

Variación morfológica en colectas de maíz ancho nativo del estado de Morelos, México

Morphological variation in wide cron collections of Morelos state, Mexico

José Francisco Romero Portillo¹

Antonio Castillo Gutiérrez²

Vicente Emilio Carapia Ruiz³

María Andrade Rodríguez⁴

Rafael Ortega Paczka⁵

Noel Orlando Gómez Montiel⁶

Francisco Perdomo Roldan⁷

Ramon Suárez Rodríguez⁸

Recibido: 21-8-2018

Aprobado: 31-8-2018

Resumen

En 2017 la superficie de cultivo de maíz ancho de la raza pozolero fue de 8,114 hectáreas en nivel nacional, con rendimiento promedio de 3.92 t ha⁻¹. El estado de Morelos destina 3,814 hectáreas para la producción del mencionado grano con rendimientos de 2.94 t ha⁻¹; los municipios donde se cultiva son Totolapan, Yecapixtla, Atlatlahucan, Ocuituco y Tlayacapan, con superficie de 1090, 930, 855, 355 y 258 hectáreas respectivamente, las altitudes van desde 1580 a 1920 msnm. Para este estudio se procedió a realizar las colectas en municipios con presencia de germoplasma nativos, del estado de Morelos, estado de México y Puebla. El objetivo del presente trabajo fue estimar la variación morfológica entre colectas de maíz Ancho pozolero utilizando variables cuantitativas y cualitativas. El diseño experimental fue completamente al azar, usando análisis de medias mediante tukey. La unidad experimental constó de 10 repeticiones y 34 tratamientos, se midieron 11 variables cuantitativas y 5 cualitativas. Los aná-

1 M.C y Estudiante en la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México. (UAEM). Profesor de la Escuela de Estudios Superiores de Xalostoc (UAEM). Correo electrónico: joserompoy@hotmail.com.

2 Dr. of Philosophy en Plant Breeding and Genetics en la University of Nebraska-Lincoln E.U. Profesor Investigador en el Posgrado de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural, (UAEM).

3 Dr. Ciencias Entomología y Acarología, Colegio de Posgraduados en Ciencias Agrícolas, Montecillos Estado de México. Profesor Investigador en el Posgrado de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural, (UAEM).

4 Dra. Ciencias Genética, Colegio de Posgraduados en Ciencias Agrícolas, Montecillos Estado de México, Profesor Investigador en el Posgrado de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural, (UAEM).

5 Dr. Profesor Investigador en la Universidad Autónoma Chapingo (UACH).

6 Dr. Investigador del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Campo Experimental Iguala, Guerrero, México.

7 Dr. Profesor Investigador de la Escuela de Estudios Superiores de Xalostoc, (UAEM).

8 Dr. Profesor Investigador en la Facultad del Centro de Investigación en Biotecnología, (UAEM).

lisis de varianza mostraron diferencias altamente significativas para las 16 variables medidas, los cinco primeros componentes principales explican el 90%, de la variación el componente tres lo representó cinco variables cuantitativas que fueron, número de hilera, diámetro de mazorca, diámetro de olote, longitud de grano y proporción ancho-longitud de grano. Con respecto a la distribución morfológica de las variables bajo estudio, los resultados mostraron grupos de colectas con respecto al color de grano, color de olote, diámetro de olote, diámetro de mazorca, longitud de mazorcas, longitud de grano, grosor de grano y número de hileras. La diversidad genética en poblaciones criollas de maíz Ancho pozolero que fueron colectadas en Morelos, es producto del flujo genético.

Palabras clave: Nativo, diversidad genética, Maíz Ancho, razas de maíz.

Summary

In 2017, the area of wide corn cultivation of the pozolero race was 8,114 hectares nationwide, with an average yield of 3.92 t ha⁻¹. The state of Morelos allocates 3,814 hectares for the production of said grain with yields of 2.94 t ha⁻¹; the municipalities where they are grown are Totolapan, Yecapixtla, Atlatlahucan, Ocuituco and Tlayacapan, with an area of 1090, 930, 855, 355 and 258 hectares respectively, the altitudes range from 1580 to 1920 meters above sea level. For this study, collections were carried out in municipalities with presence of native germplasm, from the state of Morelos, the State of Mexico and Puebla. The objective of the present work was to estimate the morphological variation between the wide-pounder maize collections using quantitative and qualitative variables. The experimental design was completely randomized, using tukey means analysis. The experimental unit consisted of 10 repetitions and 34 treatments, 11 quantitative and 5 qualitative variables were measured. The analysis of variance showed highly significant differences for the 16 variables measured, the first five main components explain 90%, of the variation the three component was represented by five quantitative variables that were, row number, ear diameter, ear diameter, grain length and grain width-length ratio. With respect to the morphological distribution of the variables under study, the results showed groups of collections with respect to the color of grain, color of coppice, diameter of coppice, diameter of ear, length of cobs, length of grain, thickness of grain and number of rows. The genetic diversity in large Creole maize populations that were collected in Morelos, is a product of genetic flow.

