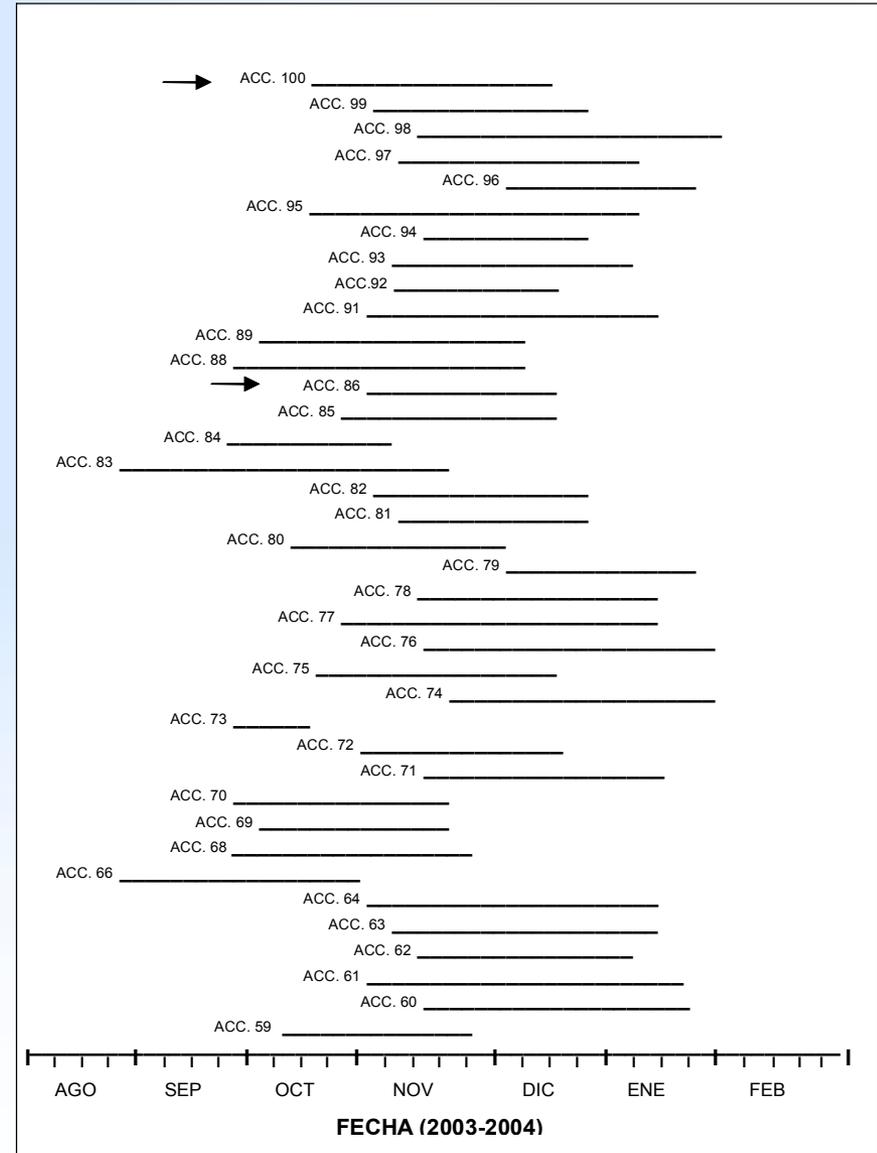
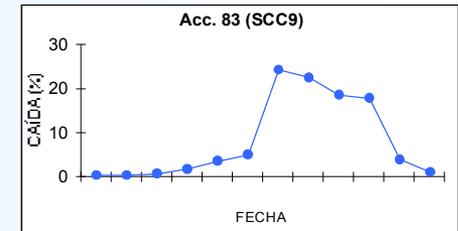
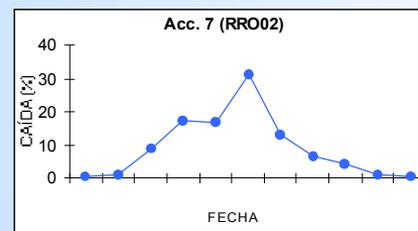
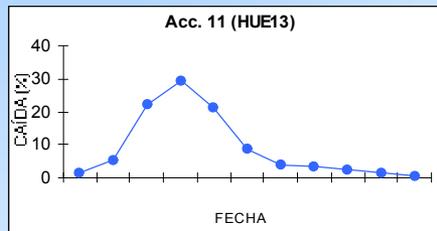


