

## Análisis canónico discriminante en la caracterización de frutos de chinene (*Persea schiedeana* Nees)

### Canonical discriminant analysis in fruit characterization of chinenes (*Persea schiedeana* Nees)

DEL ÁNGEL-CORONEL, Oscar Andrés<sup>1\*†</sup>, CALDERÓN-PALOMARES, Luis Antonio<sup>1</sup> y CRUZ-CASTILLO, Juan Guillermo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico Superior de Huatusco. Av. 25 Poniente No. 100 Col. Reserva Territorial, C.P. 94100, Huatusco, Ver. México

<sup>2</sup>Universidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Universitario Oriente. Km. 6.5 Carretera Huatusco-Totutla, Huatusco, Ver. México

ID 1<sup>er</sup> Autor: Oscar Andrés, Del Ángel-Coronel / ORC ID: 0000-0002-0848-907X, CVU CONACYT ID: 226585

ID 1<sup>er</sup> Coautor: Luis Antonio, Calderón-Palomares / ORC ID: 0000-0001-9846-5567, CVU CONACYT ID: 238274

ID 2<sup>do</sup> Coautor: Juan Guillermo, Cruz- Castillo

Recibido 21 Marzo, 2018; Aceptado 30 Junio, 2018

#### Resumen

**Objetivos, metodología:** El presente trabajo pretende, mediante el uso del análisis canónico discriminante, encontrar la relación con las variables que posiblemente contribuyen más a explorar algún carácter de excelencia, en la intención de potenciar el valor comercial del fruto, así como contribuir a la preservación de éste recurso natural endémico de la región central del estado de Veracruz. Para ello, se realizaron exploraciones y colectas de frutos de chinene en la región centro-occidente del estado de Veracruz. El material se clasificó en 16 grupos de acuerdo al color de fruto y sitio de colecta. Las variables evaluadas fueron peso de fruto (PF), de pulpa (PPUL), de cáscara (PCAS) y semilla (PS); diámetro delgado (DDF), medio (DMF) y grueso (DGF) del fruto; diámetro (DS), y longitud (LS) de semilla; longitud de chinene (LCH); grosor de la pulpa (DPUL) y de cáscara (GCAS). **Contribución:** Los resultados mostraron dos funciones canónicas discriminantes (FCD's). La FCD1 explicó 42% de la variabilidad y estuvo influenciada por características deseables por los consumidores, incluyendo chinenes muy largos, semilla de bajo peso y mucha pulpa aunque de bajo peso, de colores morado, negro y café, distribuidos en las localidades de Ixhuatlán y Calcahualco, Veracruz. La FCD2 agrupó frutos pequeños de forma ovoide, cualidades muy similares a las reportadas en altitudes menores a los 800 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), por lo que la altitud podría ser un factor que influya directamente en la calidad de los frutos de chinene.

**Parametros de calidad de fruto, Morfología de frutos, Análisis de frutos, Frutales no tradicionales**

#### Abstract

**Objectives, methodology:** The aim of this work was detect the relationships between several quality fruit parameters in chinene fruits, by mean of the canonical discriminant analysis, in order to enhance its commercial value and contribute to preserve this natural resource endemic from Veracruz, México. The Chinene fruits were collected in the central-east region from Veracruz State. The fruits were arranged in 16 groups according to color fruit and its collection site. The evaluated variables were the fruit (PF), flesh (PPUL) skin (PCAS) and seed (PS) weights; the slim (DDF), medium (DMF) and thicker (DGF) diameter; the seed length (LS) and diameter (DS); Chinene fruit length (LCH); flesh (DPUL) and skin (GCAS) thickness. **Contribution:** The results of the canonical discriminant analysis shown two canonical functions (FCD's). The FCD1 explain 42% of the variability and this were influenced by commercial desirable characteristics of fruit, including very long fruits, low weight of seeds and a generous flesh, although the general weight of chinene was low, the skin colour was predominantly purple, black and brown, and it is located in Ixhuatlán and Calcahualco, Veracruz. The FCD2 grouped small and ovoid fruits, similar qualities to reported for chinenes developed at lower altitudes (< 800 meters over sea level). Therefore, the altitude may be a factor that directly influences the chinene fruit quality.

**Fruit quality parameters, Fruit morphology, Fruit analysis, non-traditional fruits**

**Citación:** DEL ÁNGEL-CORONEL, Oscar Andrés, CALDERÓN-PALOMARES, Luis Antonio y CRUZ- CASTILLO, Juan Guillermo. Análisis canónico discriminante en la caracterización de frutos de chinene (*Persea schiedeana* Nees). Revista de Análisis Cuantitativo y Estadístico. 2018. 5-15: 1-8.