Keywords: Native, genetic diversity, Broad Corn, corn breeds.

1. Introducción

La conservación del maíz (*Zea mays*, L.) nativo en todo el territorio mexicano está relacionada con la importancia del proceso evolutivo en donde se involucra la participación del hombre, el ambiente y el flujo genético, al mismo tiempo el germoplasma de maíz constituye la riqueza de la variabilidad genética presentes a través de la evolución (Preciado *et al.*, 2011). La definición de raza consiste un grupo de variedades que presenta en su mayoría características idénticas o similares (Roberts, 1950). Las razas de maíz presentes en México tienen problemas para su clasificación entre las que destacan: falta de colectas específicas, son incongruentes, no están bien definidas, es conveniente realizar la taxonomía infraespecífica y la evolución del maíz superó los postulados de Razas (Ortega y Ángeles 1978). Las 38 razas y subrazas de maíz presentes en México fueron agrupadas en seis razas indígenas antiguas, cinco razas exóticas precolombinas, 16 razas mestizas prehistóricas, cuatro razas modernas y siete razas no bien definidas (Wellhausen *et al.*, 1951).

Posterior a esto, Hernández y Alanís (1970) describieron cinco razas nuevas, Ortega (1979) propuso otras diez razas más, la contribución de Benz (1986) agregó cinco y Sánchez *et al.* (2000), propusieron una raza, se obtuvo como resultado 21 razas nuevas registradas, dentro de las cuales se incluye a la raza de maíz ancho; actualmente se reconocen un total de 59 Razas, (Ortega *et al.*, 2011).

El maíz Ancho Pozolero está ubicado dentro del grupo de maíces nativos de México con ocho hileras y se caracteriza por tener mazorcas semicilíndricas, granos grandes (anchos y largos), ocho a 10 hileras, altura de planta de 200 a más de 250 cm (CONABIO, 2010), la mayor diversidad genética y fenotípica se encuentra en los estados de Guerrero, Morelos, Puebla, México y más recientemente se ha reportado en colectas realizadas en Michoacán y Jalisco, la cual se encuentra asociada a nichos de producción muy específicos, ubicados en altitudes de 1250 ± 500 msnm (Ron *et al.*, 2006, CONABIO, 2012).

El grano de la raza de maíz Ancho se distingue por tener un endospermo que absorbe gran cantidad de agua y que le permite expandirse durante el proceso de cocción (CONABIO, 2010); sin embargo, la producción y consumo de pozole no es exclusiva de la raza de maíz Ancho, ya que se asocia con otras diez razas, Cacahuacintle, Elotes Occidentales, Tabloncillo, Jala, Bofo, Harinoso de ocho hileras, Gordo, Blanco de Sonora, Bolita y Ancho (Vázquez y Santiago, 2013; Hernández *et al.*, 2014). Una de las Razas representativas en la elaboración del pozole y que se encuentra en peligro de extinción es la Raza Bolita (Ortega, 2003).

Actualmente en la República Mexicana la superficie dedicada a la producción de maíz pozolero es de 8114 ha; que tienen un rendimiento medio de 3.9 t ha⁻¹ (SIAP-SAGARPA, 2017). La importancia de la raza de maíz Cacahuacintle que se usa para la elaboración de pozole se debe al sobreprecio que alcanza, que es 100 a 475 % mayor al valor que se le da en el mercado cuando se destina para la elaboración de tortillas o fruto en fresco (González *et al.*, 2006; Arellano *et al.*, 2010); además se usa para extraer hoja para tamales y rastrojo para el ganado, lo cual incrementa la plusvalía de esta raza y brinda trabajo a los agricultores de maíz durante la temporada de seca. La diversidad existente dentro de las razas de maíz para la producción de pozole ha sido poco explorada.

En el estado de Jalisco, se evaluaron mazorcas de maíz Ancho con las siguientes variables; ancho de grano, largo de grano, peso y color de grano que tuvieron promedios de 13.51 mm, 14.11 mm, 62.61 g, respectivamente; los granos más grandes y anchos fueron de colectas de color blanco. Las colectas presentaron una gran variabilidad morfológica, las de la zona Centro fueron de plantas altas, granos anchos y largos; la de Valles tuvieron mayor coloración por antocianinas y mazorcas largas; mientras que en la localidad la Ciénega reportaron plantas de porte bajo, mazorcas cortas de forma cónica a cilíndrica, granos semiharinosos de color blanco cremoso, anchos largos y de menor grosor (Ballesteros, 2013).

