

Determinación de las razas de maíz existentes en el municipio Viñales, Pinar del Río, Cuba, a través de descriptores morfoagronómicos

Viñales's corn races determination, Pinar del Río, Cuba, through agromorphological descriptors

Ernesto M. Ferro Valdés, Anaimy Gigato Toledo, Eliecer Chirino Gonzalez, Katiuska Ravelo Pimentel, Orestes L. González Jiménez y Juan Villareal Domínguez

Universidad de Pinar del Río. Facultad de Ciencias Forestales y Agropecuarias. Departamento de Agronomía de Montaña, Cuba

Fecha de recepción: 16 de mayo de 2019 Fecha de aceptación: 18 de julio de 2019

RESUMEN. Fue conducida una investigación, con el objetivo de determinar la composición racial de los maíces cultivados en el municipio Viñales, de la provincia Pinar del Río. Se tomaron los datos para la caracterización y determinación de las razas, a partir de una muestra de 200 mazorcas de maíz, tomadas de 40 productores a todo lo largo del municipio. Se evaluaron 12 caracteres correspondientes a la mazorca y el grano, a los que se les aplicaron análisis de frecuencias y el cálculo de algunos de los principales estadígrafos. Para la identificación de las razas se utilizó un análisis de componentes principales, precedido por análisis de conglomerados, que facilitó la discriminación racial en los grupos formados con el uso de caracteres de alta heredabilidad como tipo de grano y color del grano. Encontramos que en el municipio Viñales existen 3 razas de maíz, las Argentina, Criolla y Tusón, y que sus parámetros cuantitativos son similares a los encontrados por otros autores en estudios de las razas de Cuba.

Palabras claves: Maíz (*Zea mays*, Lin), raza de maíz, discriminantes cuantitativos y cualitativos.

ABSTRACT. An investigation was carried out to determine corn's races cultivated in Viñales, Pinar del Río. Data used for races characterization and determination, was carry out from a sample of 200 ears of corn, collected from 40 farmers along of the region. Twelve descriptors were evaluated corresponding to ear and kernels. Frequencies's analysis and average, coefficient of variation and graphical exploration, were realized to data analysis. Races were determined using principal components and cluster analysis. Finally, to discriminate races from the groups obtained, we use characteristics of high heredability like grain colour and grain type. Was found three maize's races in the region, Argentina, Criollo and Tuson, whose parameters are similar to races described by other authors in Cuba.

Keywords: Maize (*Zea mays*, Lin), maize's race, quantitative and qualitative discriminants.

INTRODUCCIÓN

Junto al trigo (*Triticum aestivum* L.) y el arroz (*Oryza sativa* L.), el maíz (*Zea mays*, L.) es uno de los cereales más importantes del mundo ya que suministra elementos nutritivos a los

animales y seres humanos, mostrando estos últimos un promedio de consumo anual de 16,8 kg (Trejo, 2014). Es además materia prima básica de la industria de transformación, con la que se producen almidón, aceite y proteínas, bebidas alcohólicas, edulcorantes alimenticios y combustible (Taba *et al.*, 2004).

En el caso de América Latina, el maíz es uno de los cultivos más importantes no solo por su aporte alimenticio, sino desde el punto de vista cultural, social, y económico (Bravo y Monteverde, 2015). En años recientes, la comunidad de especialistas en la conservación de recursos genéticos vegetales del mundo hizo pública la magnitud e importancia de la contribución de los agricultores tradicionales en la formación, mejora y conservación de los cultivos más importantes que proporcionan alimento a los habitantes de todo el planeta (Sangermán *et al.*, 2018), encontrándose el maíz entre ellos.

En Cuba este cultivo juega un papel vital, ya que forma parte de los concentrados utilizados en la producción animal, para el suministro de proteínas a la población, así como de sostén de los sistemas agrícolas conducidos por los campesinos. La diversidad biológica cubana es una de las prioridades identificadas por el gobierno cubano para conservar y manejarla por sus valores, y como parte de nuestro patrimonio natural (Mancina y Cruz Flores, 2017). Por ello, monitorear el estado de la composición racial de un cultivo tan importante como el maíz, se convierte en una tarea vital para investigaciones actuales y futuras.

En el caso específico del municipio Viñales, no existen estudios sobre este tema, y por ende se carece de información sobre la estructura racial de los maíces que se cultivan, comprometiendo de esta forma los posibles programas de conservación y desarrollo de variedades que pudieran realizarse en el futuro. A partir de esta situación, nos propusimos determinar las razas de maíz que se cultivan en el municipio Viñales, haciendo énfasis en su variabilidad y distribución, con la finalidad de aportar a futuros programas de mejora genética del preciado cereal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Región de estudio y metodología utilizada.