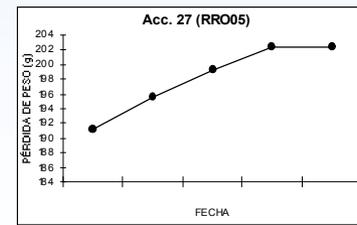
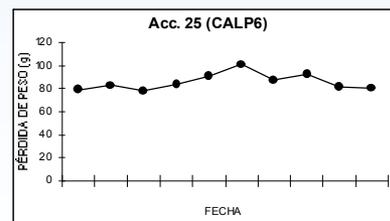
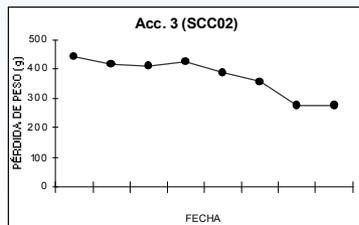
Figura 1. Periodos de caída de frutos de tejocote de las accesiones (Acc.) establecidas en el Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo.



La variabilidad existente en el comportamiento de la caída de frutos de teocote durante el periodo de cosecha se da en tres etapas; La mayoría de los genotipos presentan la caída de frutos al inicio del periodo de cosecha, otros en la etapa intermedia y muy pocos en el periodo final.



El comportamiento del peso de frutos de teocote al momento de la caída, como índice de deshidratación de los frutos durante el periodo de cosecha; la mayoría tiende a disminuir de peso a través del tiempo; otros genotipos se mantienen constante o más bien ganan peso, causado principalmente por la pérdida de agua.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

(CARACTERIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN)

Cuadro 3. Coeficientes de correlación de *Pearson* de las variables evaluadas en genotipos de tejocote (*Crataegus* spp.) del Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo, 2003-2004.

Variables	PTF	NF	PF	AT/PT	AT/NF	AT/PF	PT/AT	PT/NF	PT/PF	NF/AT	NF/PT	NF/PF	PF/AT	PF/PT	PF/NF
ATI	0.559	-0.371	0.529	-0.041	0.729	0.260	0.208	0.754	0.368	-0.522	-0.405	-0.278	-0.285	-0.124	0.522
PTF		-0.267	0.061	-0.324	0.168	0.143	0.870	0.851	0.870	-0.327	-0.434	-0.218	-0.276	-0.347	-0.127
NF			-0.607	-0.007	-0.422	0.600	-0.170	-0.426	0.067	0.825	0.592	0.931	-0.461	-0.266	-0.406
PF				0.017	0.896	-0.465	-0.087	0.487	-0.220	-0.420	-0.360	-0.388	0.522	0.357	0.951
AT/PT					-0.003	-0.004	-0.398	-0.252	-0.356	-0.038	0.555	-0.021	-0.002	0.781	0.025
AT/NF						-0.213	-0.038	0.604	-0.070	-0.325	-0.281	-0.248	0.157	0.125	0.943
AT/PF							0.024	-0.060	0.445	0.124	0.135	0.472	-0.691	-0.363	-0.322
PT/AT								0.637	0.842	-0.165	-0.425	-0.144	-0.183	-0.395	-0.146
PT/NF									0.575	-0.385	-0.433	-0.293	-0.093	-0.207	0.439
PT/PF										-0.124	-0.350	0.059	-0.442	-0.444	-0.217
NF/AT											0.626	0.828	-0.109	-0.117	-0.266
NF/PT												0.510	-0.146	0.310	-0.232
NF/PF													-0.317	-0.182	-0.222
PF/AT														0.547	0.381
PF/PT															0.284