Aunque la raza Ancho es relativamente moderna, su prototipo muestra una amplia variabilidad genética y microclimática, tal y como se reporta en las colectas de maíces nativos de occidente de México (Ron *et al.*, 2006). La variabilidad genética y fenotípica del maíz Ancho Pozolero, ha sido empleada en programas de mejoramiento para la generación de poblaciones criollas e híbridos sin que se pierda la calidad pozolera, ejemplo de ellos es la V-237 AN, que resuelve parte del problema del manejo agronómicos y porte bajo de planta para su producción (Trujillo y Gómez, 2005; Gómez-Montiel *et al.*, 2014). Programas como este resaltan la importancia del conocimiento de la variabilidad morfológica y genética del maíz Ancho Pozolero; así como, su conservación *in situ*.

La calidad del maíz Ancho del estado de Morelos en cuanto a su nivel de expansión después de ser cocido tiene muy aceptada en la región del Bajío de la República Mexicana, hoy es apreciado fuera del país para la elaborar pozole; en Morelos es comercializado los días domingos en la zona de venta conocida como MOR-MEX que se encuentra ubicada en el cruce de Yecapixtla a Cuautla, lugar donde los productores a partir de las 5:00 a.m. y hasta mediodía acuden para su comercialización, el precio lo rige el tamaño del grano, por lo que los productores lo clasifican en tres tamaños, chico, mediano y grande, también se comercializa el grano descabezado, con el valor agregado que se refleja en el precio. Las características para su comercialización como pozole han permitido que el maíz Ancho de Morelos influya en la conservación de la diversidad genética y mejoramiento como especie, los productores seleccionan mazorcas por el menor número de hileras ya que esta característica favorece la expresión del ancho de grano; la selección la hacen a granel a través de varios años. Los maíces anchos poseen mazorcas cónicas de ocho a doce hileras con olotes delgados y flexibles (Benz, 1986). Con base en lo anterior, se propone como objetivo coleccionar y analizar la diversidad genética existente entre poblaciones criollas de maíz Ancho Pozolero del estado de Morelos, mediante características morfológicas en mazorca y planta.

2. Materiales y Métodos

El presente trabajo se dio la tarea en analizar la variación morfológica de la Raza de maíz Ancho del estado de Morelos relacionada con sus características ambientales de su hábitat. Todas las colectas se obtuvieron directamente en campo de tal manera que fueran representativas del estado de Morelos, antes de realizar las colectas se realizó un trayecto con coordenadas de los sitios donde se encuentran las parcelas que son cultivadas de maíz Ancho. Las colectas iniciaron a partir de los 1500 hasta

los 2150 msnm, se lograron obtener 34 colectas de esta Raza, en ocho municipios situados al noreste del estado: Yecapixtla, Ocuितuco, Tetela del Volcan, Totolapan, Atlatlahucan, Tlayacapan, Tepoztlan, Hueyapan y en los estados vecinos colindantes a Morelos (ver cuadro 1), que fueron estado de México y Puebla, representativas del estado, durante los meses de noviembre de 2013 hasta marzo de 2014.

Cuadro 1. Datos agro-climatológicos en las localidades de colectas

Localidad	Localización LN LO	Altitud (msnm)	Tipo de suelo	Tipo de clima	Temperatura. media Anual (°C)	Precipitation. Media anual (mm)
Totolapan	18° 58'00" 98° 55'00"	1901	Regosol	Subtropical Húmedo	18.7	986
Atlatlahucan	18° 56'00" 98° 54'00"	1656	Regosol	Templado Frio	20.0	1005
Yecapixtla	18° 52'48" 98° 51'36"	1590	Anosol y Vertisol	Tropical	20.7	1019
Ocuितuco	18° 52'03" 98° 46'00"	1920	Andosol	Templado Sub-húmedo	18.9	1300
Tetela del Volcan	18° 57'00" 98° 14'00"	2040	Andosol	Húmedo y Frio	16.4	1217
Hueyapan	18° 53'06" 98° 41'25"	2340	Andosol	Cálido Templado	15.9	1222
Tlayacapan	18° 57'20" 98° 58'52"	1640	Vertisol	Templado Sub- húmedo	19.8	952
Tepoztlan	18° 54'00" 99° 06'00"	1722	Andosol y Leptosol	Templado Sub-húmedo	18.0	1384

msnm, °C, mm; metros sobre el nivel del mar, grados Celsius y milímetros, respectivamente.