\*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: oscarangel.coronel@itshuatusco.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer Autor.

## Introducción

Introducir y desarrollar nuevos cultivos permite ampliar las oportunidades de mejorar el ingreso de los productores, al mismo tiempo que generen fuentes de empleo y divisas para el país. De acuerdo con Schwentesius & Gómez (1997) a los nuevos cultivos se les ha llamado alternativos, no tradicionales o cultivos exóticos, refiriéndose casi exclusivamente a plantas de climas subtropicales y tropicales, y a hortalizas y flores de todo clima y a algunas frutas de clima templado, como la tuna, el aguacate y las frutillas.

Entre las variedades del género *Persea* que se cultivan en México, existe un grupo que se distingue por mucho del grupo ordinario. Los primeros clasificadores lo describen como un fruto que más bien está considerado aparte, en una variedad diferente a la del aguacate (Itié, 1918), al cual los pobladores de la región centro-oriental del estado de Veracruz le han denominado como “chinene” y en el sureste de México también se le conoce como “chinin, aguacate de manteca o pagua” y en Guatemala como “chucté o coyo” (Cruz et al., 2004).

Al igual que casi todos los miembros reconocidos del subgénero *Persea*, el chinene (*Persea schiedeana* Nees) se distribuye desde la parte central de México, a través de Guatemala, hasta gran parte de Centroamérica, donde prospera de manera silvestre ó espontánea en áreas cálidas, muy húmedas, y en altitudes similares a la de la raza Antillana (alrededor de los 1,000 m.s.n.m. – metros sobre el nivel del mar) (Sánchez, 1999; Cruz et al., 2004).

A pesar de que es un fruto poco conocido en las zonas urbanas de México y Centroamérica, el chinene es muy apreciado por los habitantes de algunas regiones de Veracruz, Tabasco, Oaxaca y Guatemala (Cruz et al., 2004). Cuya popularidad es atribuida a sus excelentes características organolépticas tales como las descritas por Itié (1918) quien caracterizó al chinene como un fruto de sabor dulce, poco marcado, fresco y agradable, de consistencia granulosa y con la untuosidad del aguacate, cremoso pero suficientemente firme y sin olor apreciable. Además de que en la región es reconocido empíricamente como fuente de salud humana por mejorar la digestión alimenticia por su alto contenido de fibra y aceites esenciales.

En este sentido, Cruz et al. (2004 y 2007), Joaquín et al. (2007) y Del Ángel et al. (2010) tienen reportadas evidencias de que algunos chinenes presentan en su pulpa un menor contenido de fibra y una mayor concentración de ácidos grasos esteárico, oleico y linolenico con respecto al aguacate ‘Hass’, y que se llegaron a encontrar frutos cuya textura de pulpa fue muy parecida a la de dicho aguacate.

En los mercados regionales del centro del Estado de Veracruz y del sur del Estado de Tabasco se aprecia una gran diversidad de tipos de chinene en cuanto a tamaño y forma del fruto. El color de la cáscara puede ser verde, morada, negra o café. La pulpa es fibrosa o de textura similar a la del aguacate. Específicamente, se ha observado en los mercados regionales de Huatusco, chinenes que presentan pulpa cremosa con buenas características organolépticas que facilitarían su comercialización en mercados de mayor exigencia, y competencia comercial con respecto a otros tipos de frutos (Cruz et al., 2004).

Particularmente para la región centro-occidente o región de las altas montañas del estado de Veracruz, que comprende entre los 1,100 y 1,300 m.s.n.m., el chinene comparte créditos con otros frutales que crecen en forma dispersa entre las fincas de café y mayoritariamente su producción está destinada al autoconsumo y orientada hacia los mercados local y regional (Cruz & Torres, 2001).

Sin embargo, aún cuando *Persea schiedeana* ha sido reportada como una especie abundante en Guatemala y Centroamérica (Ben-Ya’acov et al., 1995) como un gran recurso fitogenético para el aguacate, en nuestro país también se tiene una gran gama que no ha sido completamente estudiada, misma que se podría aprovechar para realizar una selección en cuanto a calidad de fruta, desafortunadamente la deforestación, los cambios de uso de suelo, incendios forestales y destrucción de los hábitats naturales en general, están causando la erosión genética de dicha especie (López et al., 1999; Sánchez, 1999). En la intención de revertir estos problemas, se han lanzado en México y Centroamérica varios programas de exploración, colecta, conservación y evaluación, entre los que se pueden señalar algunos trabajos como los de López et al. (1999), Barrientos et al. (1995), Ben-Ya’acov et al. (1995a & 1995b), López et al. (1995), entre otros.