La investigación fue realizada en el municipio Viñales durante los años 2016 y 2017. Para su desarrollo se subdividió el municipio en zona norte y zona sur, con el objetivo de definir diferencias entre estas dos regiones y facilitar el análisis de los datos.

Para llevar a cabo la investigación se estableció una estrategia de trabajo que incluía diferentes etapas para dar cumplimiento al objetivo de la misma, y las señalamos a continuación:

1. Entrevista y colecta del material genético: Durante esta etapa se intercambia con los productores en busca de información relevante sobre los tipos de maíces existentes en la región de colecta, y finalmente se solicita una muestra de sus maíces.
2. Evaluación de los caracteres de la mazorca y el grano: Posterior a la colecta de todo el material muestral, se comienzan las mediciones y evaluaciones de los caracteres asociados a la mazorca y al grano. Por su naturaleza, estos caracteres son los más útiles en este tipo de investigación.
3. Análisis de los datos registrados de los caracteres estudiados: En dependencia del tipo de carácter evaluado se llevaron a cabo análisis para cada uno de ellos. Para los cuantitativos se determinaron estadígrafos importantes, y se les realizó un análisis discriminante precedido por uno de conglomerados. En el caso de los caracteres cualitativos se realizó estudio de frecuencias. A partir de estos análisis, pudimos describir la variabilidad existente e identificar las razas de maíz.

La muestra y su representatividad.

Se tomó una muestra de 40 productores, los que fueron entrevistados para conocer algunas regularidades respecto al cultivo del maíz, posteriormente se les solicitó una muestra de cinco mazorcas por variedad cultivada por ellos, para llevar a cabo todos los análisis pertinentes. Se consideraron las variedades identificadas por los agricultores como accesiones independientes, considerando el sistema de reproducción alógamo de la especie y el manejo que de éstas hace el agricultor en la finca, ya que no practican el aislamiento entre cultivares, y mezclan la semilla después de la cosecha (Fernández, 2009).

Utilizamos la palabra representatividad, para definir atendiendo al área física que se estudia, la muestra que puede representar con mayor exactitud la variabilidad y las razas presentes en la región de estudio. En su investigación para determinar la presencia y características de las razas de maíz de Cuba, Fernández (2009) utilizó 147 accesiones, con una muestra de 3675 mazorcas en 110860 km². En nuestra investigación, utilizamos 40 accesiones con una muestra de 200 mazorcas, cubriendo un área de aproximadamente 704 km² (**Tabla 1**).

Tabla 1. Representatividad de las muestras tomadas, acorde a la superficie física que cubre cada una de ellas, en comparación a las tomadas por Fernández (2009).

	Fernández (2009) Área 110860 km²	Municipio Viñales Área 704 km²
Mazorcas por Km ²	30 Km ² / mazorca	3,52 Km ² / mazorca
Accesión por Km ²	754 Km ² / Accesoión	17,6 Km ² / Accesoión

Como es visible en la Tabla 1, tanto para mazorcas por kilómetros cuadrados, como para accesiones por kilómetros cuadrados, la muestra tomada por nuestra investigación logra mayor representativa que la utilizada por Fernández (2009) en su investigación sobre las razas de Cuba, ya que ambas abarcan una menor área física y por lo tanto, las muestras tomadas pueden representar mejor las razas y la variabilidad presente en la región de estudio.

De la muestra tomada a cada campesino, se midieron 12 importantes descriptores cuantitativos y cualitativos para la caracterización de la misma, relacionados con la mazorca y el grano (Tabla 2). Para ello se siguieron las indicaciones de Carballo (Carballo, A., (2001) y IBPGR (IBPGR, (1991).

Tabla 2. Caracteres evaluados en las 40 accesiones tomadas de muestra (CIMMYT/IBPGR, 1991).

Caracteres cuantitativos	Unidad de medida	Acrónimo	Tamaño de la muestra
Longitud de la mazorca sin brácteas.	(cm)	LM	5 mazorcas/productor
Diámetro de la mazorca sin brácteas.	(cm)	DM	5 mazorcas/productor
Número de granos por hilera.	Unidad	NGH	3 hileras /5 mazorcas/productor

Número de hileras de granos.	Unidad	NHG	5 mazorcas/productor
Granos por mazorcas.	Unidad	GM	5 mazorcas/productor
Longitud del grano.	(cm)	LG	5 granos/mazorca/productor
Ancho del grano.	(cm)	AG	5 granos/mazorca/productor
Grosor del grano.	(cm)	GrG	5 granos/mazorca/productor
Caracteres categóricos			
Forma de la mazorca.		FM	5 mazorcas/productor
Color del grano.		CG	5 mazorcas/productor
Tipo de grano.		TG	5 mazorcas/productor
Cierre de la mazorca.		CM	5 mazorcas/productor

Análisis de los datos.