Fuente: INEGI 2010

Cada una de las 34 colectas cuenta con datos de pasaporte que describen su ubicación geográfica y usos que los productores le dan al maíz Ancho pozolero.

De esta manera, 30 colectas corresponden al estado de Morelos con influencia del Eje Neovolcánico, es decir de área montañosa, y con temperaturas medias de 12 a 18 °C en clima semicálidos, dos colectas corresponden al estado de Puebla (municipios de San Bartolo Cohuecan y Tochimilco) otras dos son del estado de México, municipios de Atlahutlan y Nepantla.(Figura 1); para cada colecta se elaboró su hoja pasaporte en cual se proporciona información el nombre del productor, nombre de parcela y sus coordenadas, entre otras.

Figura 1. Mapa de distribución de los sitios de colecta.



En total se midieron 17 variables características las cuales fueron cualitativas y cuantitativas, de acuerdo a los descriptores (IBPGR, 1991), los cuales se describen a continuación:

2.1 Características cualitativas (ver cuadro 2)

Cuadro 2. Variables cualitativas para analizar la variabilidad morfológica de las colectas de maíz ancho pozolero

Variable	Categoría
Disposición de hileras	1=Regular, 2=Irregular, 3=Recta, 4=En espiral
Tipo de grano	1 Harinoso, 2 Semiharinoso, 3 Dentado, 4 Semidentado, 5 Semicristalino, 6 Cristalino, 7 Reventador, 8 Dulce, 9 Opaco-2, 10 Tunicado, 11 Ceroso
Color de grano	1) Blanco, 2) Amarillo, 3) Morado, 4) Jaspeado, 5) Café, 6) Anaranjado, 7) Moteado, 8) Capa blanca, 9) Rojo
Color de Olote	1) Blanco, 2) Rojo, 3) Café, 4) Morado, 5) Jaspeado, 6) Otro
Forma de la mazorca	1) Cilíndrica, 2) Cilíndrica-cónica, 3) Cónica y 4) Esférica

Catálogo descriptores para maíz CIMMYT (IBPGR, 1991).

2.2 Características cuantitativas

Se registró un promedio de 10 granos consecutivos de una hilera en el punto medio de la mazorca. A esos granos se les midió con un calibrador el grosor, el ancho y la longitud. En la parte central de la mazorca se contó el número de hileras de granos, con vernier se tomó la medida del diámetro del olote y el diámetro de la mazorca. Con una báscula se registró el peso de 1000 granos, ajustado a un contenido de humedad del 10 %. Esta clasificación se basó en el catálogo de descriptores para maíz del CIMMYT (IBPGR, 1991).

Los análisis estadísticos que se realizaron para las variables morfológicas cuantitativas y cualitativas de las mazorcas, fueron los análisis de varianza individual y combinado, análisis de componentes principales por variable y análisis de conglomerados.

3. Resultados y discusión

Los productores del estado de Morelos juegan un papel importante en la conservación de la diversificación de la raza de maíz Ancho Pozolero. En 1967 el Dr. Takeo Ángel Kato Yamakake realizó colectas en el estado de Morelos, en su informe reportó que una nueva raza de maíz se encuentra presente y que los productores nombran Maíz Ancho Pozolero, esta raza de maíz han sido seleccionada por los productores basándose en la característica ancho de grano, impuesto por la forma de comercialización. Esto juega un papel bien importante ya que cuanto mayor es el tamaño del grano se obtiene un mejor precio en el mercado; los productores comercializan el grano en tres tamaños; chico, mediano y grande, particularmente los días domingos en la central MOR-MEX; el grano grande por ser de mayor valor económico motiva a seccionar mazorcas con el menor número de hileras, granos más grandes y anchos, hileras rectas que permiten el descabezado, endospermos suaves con un mejor reventado del grano, selección de colores, buena cobertura, tamaño de mazorca, mayor número de brácteas, lo que permite tener un doble ingreso al obtener hojas para tamales, fomenta la obtención de materiales que se han adaptado a condiciones específicas de producción, al tener respuestas positivas a adversidades ecológicas locales (Aceves *et al.*, 2002).

El análisis de las poblaciones de maíz Ancho Pozolero del estado de Morelos permite establecer una clara correlación entre las variables medidas en las mazorcas desarrolladas en condiciones ambientales con diferente altitud (m s.n.m.) y condiciones microclimáticas.