Particularmente para el estado de Veracruz, investigadores de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias campus Córdoba, de la Universidad Veracruzana (Herrera-Tenorio et al., 2004) han centrado sus esfuerzos en la exploración de la distribución del chinene en la región centro del estado de Veracruz, realizando recorridos en las localidades Orizaba, Jalapilla, Rafael Delgado, Ixtaczoquitlán, Río Blanco, Nogales, Ciudad Mendoza, Acultzingo, Balasterra, Maltrata y Aquila. Lugares situados entre los 18° 49' y 18° 53' latitud norte y los 97° 3' y 97° 20' longitud oeste, con altitudes comprendidas desde los 950 hasta los 2000 m.s.n.m., logrando establecer censos de árboles bien desarrollados (20 años o más) en la ciudad de Orizaba y colonias suburbanas y concluyendo que *Persea schiedeana* para esta misma zona, no prospera más allá de los 1600 m.s.n.m.

Mientras que para la parte costera del estado, en la llamada región de Los Tuxtlas, Veracruz, destaca el trabajo de exploración frutícola de chinenes de Joaquín et al. (2007) quienes reportan la distribución geográfica y ecológica de los frutos de chinene en 39 comunidades distribuidas en siete municipios de dicha región, entre los 18°10' y 18°45' de latitud norte y los 94°42' y 95°27' de longitud oeste, con rangos de altitud predominantemente entre los 28 y 800 m.s.n.m., y estableciendo que el principal método de propagación de los árboles existentes en la zona es por semilla (95%) y que los frutos son usados generalmente para el autoconsumo o constituyen una fuente de ingreso económico para las familias que los comercializan

A pesar de la importancia que representan los resultados de la investigación mencionada arriba, los estudios se enfocan solo al árbol y su ubicación geográfica, descuidando así las características inherentes al fruto, o a la calidad de los mismos, que también exhiben una gran variabilidad, principalmente en lo referente a formas, tamaños, pesos, valor nutricional, entre otros. Por otra parte, el número de investigaciones que consideran al chinene como un frutal que puede tener valor comercial es reducido, ya que mayormente la especie es utilizada para el desarrollo de porta injertos debido a la compatibilidad vegetativa y gamética que tiene *Persea schiedeana* con el aguacate (Ellstrand et al., 1986 citado por López et al., 1999)

Omitiendo en la mayoría de los casos el hecho de que existe una gran demanda regional y que durante la temporada de producción (entre Junio y Septiembre) se han presentado casos en el que el precio del chinene rebasa al del aguacate Hass, debido a que la pulpa es muy apreciada por los consumidores (Cruz-Castillo et al., 2004).

Por tal motivo, en el presente trabajo se pretende mediante el uso del análisis canónico discriminante maximizar la separación o discriminación entre grupos de chinenes colectados en los principales mercados de la región, y encontrar la relación con las variables que posiblemente contribuyen más a esta separación y que permitan explorar algún carácter de excelencia en la intención de potenciar el valor comercial del fruto o de alguno de sus deferentes tipos y/o formas, así como contribuir a la preservación de éste recurso natural endémico de la región centro-occidente del estado de Veracruz.

## Materiales y Métodos

### *Sitio de estudio y material vegetal*

El trabajo se realizó en la región que comprende la zona centro-occidente del estado de Veracruz, también conocida como región de las altas montañas. Las localidades donde se realizó la exploración frutícola para la colecta del material se muestran en la Tabla 1:

| Localidad de exploración | de Municipio       | Altitud promedio de la zona de producción en metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) |
|--------------------------|--------------------|---|
| Calcahualco              | Calcahualco        | 1,720   |
| Comapa                   | Comapa             | 1,040   |
| Córdoba                  | Córdoba            | 860   |
| Excola                   | Calcahualco        | 1,995   |
| Huatusco                 | Huatusco           | 1,300   |
| Ixhuatlán del café       | Ixhuatlán del café | 1,357   |
| Ocotitlán                | Ixhuatlán del café | 1,183   |
| Tecomátla                | Totulta            | 1,304   |
| Tomatlán                 | Tomatlán           | 1,360   |

**Tabla 1** Sitios de colecta de frutos de chinene en la región de las altas montañas, Veracruz

Estos sitios fueron identificados *a priori* como aquellos en donde los chinenes son comercializados en los principales mercados y/o tianguis de la zona de influencia conforme a la opinión de los lugareños.