ATI: área del tallo del injerto (cm²); PTF: peso total de frutos caídos por árbol (g); NF: número de frutos por kilogramo; PF: peso de un fruto (g); AT/PT: área del tallo del injerto/peso total de frutos caídos por árbol; AT/NF: área del tallo del injerto/número de frutos por kilogramo; AT/PF: área del tallo del injerto/peso de un fruto; PT/AT: peso total de frutos caídos por árbol/área del tallo del injerto; PT/NF: peso total de frutos caídos por árbol/número de frutos por kilogramo; PT/PF: peso total de frutos caídos por árbol/peso de un fruto; NF/AT: número de frutos por kilogramo/área del tallo del injerto; NF/PT: número de frutos por kilogramo/peso total de frutos caídos por árbol; NF/PF: número de frutos por kilogramo/peso de un fruto; PF/AT: peso de un fruto/área del tallo del injerto; PF/PT: peso de un fruto/peso total de frutos caídos por árbol; PF/NF: peso de un fruto/número de frutos por kilogramo.

ANÁLISIS EN COMPONENTES PRINCIPALES

Valores propios (Eigen Valores)

Cuadro 4. Valores Propios de los componentes principales y su porcentaje de variabilidad entre los caracteres evaluados de genotipos de tejocote (*Crataegus* spp.) establecidos en el Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo, 2003-2004.

COMPONENTE PRINCIPAL	VALORES PROPIOS	PORCENTAJE (%)	PORCENTAJE ACUMULADO (%)
1	5.68542620	35.53	35.53
2	4.39394892	27.46	63.00
3	2.09343528	13.08	76.08
4	1.51859715	9.49	85.54
5	1.17173817	7.32	92.89
6	0.51401944	3.21	96.11
7	0.22147241	1.38	97.49
8	0.16050883	1.00	98.49
9	0.08822037	0.55	99.05

Vectores propios

Cuadro 5. Vectores propios de los componentes principales de los caracteres de vigor y producción de los árboles de tejocote (*Crataegus* spp.), establecidos en el Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo, 2003-2004.

CARÁCTER	COMPONENTES PRINCIPALES		
	1	2	3
ATI (cm ²)	0.304642	0.120297	0.351854
PTF (g)	0.239470	0.345653	-0.027944
NF	-0.344290	0.148331	0.291458
PF(g)	0.324449	-0.233298	0.217040
AT/PT	-0.085985	-0.239442	0.160172
AT/NF	0.309539	-0.121448	0.402295
AT/PF	-0.140113	0.280940	0.299659
PT/AT	0.166433	0.343435	-0.181653
PT/NF	0.334100	0.193189	0.160168
PT/PF	0.110466	0.418561	-0.004846
NF/AT	-0.309682	0.029222	0.200773
NF/PT	-0.293062	-0.118624	0.237986
NF/PF	-0.286769	0.113703	0.359362
PF/AT	0.104710	-0.323965	-0.237753
PF/PT	0.012566	-0.360469	0.025681
PF/NF	0.276646	-0.212923	0.352312

Los valores en negritas fueron seleccionados mediante la correlación entre componentes principales y caracteres originales con una probabilidad de error menor a 0.0001.