Los cuadrados medios muestran que proporcionan diferencias altamente significativas en todas las variables cuantitativas de las 34 colectas de maíz Ancho Pozolero (ver Cuadro 3). El coeficiente de determinación provee que el valor mayor es la variable número de hileras y el de menor valor es para la variable longitud de grano. Los coeficientes de variación oscilaron desde 5.83 hasta 14.12 % para las variables, ancho de grano y granos por hilera respectivamente.

3.1 Análisis de componentes principales

El valor característico de los 16 componentes principales (ver Cuadro 4), mostró que cinco de estos son los de mayor importancia con valores superiores a uno. El valor característico del componente uno es de 6.58 y proporciona el 41 % de varianza total existente de las variables morfológicas medidas en las 34 colectas de maíz pozolero del estado de Morelos y municipios aledaños de Puebla y estado de México; los cinco componentes principales proporcionan el 90 % de la varianza total entre las variables.

Cuadro 3. Cuadrados medios de las variables morfológicas cuantitativas medidas a nivel de mazorca de las 34 colectas de maíz Ancho Pozolero, del ciclo Otoño Invierno 2013-2014, Morelos y estados colindantes

Variable	Tratamiento	Error	R ²	C.V.
GL	33	330	%	%
NH #	16.98**	0.35	84.29	7.02
GH #	111.22**	17.83	40.63	14.12
DO cm	0.47**	0.07	43.76	10.77
LM cm	21.37**	3.44	40.61	12.29
DM cm	1.54**	0.14	55.15	6.96
LD cm	0.48**	0.13	28.24	12.89
AG mm	31.06**	0.81	80.78	5.83
LG mm	17.77**	1.88	50.91	7.92
GG mm	17.77**	1.88	50.91	7.92
AL mm	0.06**	0.01	48.88	9.18
GA mm	0.03**	0.01	74.69	10.90

(**) Altamente significativo; **NH** = Numero de hileras; **GH** = Granos por hilera; **DO** = Diámetro de olote; **LM** = Longitud de mazorca; **DM** = Diámetro de mazorca; **LD** = Proporción longitud diámetro; **AG** = Ancho de grano; **LG** = Longitud de grano; **GG** = Grosor de grano; **AL** = Proporción ancho longitud; **GA** = Proporción grosor.

El componente principal 1 muestra que las variables más importantes ancho de grano (AG), forma de la mazorca (FM) y color de grano (CG). (Ver cuadro 5). Los datos arrojados para análisis de medias de la variable ancho de grano, mostraron dentro de las seis mejores colectas, que tres provienen de la localidad de Achichipico y dos

son importantes por el diámetro de mazorca, dos colectas procedentes de Ocuituco están entre las mejores por longitud y diámetro de mazorca.

Cuadro 4. Proporción de la varianza por cada componente principal de las variables

Componente	Valor	Proporción	Valor
Principal	Característico	de la Varianza	Acumulado
	<i>li</i>	%	%
1	6.5868	41.17	41.17
2	3.0747	19.22	60.38
3	1.9925	12.45	72.84
4	1.5590	9.74	82.58
5	1.1337	7.09	89.67
6	0.6166	3.85	93.52
7	0.3967	2.48	96.00
8	0.2782	1.74	97.74
9	0.1973	1.23	98.97
10	0.0810	0.51	99.48
11	0.0461	0.29	99.77
12	0.0220	0.14	99.90
13	0.0118	0.07	99.98
14	0.0031	0.02	100.00
15	0.0007	0.00	100.00
16	0.0000	0.00	100.00

Valores característicos de las variables de estudio cuantitativas y cualitativas.

El segundo componente se constituyó con las variables de granos por hilera (GH), longitud de mazorca (LM) y proporción longitud diámetro de mazorca (LD). El tercer componente fue representado por AL. El cuarto componente se formó con las variables de grosor de grano (GG), grosor ancho de grano (GA) y color de olote (CO). El componente cinco fue conformado por dos variables cualitativas, posición de hileras (PH) y textura (TX).

Cuadro 5. Vectores para los cinco primeros componentes principales en las 34 colectas medidas para las 16 variables en las mazorcas de maíz Ancho pozolero del estado de Morelos y estados colindantes

Variable	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5
NH #	-0.306	0.054	0.307*	0.301	-0.063
GH #	0.156	0.498*	0.121	-0.041	-0.075
DO cm	0.288	0.029	0.312*	0.256	-0.144
LM cm	-0.059	0.510*	-0.223	0.021	-0.163
DM cm	0.311	0.077	0.375*	0.087	-0.127
LD cm	-0.059	0.510*	-0.223	0.021	-0.163
AG mm	0.380*	-0.007	-0.014	-0.094	0.021
LG mm	0.294	0.152	0.320*	-0.135	-0.075
GG mm	0.082	-0.309	-0.141	0.416*	-0.342
AL mm	0.272	-0.171	-0.377*	-0.062	0.094
GA mm	-0.339	-0.070	0.073	0.347*	-0.125
FM	0.319*	-0.152	0.090	-0.149	0.051
PH	-0.118	0.039	0.452	0.075	0.477*
CO	-0.195	-0.124	0.109	-0.555*	-0.039
CG	-0.330*	0.032	0.140	-0.311	-0.015
TX	0.077	0.165	-0.201	0.277	0.722*