En total colectados 147 frutos de chinene obtenidos de los principales mercados y/o tianguis señalados en la Tabla 1 durante todo el mes de Julio, el cual representa la temporada fuerte de los meses de cosecha y comercialización (Junio, Julio y Agosto).

No se consideró ningún criterio particular para la selección y adquisición de los frutos, excepto el de obtener la mayor variabilidad de formas y colores de cáscara posibles, así mismo se sabe –por comunicación personal con el comerciante– que los árboles de los cuales provienen los frutos se desarrollaron de forma silvestre, sin ningún tipo de manejo agronómico, ni cuidados especiales. Posterior a la colecta y bajo condiciones de laboratorio, los frutos se agruparon en función de la variabilidad observada, siendo el tipo de chinene el principal criterio de agrupación en base al color en madurez de consumo y en segundo criterio el lugar de procedencia. Los 16 grupos obtenidos en total bajo estos dos criterios se clasificaron como sigue:

- Grupo A: Frutos de chinene color negro colectados en el mercado y/o tianguis local del municipio de Huatusco de Chicuellar, Ver.
- Grupos B, C, D, E: Corresponde a los frutos de chinene con cáscara color café, verde, negro y morado (respectivamente) colectados en los mercados y/o tianguis local del municipio de Ixhuatlán del Café, Ver.;
- Grupos F, G: Representa a los grupos de chinenes de color de cáscara café y verde (respectivamente) colectados en el mercado y/o tianguis de la localidad de Ocotitlán, municipio de Ixhuatlán del Café, Ver.;
- Grupo H: Incluye a los frutos de chinene color negro colectados en el mercado y/o tianguis local del municipio de Calchahualco, Ver.
- Grupos I, J: Agrupan a los chinenes color negro y café (respectivamente) procedentes del mercado y/o tianguis local del municipio de Tomatlán, Ver.
- Grupos K, L: Identifica a los frutos de chinene color verde y café (respectivamente) colectados en el mercado y/o tianguis de la localidad de Excola, municipio de Calchahualco, Ver.
- Grupo M: Esta categoría agrupa a los frutos de chinene con color de cáscara café colectados en la ciudad de Córdoba, Ver.
- Grupos N, O: Grupo de frutos de chinene color café y verde (respectivamente) colectados en el mercado y/o tianguis del municipio de Comapa, Ver.
- Grupo P: Incluye a los frutos de chinene con color de cáscara café colectados en el mercado y/o tianguis de la localidad de Tecomatla, municipio de Totutla, Ver.

#### *Variables evaluadas*

Se evaluaron 16 grupos de chinenes definidos a priori en función del color de fruto en madurez fisiológica (café, verde, negro y morado) y a cada uno de ellos se les midieron 12 variables representativas de las principales características morfológicas y atributos de calidad comercial del fruto especificadas por los consumidores en los sitios de colecta:

- PF - Peso fresco del fruto en gramos
- LCH - Longitud del chinene en mm, tomada desde el punto de desprendimiento del pedúnculo hasta el extremo opuesto del fruto
- DDF - Diámetro delgado del fruto en mm, tomado en la zona más cercana al pedúnculo, la cual es la más delgada y por lo general se presenta en forma de cuello de botella
- DGF - Diámetro grueso en mm, medido en la parte más hinchada o redondeada del fruto
- DMF - Diámetro medio que representa el diámetro en mm tomado de entre la zona de transición del diámetro delgado y diámetro grueso, aproximadamente en la zona media del fruto
- PS - Peso de semilla o hueso en gr.;
- DS - Diámetro de la semilla en mm;
- LS - Longitud de la semilla en mm;
- DPUL - Grosor o espesor de la pulpa en mm;
- PPUL - Peso de la pulpa en gr.;
- GCAS - Grosor de la cáscara en mm;
- PCAS - Peso de la cáscara en mm.

#### *Análisis estadístico*

Los datos de las doce variables fueron analizados utilizando análisis canónico discriminante, la cual es una técnica del análisis multivariado capaz de identificar diferencias entre grupos de individuos establecidos a priori y mejorar el entendimiento de las relaciones entre las diversas variables medidas dentro de estos grupos.

DEL ÁNGEL-CORONEL, Oscar Andrés, CALDERÓN-PALOMARES, Luis Antonio y CRUZ- CASTILLO, Juan Guillermo. Análisis canónico discriminante en la caracterización de frutos de chinene (*Persea schiedeana* Nees). Revista de Análisis Cuantitativo y Estadístico. 2018.