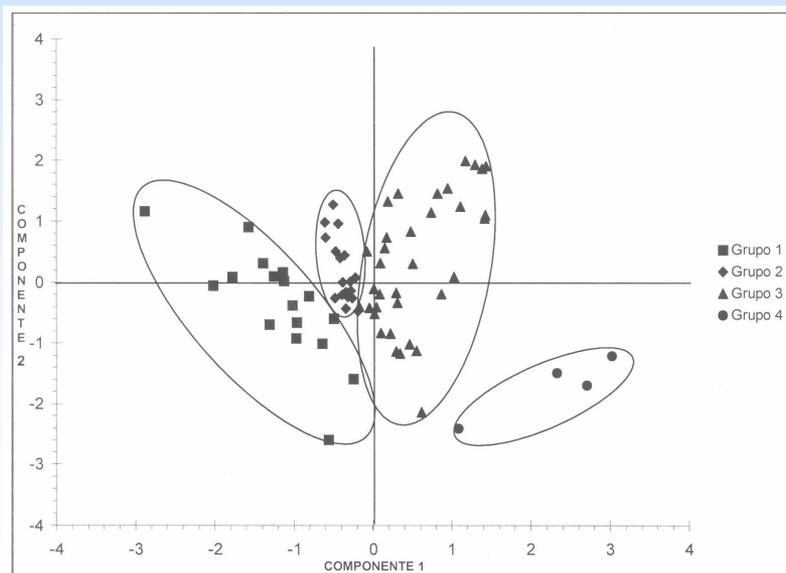
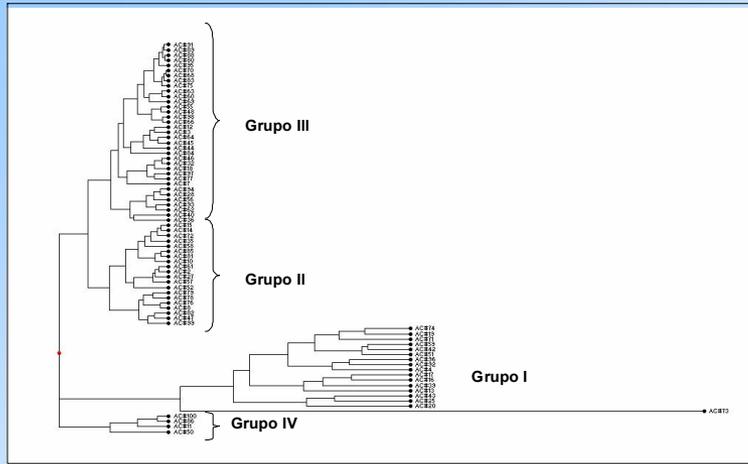


Figura 4. Distribución espacial obtenida de los componentes principales 1 y 2 del agrupamiento de los genotipos de tejocote (*Crataegus* spp.), establecidos en el



ANÁLISIS DE AGRUPAMIENTO



Grupo I: 17 genotipos (13 de Chis., 3 de Pue. y uno de Edo. Mex.). Fruto pequeño (1.63 g), producción baja (3,335.1 g), bajo vigor (mayor rusticidad) con un área del tallo de 80.4 cm². Caracteres con mayor coeficiente de variación son: producción (63 %), y peso de un fruto (60 %)

Grupo III: 35 genotipos (15 de Chis., 12 de Pue. y 8 al Edo. Mex.) Fruto Mediano (4.23g), producción alta (38,065.7g), de vigor mediano (159.4 cm²). Caracteres con mayor CV. Son: producción (89 %) y área del tallo del injerto (49 %).

Grupo IV: 4 genotipos (3 de Pue. y uno de Edo. Méx.). Fruto Grande (15.6 g), Área del tallo alto (297.3 cm²). Coeficientes de variación bajos.

Grupo II: 20 genotipos (16 de Chis., 2 de Pue. y 2 de Edo. Mex.) Fruto pequeño (1.97 g), producción baja (10 748.4 g), bajo vigor con un área del tallo de 120.1 cm². Caracteres con mayor coeficiente de variación (CV) son: producción (53 %) y área del tallo del injerto (38 %)





ANÁLISIS DISCRIMINANTE CANÓNICO (ADC)

Cuadro 10. Valores propios del análisis discriminante canónico de las características de producción de los genotipos de tejocote (*Crataegus* spp.), establecidos en el Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo, 2003-2004.