* variable con mayor variación; NH = Numero de hileras; GH = Granos por hilera; DO = Diámetro de olote; LM = Longitud de mazorca; DM = Diámetro de mazorca; LD = Proporción longitud diámetro de mazorca; AG = Ancho de grano; LG = Longitud de grano; GG = Grosor de grano; AL = Proporción ancho longitud de grano; GA = Proporción grosor ancho de grano; FM = Forma de la mazorca; PH = posición de hileras; CO = Color de olote; CG = color de grano; TX = Textura.

El cuadro 6 provee la correlación de las variables medidas en la mazorca, en donde el número de hileras está altamente correlacionado con ancho, proporción ancho longitud y proporción grosor ancho de grano. La variable granos por hilera mostró alta correlación con longitud de mazorca, el diámetro de olote obtuvo alta correlación con diámetro de mazorca y peso de grano, la variable diámetro de mazorca correlacionó con longitud de grano y el ancho de grano con peso de grano.

Cuadro 6. Correlacion de 16 variables fenotípicas medidas en mazorcas de 34 colectas de maíz Ancho Pozolero.

	NH	GH	DO	LM	DM	AG	LG	GG	AL	GA	FM	PH	CO	CG	TX	PSG
NH	1	-0.17	-0.23	-0.20	-0.33	-0.83	-0.45	-0.13	-0.84	0.90	-0.65	0.47	-0.19	-0.41	-0.62	-0.65
GH		1	0.38	0.92	0.53	0.39	0.60	-0.47	-0.05	-0.45	0.10	0.01	-0.34	-0.23	0.19	0.38
DO			1	0.54	0.85	0.67	0.61	0.26	0.32	-0.42	0.64	0.04	-0.42	-0.65	0.03	0.70
LM				1	0.61	0.46	0.62	-0.18	0.03	-0.42	0.15	-0.06	-0.38	-0.36	0.16	0.49
DM					1	0.76	0.88	0.09	0.21	-0.59	0.59	0.05	-0.37	-0.57	0.00	0.83
AG						1	0.75	0.17	0.74	-0.91	0.77	-0.26	-0.39	-0.75	0.17	0.89
LG							1	-0.10	0.13	-0.71	0.58	-0.03	-0.26	-0.45	0.03	0.84
GG								1	0.36	0.15	0.11	-0.19	-0.23	-0.35	-0.10	0.20
AL									1	-0.68	0.57	-0.41	-0.27	-0.64	0.21	0.48
GA										1	-0.73	0.28	0.20	0.58	-0.18	-0.77
FM											1	-0.19	-0.22	-0.66	0.01	0.69
PH												1	0.21	0.39	0.14	-0.10
CO													1	0.71	-0.40	-0.32
CG														1	-0.35	-0.65
TX															1	0.18
PSG																1

NH = Numero de hileras; GH = Granos por hilera; DO = Diámetro de olote; LM = Longitud de mazorca; DM = Diámetro de mazorca; AG = Ancho de grano; LG = Longitud de grano; GG = Grosor de grano; AL = Proporción ancho longitud de grano; GA = Proporción grosor ancho de grano; FM = Forma de la mazorca; PH = posición de hileras; CO = Color de olote; CG = color de grano; TX = Textura; PSG = Peso de grano.

3.2 Análisis de conglomerados

El Dendrograma separó cinco diferentes grupos, utilizando quince variables de mazorcas colectadas; un primer grupo estuvo constituido por cuatro colectas que comparten las características similares de longitud de mazorca y la proporción longitud-diámetro de mazorca, un segundo grupo lo formaron diez colectas por la característica mayor longitud de grano, el tercer grupo compuesto por ocho colectas consideró la forma de la mazorca, el cuarto grupo lo establecieron diez colectas con menor longitud de grano y en último grupo solo se agruparon dos colectas por su color de grano, grosor de grano y altitud (Figura 2).