Como grupos se consideraron los tipos de chinenes señalados anteriormente en función del color y la localidad. El procedimiento “proc candisc” del programa estadístico de cómputo SAS® V.8 fue empleado para generar las funciones canónicas discriminantes en este tipo de análisis.

### Resultados y discusión

Con el propósito de resumir el complejo de relaciones entre los datos y de identificar algunas variables sobresalientes entre los grupos de individuos evaluados, fue corrido un análisis canónico discriminante para caracterizar físicamente a los frutos de chinenes colectados en los principales mercados de la zona de influencia del municipio de Huatusco, Veracruz. Con los 16 grupos de chinenes definidos a priori y los datos para las 12 variables, el máximo número de funciones canónicas discriminantes (FCD's) obtenidas fueron 12.

Esto es porque el máximo número de FCD's es igual al número de variables medidas o uno menos que el número de grupos, dependiendo de cual sea el valor más pequeño (Cruz-Castillo et al., 1999; Cruz-Castillo et al., 1997; Cruz-Castillo et al., 1994). Las dos primeras FCD's acumularon el 60.54% de la variación total entre los grupos con respecto a la variación dentro de cada grupo (Tabla 2). El eigenvalor de la FCD1 explicó el 42.40% de la variación entre los grupos de chinenes con respecto a la variación colectada dentro del grupo, la FCD2 solo estimó el 18.14% y el resto de las FCD's obtuvo niveles de variación no significativos.

Debido a que la FCD1 explica la mayor variación, resulta interesante discutirla en el presente trabajo. Los valores de los coeficientes canónicos estandarizados para FCD1 señalados en la Tabla 2, indican que la discriminación de los frutos estuvo altamente influenciada por las variables longitud de chinenes (LCH), peso de semilla (PS), peso de pulpa (PPUL) y en menor grado por el diámetro gordo del fruto (DGF), peso de la cáscara (PCAS) y grosor de la cáscara (GCAS). En otras palabras, la FCD1 permitió integrar a aquellos frutos predominantemente largos, con muy poco peso de semilla y de mucha pulpa, con la tendencia a desarrollar la zona ancha del fruto, acompañado de una cáscara pesada pero de poco grosor.

Todas estas características pueden calificarse como atributos de calidad sobresalientes y altamente deseables en términos comerciales.

| Variable                  | FCD1            | FCD2            |
|---------------------------|-----------------|-----------------|
| PF                        | 0.002864401     | -0.763749188    |
| DDF                       | 0.094334128     | -0.473176969    |
| DMF                       | -0.140979710    | -0.351025755    |
| DGF                       | 0.314559092     | 0.026846025     |
| LCH                       | 0.539443524     | 0.022829726     |
| PS                        | -0.622726227    | -0.366220233    |
| DPUL                      | -0.052012139    | 0.041269528     |
| PPUL                      | -0.566156494    | 0.136499254     |
| PCAS                      | 0.372006781     | 0.111009024     |
| GCAS                      | -0.333648548    | 0.736970727     |
| DS                        | -0.022448893    | 1.002126906     |
| LS                        | 0.160959360     | -0.002555138    |
| <b>Eigenvalor</b>         | <b>1.98</b>     | <b>0.85</b>     |
| <b>Varianza explicada</b> | <b>42.40 %</b>  | <b>18.14%</b>   |
| <b>Corr. Can.</b>         | <b>0.815236</b> | <b>0.677301</b> |

**Tabla 2** Coeficientes canónicos estandarizados entre las dos principales funciones canónicas discriminantes (FCD's) y las variables respuesta aplicadas a los grupos de individuos

La segunda función canónica discriminante (FCD2) explica en menor proporción la variabilidad con respecto a FCD1. De acuerdo a los coeficientes estandarizados, esta segunda función esta principalmente influenciada por las variables diámetro de semilla (DS), grosor de cáscara (GCAS), peso de fruto (PF) y diámetro delgado de fruto (DDF).

Por tanto, en esta función predominan los frutos de chinene cuyos atributos de calidad son pobres o poco deseables desde el punto de vista comercial ya que estarían caracterizados por poseer semilla muy grande, lo cual reduce significativamente la cantidad de pulpa disponible para el consumidor; aunado a ello estos frutos también exhiben un mayor grosor de cáscara, con muy poco peso y presentan un cuello bastante delgado, adquiriendo formas redondeadas a ovoides.