FC	Valor Propio	Varianza Aportada	Varianza Acumulada	P > F
1	18.8862	65.22	65.22	0.0001
2	8.9985	31.08	96.30	0.0001
3	1.0725	3.70	100.00	0.0001

Cuadro 11. Estructura canónica total de las características de producción de los genotipos de tejocote (*Crataegus* spp.), establecidos en el Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo, 2003-2004.

Variable	FC1	FC2	FC3
ATI	0.572361	-0.218659	0.050985
PTF	0.123402	-0.526596	0.277427
NF	-0.497923	0.561302	-0.085571
PF	0.926399	-0.019683	0.216673
AT/PT	-0.106822	0.467013	0.181789
AT/NF	0.897094	0.111053	0.127861
AT/PF	-0.295744	0.146007	-0.305901
PT/AT	0.011015	-0.543050	0.248823
PT/NF	0.488622	-0.341168	0.326532
PT/PF	-0.058434	-0.437308	0.092999
NF/AT	-0.398695	0.592555	0.179010
NF/PT	-0.437008	0.782582	0.347295
NF/PF	-0.321623	0.502802	0.094907
PF/AT	0.320863	-0.045864	0.289522
PF/PT	0.191603	0.352309	0.262825
PF/NF	0.949724	0.202846	0.111651