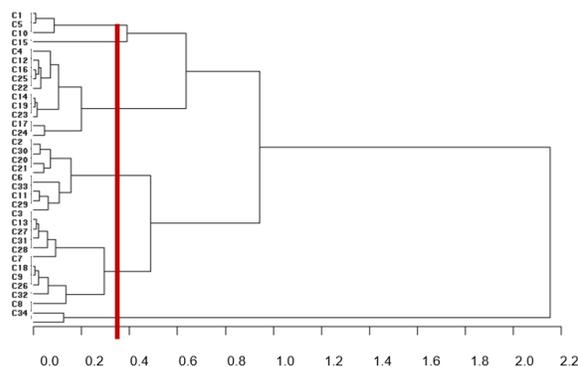


Figura 2. Dendrograma obtenido mediante el procedimiento UPGMA, utilizando 15 variables morfológicas de 34 colectas 2014

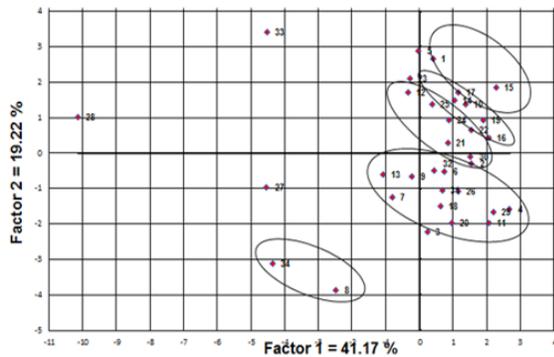


Figura 3. Dispersión de 34 colectas de maíz Ancho pozolero 2014, los puntos representan a cada una de las colectas (Rombo) y el número es la colecta de cada una de las poblaciones.

La figura 3 representa la dispersión existente entre las poblaciones colectadas de acuerdo con sus coordenadas y variables de estudio, alcanza una variación total del 90 % con cinco componentes; de esta manera, se representaron a los cinco grupos de acuerdo con las quince variables.

4. Conclusiones

La variación genética de la raza de maíz Ancho Pozolero refleja que ha habido un proceso de selección en tamaño de grano, así como para hoja de totomoxtle y que los varios caracteres estudiados del maíz, probablemente han estado estrechamente influenciados por el nicho ambiental que prevalece en cada región, al tener como resultado calidad de grano.

En cuanto al valor agregado para grano, este puede llegar a alcanzar hasta el 70 % más de su valor que se encuentra presente en el mercado, a través de los años los productores son los actores principales en la conservación de la diversidad y tamaño de grano en los últimos 50 años, información comparada con las colectas de Dr. Kato en 1967.

En cuanto al valor agregado para grano, este puede llegar a alcanzar hasta el 70% más de lo encontrado comúnmente en el mercado. A través de los años, los productores han sido los actores principales para la conservación de la variación genética del maíz y para

la selección del tamaño de grano durante los últimos 50 años, como es constatado a través de la comparación de los materiales de maíz ancho pozolero de este estudio con respecto a las colectas del Dr. Kato, fechadas en 1967.

Para la comercialización el mejor precio lo tienen los granos con mayor tamaño, seguidos por el mediano y al último el grano chico. Los nichos ecológicos existentes en Morelos permiten que la raza de maíz Ancho permanezca por sus condiciones favorables basadas en: clima, altitud y tipo de suelo.

5. Referencias

- Arellano, V.J.L.; Gámez, V.A.J. y Perches, A.M.A. (2010). "Potencial Agronómico de Variedades criollas de maíz Cacahuacintle en el Valle de Toluca". *Rev. Fitotec. Méx.* 33, pp.27-41.
- Aceves, R. E.; Turrent, F. A.; Cortez, F. J. I.; VolkeHaller, V. (2002). Comportamiento agronómico del híbrido H-137 y materiales criollos de maíz en el Valle de Puebla. *Rev. Fitotec. Mex.* 25, pp.339-347.
- Ballesteros, M. G. (2013) Caracterización Morfológica de las Razas de maíz Elotes Occidentales y Ancho en el estado de Jalisco, México. Universidad de Guadalajara, Ciencias Biológicas Agropecuarias, Tesis; 104 p
- Benz, B. F. (1986). *Taxonomy and evolution of Mexican maize. In: Studies in the Neolithic and Urban revolutions. L. Manzanilla (ed).* University of Colorado, Boulder, CO. pp.121-136.
- CONABIO, Consejo Nacional de Biodiversidad (2010). *Argumentación para conservar las razas de maíces nativos de México.* Disponible en: [http://www.Biodiversidad.Gob.Mx./genes/pdf/proyecto/ Anexo 6 Reuniones Talleres / Tabla % 20 razas marzo %20 \(2010\). pdf](http://www.Biodiversidad.Gob.Mx./genes/pdf/proyecto/Anexo6ReunionesTalleres/Tabla%20razasmarzo%20(2010).pdf). Consultado Marzo, 2016