Este último atributo coincide con lo reportado por Joaquín et al. (2007) quienes registraron frutos de chinene morfológicamente clasificados como obovado-angostos en la región de Los Tuxtlas, Veracruz, donde crecen en altitudes que oscilan entre los 28 y 800 m.s.n.m., caracterizados por tener un menor diámetro proximal (diámetro delgado de fruto) y un mayor diámetro distal (diámetro grueso de fruto).

Esto puede representar una diferencia importante entre el tipo de fruto y la calidad comercial del chinene que se produce en la zona de las altas montañas con respecto al que se produce en la región de Los Tuxtlas, en el estado de Veracruz, ya que aun cuando existen frutos que comparten atributos morfológicos y de calidad comercial similares en ambas regiones, en este estudio se observó que para la zona centro-occidente del estado la mayor variabilidad de los frutos es explicada por atributos de calidad que son potencialmente deseables por los consumidores, tal como lo es el contenido de pulpa.

Al respecto, la única causa que puede ser atribuible a esta diferencia entre el presente trabajo y el reportado por Joaquín et al. (2007) son las diferentes altitudes de las zonas de estudio, ya que para la región de Los Tuxtlas se reportó que la mayoría de los sitios de colecta (65.7%) se ubicaron entre los 28 y 400 m.s.n.m., una tercera parte (33.3%) entre 401 y 800 m.s.n.m. y solo el 1% por arriba de los 1200 m.s.n.m. Mientras que para la región de las altas montañas, la exploración se realizó en localidades donde los árboles de chinene crecen en un rango de altitudes que varía desde los 860 a los 1,995 m.s.n.m.

Con base en esta evidencia, es posible establecer la hipótesis de que tanto el crecimiento y desarrollo de tales frutos esté influenciado por toda la gama de factores climáticos inherentes a la altitud, tales como temperatura, cantidad y distribución de la radiación solar, precipitación pluvial, humedad relativa, tipos de suelos, entre otros. Sin embargo, dicha hipótesis deberá ser probada en futuros estudios de selección de frutos chinenes con características sobresalientes.

Por otra parte, la identificación de características morfológicas y atributos de calidad sobresalientes en la FCD1 puede ser de importancia mayor para definir cuáles serán los atributos generales ideales, que se desean de un fruto en particular dentro de los programas de mejoramiento genético. Al respecto, existen trabajos como el de Campos-Rojas (2004) en donde intenta plasmar ideas de las características que busca conjuntar en un genotipo de aguacate ideal mediante genotécnica aplicada tanto al árbol como al fruto.

Este último, el autor lo idealiza como una fruta de apariencia externa atractiva, haciendo énfasis en la uniformidad del color, así como cáscara de mayor grosor pero sin ser quebradiza, flexible y de fácil desprendimiento, que le confiera mayor resistencia al manejo postcosecha y que a la vez el consumidor pueda detectar al tacto su madurez de consumo.

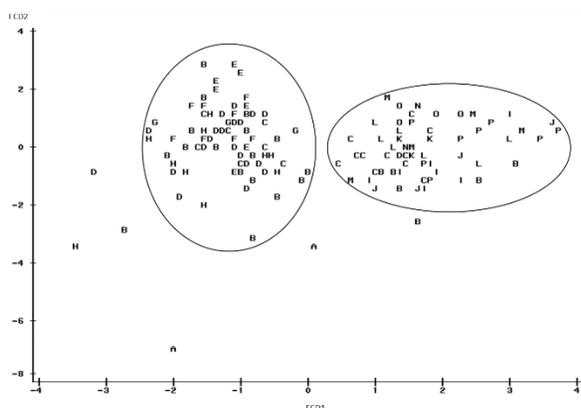
Aun cuando el autor recomienda formas ovaladas en aguacate para facilitar el manejo en el momento del empaque, es pertinente destacar que para los frutos de chinene esta es una característica no se cumple en los frutos de mejor calidad comercial. Será necesario por tanto, ampliar en futuras investigaciones el tamaño de muestra y las localidades incluyendo a varios estados de la república, en aras de encontrar una selección de alguno de los tipos de fruto que, a medida de lo que sea posible, se aproxime a las consideraciones ideales mencionadas.

En este sentido, también será necesario definir estándares de calidad específicos para los frutos de chinene, en base a las preferencias de los consumidores, y establecer algunos parámetros como el peso, contenido de aceites (%), fibra (%), textura, índices de madurez, entre otros que no existen actualmente, y que facilite la colecta de los frutos usando criterios más objetivos en lugar de los criterios meramente empíricos que se aplican actualmente.