Representación gráfica de Análisis Discriminante Canónico

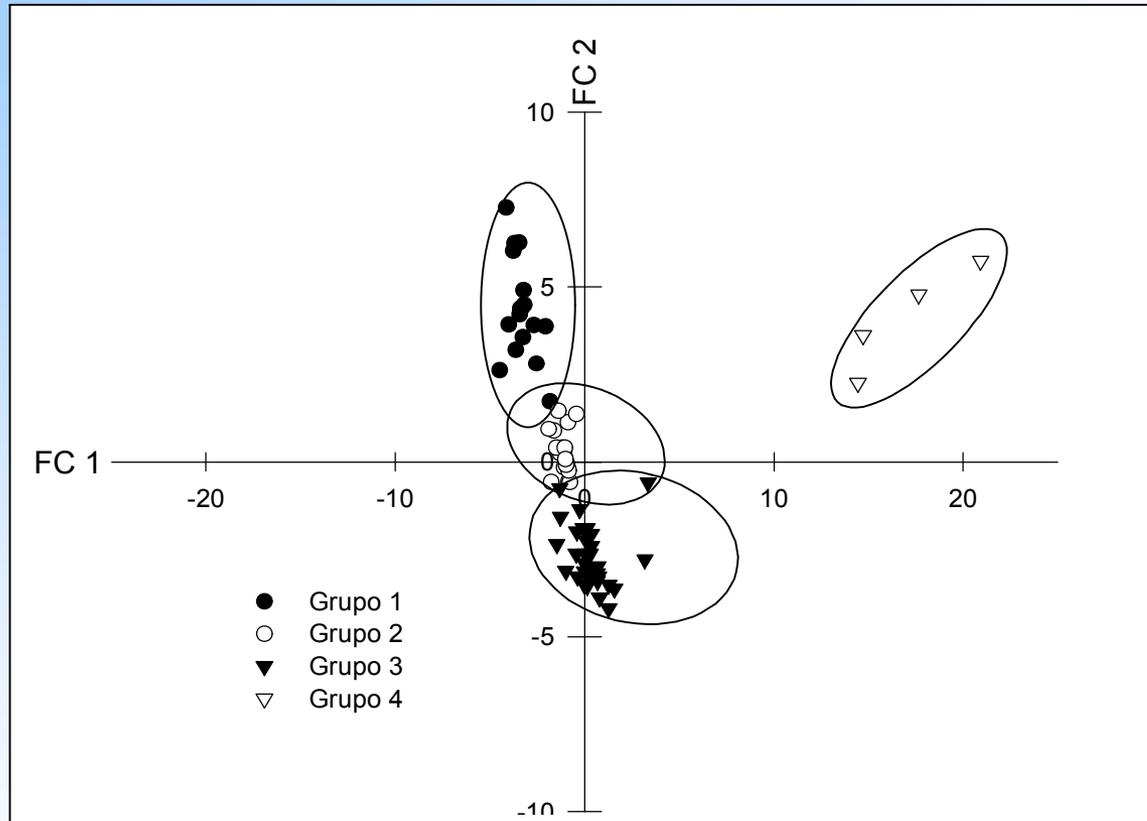


Figura 6. Distribución en el primer plano factorial del análisis discriminante canónico de los genotipos de tejocote (*Crataegus* spp.), establecidos en el Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo, 2003-2004.



Análisis de resubstitución

Cuadro 12. Análisis de resubstitución de los genotipos de tejocote (*Crataegus* spp.), establecidos en el Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo, 2003-2004.

Grupo	1	2	3	4	Total
1	16	1	0	0	17
2	0	20	0	0	20
3	0	2	33	0	35
4	0	0	0	4	4
Total	16	23	33	4	76

Distancia de *Mahalanobis*

Cuadro 13. Distancia *Mahalanobis* y probabilidad de las características de vigor y producción de tejocote (*Crataegus* spp.).

Grupo	1	2	3	4
1		27.50826	62.86123	409.85012
2	<0.0001		15.81348	343.55633
3	<0.0001	<0.0001		323.39276
4	<0.0001	<0.0001	<0.0001	

CONCLUSIONES

- 1) Los genotipos de tejocote del Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo, producen en un periodo de seis meses, concentrándose la mayor producción en los meses de octubre, noviembre y diciembre.
- 2) Existen genotipos de tejocote en donde su periodo de caída de fruto es de 21 días, hasta aquellos que se dan en un intervalo de 100 días, por lo que existe la posibilidad de aprovecharlos para los diferentes usos y programas de mejoramiento genético.
- 3) Los genotipos con mayor tamaño de fruto, maduran a finales de octubre e inicios de noviembre, lo que se concluye que se trata de aquellos más domesticados por las culturas prehispánicas, mismas que coinciden con la parte cultural mas importante en donde se utilizan los frutos de tejocote.
- 4) La variabilidad existente en el comportamiento de la caída de frutos de tejocote durante el periodo de cosecha se da en tres etapas: inicio, intermedio y final.
- 5) El comportamiento del peso de frutos de tejocote al momento de la caída, como índice de deshidratación de los frutos durante el periodo de cosecha, la mayoría tiende a disminuir de peso a través del tiempo.

- 6) Son 17 genotipos que integran el grupo I, la mayoría de ellos proceden del Estado de Chiapas, con frutos pequeños, baja producción y menor diámetro del tallo del injerto.
- 7) El grupo II supera al grupo I, está formado por 20 genotipos; la mayoría de éstos tienen su origen en el Estado de Chiapas; en promedio la producción y el peso de un fruto son bajos, y el diámetro del tallo del injerto intermedio.
- 8) En lo que respecta al grupo III, muestra que está en proceso de transición (de criollo a domesticado), en promedio el tamaño de un fruto y diámetro del tallo del injerto es intermedio, y con producción alto; está formado por 35 genotipos de la cual 15 corresponden al Estado de Chiapas, 12 a Puebla y 8 al Estado de México.
- 9) El grupo IV lo integran cuatro genotipos; se caracterizan por presentar los máximos valores en relación al peso de los frutos y diámetro del tallo del injerto, no así para el peso total de fruto caído por árbol, donde lo superó el grupo III del mismo carácter.
- 10) La agrupación de los genotipos de tejocote realizada por el análisis de componentes principales, el método de agrupamiento y el análisis discriminante canónico; indican que dichos grupos fueron definidos por el grado de domesticación.



GRACIAS