- CONABIO (2012). *Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Diversidad. Proyecto Global de maíces nativos*. Http: // www. Biodiversidad. gob. mx.
- Gómez, M. N. O.; Cantú, A. M. A.; Hernández, G. C. del A.; Vázquez, C. M. G.; Aragón, C. F.; Espinoza, C. A. y Palemón A. F. (2014). "V-237AN Cultivar mejorado de maíz Ancho pozolero para la región semicalida de Guerrero, México". *Rev. Méx. Cienc. Agríc.* 7, pp.1315-1319.
- González, H. A.; Sahagun, C. J.; Pérez, L. D. de J.; Domínguez, L. A.; Serrato, C. R.; Landeros, F. V.; Dorantes, C. E. (2006). "Diversidad fenotipoica del maíz Cacahuacintle en el valle de Toluca, México". *Rev. Fitotec. Mex.* 29, pp.255-261.
- Hernández, G. C. de A.; Salinas, M. Y.; Antonio, L. P.; Santacruz, V. A.; Castillo G. F. y Corona T. T. (2014). "Calidad pozolera en poblaciones de maíz Cacahuacintle de los Valles Altos de Puebla, México". *Rev. Mex. de Cienc. Agrico.* 5, pp703-716.
- Hernández, X. E. y Alanís F.G. (1970). "Estudio morfológico de cinco razas de maíz de la Sierra Madre Occidental de México: Implicaciones filogenéticas y fitogeográficas". *Agrociencia* 5, pp3-30
- IBPGR y CIMMYT, (1991). *Descriptors for Maize. International Maize and Wheat Improvement Center, Mexico City/International Board for Plant Genetic Resources*. 100p.
- Ortega, C. A.; Guerrero H. M. J.; Cota, A. O.; Preciado O. R.E. (2011). "Situación actual de los maíces nativos y sus parientes silvestres en México". In: *Amplitud, Mejoramiento, Usos y Riesgos de la Diversidad Genética de Maíz en México*. R E Preciado-Ortíz, S Montes-Hernández (eds). Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. Chapingo, Estado de México, México. pp.15-41.
- Ortega, P. R. y Ángeles A. H. (1978). "Maíz". En: *Recursos genéticos disponibles a México*. T. Cervantes S. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Chapingo, México. pp.75-84.
- Ortega, P. R. (2003). "La diversidad del maíz en México". En: *Sin Maíz No Hay País*. G Esteva, C Marielle (eds). Culturas Populares de México. D.F., México. pp.123-154.
- Preciado, O. R. E.; y Montes, H. S. (2011). *Amplitud, aprovechamiento y riesgos de la diversidad genética de maíz en México*. Sociedad Mexicana de Fitogenética A.C. Chapingo, Edo. De México 274p.
- Ron, P. J.; J J G Sánchez, J.J.G.; Jiménez, A. A. C.; J AV Carrera, J. A. V.; Martín, J. G. L.; Morales, M. M. R.; De la Cruz, L. L.; Hurtado, S. A.; Mena, S. M.; Rodríguez, J. G. F. (2006). *Maíces nativos del Occidente de México I*. Colectas 2004. Scientia CUCBA 8, pp.1-139.
- Roberts, L. M. (1950). "Las Razas de mexicanas de maíz más útiles como material básico para su mejoramiento: Primera Asamblea Latinoamericana de fitogenetistas". Oficina de Estudios Especiales, SAG. México *Folleto Misceláneo* 3 3. pp 71-84.
- Sánchez, G. J. J.; Goodman. M. M.; Stuber, C. W. (2000). "Isozymatic and morphological diversity in the races of maize of Mexico". *Econ. Bot.* 54, pp.43-59.
- SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera . *Cierre de la producción agrícola por estado SIAP-SAGARPA*. Disponible en <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/>. (Noviembre 2014).
- Trujillo. C. A.; y Gómez M. N. (2005). "Mejoramiento de una población criolla de maíz ancho pozolero en el estado de Morelos". En: *Memoria de la Primera Reunión de mejoradores de variedades criollas de maíz en México*. Oaxaca, pp. 213-220.

Vázquez, C. M. G.; Santiago, R. D. (2013). “Características fisicoquímicas y calidad del pozole del maíz cacahuacintle procesado mediante tres métodos”. *Rev. Fitotec: Mex.* 36, pp.357-366.

Wellhausen, E.J.; Roberts, L. M., Hernández, X. E., Mangelsdorf P. C. (1951). “Razas de maíz en la América Central”. *Folleto técnico 31*, Oficina de Estudios Especiales, Secretaría de Agricultura y Ganadería, México D.F.