Finalmente y con la intención de identificar cuál o cuáles localidades agrupan la mayor variabilidad y cuáles tipos de chinenes son los más representativos de dicha variabilidad, en Figura 1 se muestra como los frutos han sido claramente separados en dos subgrupos en función de las características más sobresalientes de la FCD1, la cual está representada hacia la izquierda por aquellos frutos con el menor peso de semilla y de pulpa, con cáscara delgada y color de cáscara en madurez de consumo predominantemente del tipo verde, negro y café, siendo representativos de estas características los frutos procedentes de las localidades de Tomatlán, Excola, Córdoba, Comapa y Tecomatla.

Mientras que a la derecha de la gráfica y con respecto a la misma FCD1, se agruparon frutos de porte grande que están fuertemente influenciados por una gran longitud del fruto y de buen grosor en la zona ancha del fruto, con muy poco peso de semilla.

Pero también con poco peso de pulpa y cáscara delgada pero pesada, predominantemente del tipo morado, negro, y café, distribuidos en su gran mayoría dentro de los municipios de Ixhuatlán del Café y Calchahualco. Por lo que estas localidades pueden ser buenos candidatos a considerar para futuras investigaciones que pretendan la selección de un cultivar con buenos atributos al fruto.



**Figura 1** Representación gráfica de la discriminación o separación entre grupos observada para la FCD1 (Dónde: A=Chinene negro de Huatusco; B=Chinene café de Ixhuatlán; C=Chinene verde de Ixhuatlán; D=Chinene negro de Ixhuatlán; E=Chinene morado de Ixhuatlán; F=Chinene café de Ocotitlán; G=Chinene verde de Ocotitlán; H=Chinene negro de Calchahualco; I=Chinene negro de Tomatlán; J=Chinene café de Tomatlán; K=Chinene verde de Excola; L=Chinene café de Excola; M=Chinene Café de Cordoba; N=Chinene café de Comapa; O=Chinene verde de Comapa; P=Chinene café de Tecomatla)

## Conclusiones

La exploración frutícola de chinenes producidos en la región de las altas montañas del estado de Veracruz mostró una gran diversidad de tipos de frutos con características sobresalientes, cuya variabilidad pudo ser caracterizada en dos grandes grupos o funciones canónicas que permitieron resumir el complejo de relaciones entre los datos e identificar algunas variables sobresalientes.

Siendo destacables para la primera función canónica discriminante (FCD1) aquellos frutos que presentaron mayor longitud, poco peso de semilla y mucha pulpa, con una fuerte tendencia desarrollar la zona ancha del fruto, con cáscara pesada pero no tan gruesa, destacándose estas características como atributos de calidad comercial deseables por los consumidores de chinene en la zona.

Los tipos de chinene observados con tales características fueron los que presentaron en madurez de consumo un color de cáscara morado, negro y café, distribuidos mayormente en las localidades de los municipios de Ixhuatlán y Calchahualco, por lo que estas localidades pueden ser ideales para iniciar futuras exploraciones de frutos con características sobresalientes. Mientras que para la FCD2, destacaron frutos con semillas grandes y menor cantidad de pulpa, poco peso de fruto y de tamaño general pequeño, con formas ovoides.

Tales atributos son considerados como poco deseables desde el punto de vista comercial. Estas cualidades fueron muy similares a las reportadas para los frutos que se producen predominantemente en zonas con altitudes menores a los 800 m.s.n.m., por lo que la altitud de la zona de producción presumiblemente puede ser un factor que influya directamente en la calidad de los frutos de chinene.

## Referencias

Barrientos-Priego, A.F.; M.W. Borys; A.D. Ben-Ya'acov; L. López-López; M. Rubi-Arriaga; G. Bufler; A. Solís-Molina. 1995. Progress of the study on the avocado genetic resources: the findings from the Mexican Gulf region. Program and book of abstracts of the Word Avocado Congress III. Tel Aviv, Israel.

Ben Ya'acov, A.; E. Martínez; C. Mas. 1995a. Progress of the study on the avocado genetic resources: the avocado genetic resources in Guatemala. Program and book of abstracts of the Word Avocado Congress III. Tel Aviv, Israel.

Ben Ya'acov, A.; A. Solís M.; E. Peri. 1995b. Progress of the study on the avocado genetic resources: the avocado genetic resources in Costa Rica. Program and book of abstracts of the Word Avocado Congress III. Tel Aviv, Israel.

Campos-Rojas, E. 2004. Estrategias para el mejoramiento genético del aguacatero (*Persea americana* Mill.). Memorias del XVII curso de actualización frutícola. Del 13 al 15 de octubre de 2004 [CD-ROM]. Fundación Salvador Sánchez Colín CITAMEX, S. A. Coatepec Harinas, México.

Cruz-Castillo, J.G.; B.R. MacKay; G.S. Lawes; D.J. Woolley. 1992. Canonical discriminant analysis in kiwifruit rootstock research. *Acta Horticulturae* 313: 143-148.

Cruz-Castillo, J.G.; S. Ganeshanandam; B.R. Mackay; G.S. Lawes; C.R.O. Lawoko; D.J. Woolley. 1994. Applications of canonical discriminant analysis in horticultural research. *HortScience* 29(10): 1115-1119.

Cruz-Castillo, J.G.; P.A. Torres-Lima; J.A. Torres-Rivera; V. Domínguez-Martínez. 1999. El análisis multivariado en la selección de frutales con características hortícolas sobresalientes. Curso Internacional de Actualización frutícola. Memoria XII Curso. La importancia del mejoramiento genético en frutales. Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX, S.C. Coatepec Harinas, México. pp. 27-37.

Cruz-Castillo, J.G.; G.S. Lawes; D.J. Woolley; S. Ganesh. 1997. Evaluation of rootstock and 'Hayward' scion effects on field performance of kiwifruit vines using a multivariate analysis technique. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 25: 273-282.

Cruz C., J.G.; P.A. Torres L. 2001. Adaptación de frutales caducifolios. Revisión comparativa de Guatemala y Veracruz, México. *Sociedades rurales, producción y medio ambiente*. 2(1): 63-73.

Cruz-Castillo, J.G.; F. Rodríguez-Bracamontes; D. Domínguez-Monzón; O. A. Del Angel-Coronel. 2004. Chinene, Níspero, Feijoa y Zapote Verde, frutales a promover en las Regiones Cafetaleras de Veracruz. Memorias del XVII curso de actualización frutícola. Del 13 al 15 de octubre de 2004 [CD-ROM]. Fundación Salvador Sánchez Colín CITAMEX, S. A. Coatepec Harinas, México.

Cruz-Castillo, J.G.; O.A. Del Ángel-Coronel; J. de la Cruz-Medina & M.C. Joaquín-Martínez. 2007. Características morfológicas y bioquímicas de los frutos de chinene (*Persea schiedeana* Nees)

Del Ángel-Coronel, O.A.; J.G. Cruz-Castillo; J. de la Cruz-Medina & F. Famiani. 2010. Ripening and physiological changes in the fruit of *Persea schiedeana* Nees during the postharvest period. *HortScience* 45(1): 172-175.

Herrera-Tenorio, M.F.; Montiel-Flores, A.; López de Jesús, S.T. 2004. Biología floral y distribución de chinene *Persea schiedeana* Nees. Memorias del XVII curso de actualización frutícola. Del 13 al 15 de octubre de 2004 [CD-ROM]. Fundación Salvador Sánchez Colín CITAMEX, S. A. Coatepec Harinas, México.

Itié Cantelue, Gabriel. 1918. Une nouvelle variété d'avocat, le chinin. *Sobretiro de L'Agronomie Coloniale*. pp. 41-44.

Joaquín-Martínez, M.C.; J.G. Cruz-Castillo; J. de la Cruz-Medina & O.A. Del Ángel-Coronel. 2007. Distribución ecogeográfica y características del fruto de *Persea schiedeana* Nees en Los Tuxtlas, Veracruz, México.

López-López, L.; M. Rubi-Arriaga; A.F. Barrientos-Priego; A.D. Ben-Ya'acov. 1995. Progress of the study on the avocado genetic resources: current status of avocado germplasm banks in the Mexico State. Program and book of abstracts of the World Avocado Congreso III. Tel Aviv, Israel.

López-López, L.; A.F. Barrientos-Priego; A.D. Ben-Ya'acov. 1999. Variabilidad genética de los bancos de germoplasma de aguacate preservados en el Estado de México. *Revista Chapingo, serie horticultura*. 5(Núm. Especial): 19-23.

Rebolledo-Robles, H.H. 2002. Manual de SAS por computadora. Primera edición. Editorial Trillas. México, D.F. 208 p.

Sanchez-Pérez, J.L. 1999. Recursos genéticos del aguacate (*Persea americana* Mill.) y especies afines en México. *Revista Chapingo, serie horticultura*. 5(Num. Especial): 7-18.

Schwentenius Ríndermann, R.; M. Á. Gómez Cruz. 1997. El maracuyá fruta de la pasión: situación y tendencias de la producción y el comercio en México y en el Mundo. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM). Universidad Autónoma Chapingo. Apoyos y servicios a la comercialización agropecuaria (ASERCA).