Se realizaron estudios de frecuencia de los descriptores categóricos o cualitativos estudiados durante la investigación, apoyados en los procedimientos realizados por Fernández (2009). Se utilizó Microsoft Excel 2016, para estos cálculos de frecuencias y para graficar los resultados de los estudios de frecuencias.

Los datos cuantitativos obtenidos durante las mediciones, se asentaron en tablas de Microsoft Excel para su análisis. Utilizando Microsoft Excel 2016, se realizaron análisis comparativos de los descriptores medidos. Se calcularon los estadígrafos más importantes para cada descriptor cuantitativo estudiado. Se calculó además, el coeficiente de variación de cada uno de los descriptores utilizados con el fin de determinar los de mayor y menor variabilidad, utilizando en ambos casos SPSS 21.

Método de determinación de las razas.

Para la selección de los caracteres categóricos y cuantitativos de la mazorca y el grano que ofrecen una mayor contribución a la identificación de las razas, se realizó un análisis de componentes principales para los cuantitativos. Se utilizaron criterios de selección utilizados por Fundora y col., (1992) y Fernández (2009) a partir de los autovectores, los valores más próximos al mayor valor y la contribución en porcentaje de cada eje a la variabilidad total. Para el caso de los cualitativos o categóricos, se les realizó un estudio de frecuencia, utilizando el paquete estadístico SPSS versión 21.

A los atributos cuantitativos y categóricos seleccionados por su aporte a la identificación de las razas, se les realizó un análisis de agrupamiento utilizando la distancia de Ward para medir la

similaridad entre las accesiones, considerando variables cuantitativas y categóricas. Para ello se utilizó el SPSS 21. A continuación, se identificaron y clasificaron las accesiones en razas, según los grupos formados, teniendo en cuenta los criterios de Hatheway (1957) y Hallauer y Miranda (1988), los cuales sugieren que los caracteres relacionados con la mazorca y el grano son los que permiten establecer mejor la clasificación racial. Referente a esto Sevilla (2006), explicó que la caracterización a partir de los caracteres de la mazorca y el grano es importante, porque el tipo de grano y el color son caracteres de muy alta heredabilidad, y están muy poco permeados por la influencia ambiental.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción morfoagronómica de los maíces muestreados.

Se observa en la **Tabla 3** los resultados de la variabilidad medida a los descriptores cuantitativos evaluados.

Tabla 3. Estadígrafos más importantes de las 200 mazorcas colectadas en el municipio Viñales.

		N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Coef. Variación
Mazorca	DM	200	3,98	5,58	4,69	0,34	7,39
	LM	200	11,00	21,18	15,66	1,96	12,56
	NH	200	10	20	14,06	1,80	12,82
	M						
	GH	200	20	46	31,87	4,42	13,89
GM	200	288	868	445,30	83,15	18,67	
Grano	LG	200	0,61	1,02	0,86	0,77	8,99
	AG	200	0,53	0,87	0,70	0,54	7,62
	GG	200	0,12	0,44	0,21	0,48	22,92

DM: diámetro de la mazorca, **LM:** Largo de la mazorca, **NHM:** Número de hileras por mazorca, **GH:** Granos por hileras, **GM:** Granos por mazorcas, **LG:** Largo del grano, **AG:** Ancho del grano y **GG:** Grosor del grano.

El máximo valor de coeficiente de variación, fue registrado para el atributo del grano GG con 22,92%, el resto de los atributos de los granos mostraron valores de los más bajos registrados en la experiencia, 8,99% para LG y 7,62% para AG. Los atributos de la mazorca mostraron en su mayoría, valores medios que oscilaron entre 18,67% para GM y 12,56% para LM. La

excepción en este grupo fue el descriptor DM, que registró el menor valor de variación de todos los descriptores estudiados con 7,39%.

Es bueno señalar, que de forma general los coeficientes de variación antes mencionados, se pueden considerar moderados, pues sólo el GG supera el 20% y existen tres de ellos que son inferiores a un 10% (**Tabla 3**).

En la **Tabla 4** se pueden observar las frecuencias y los porcentajes de las principales modalidades de los descriptores categóricos estudiados en el municipio Viñales.

Tabla 4. Frecuencia y porcentaje de las modalidades categóricas estudiadas en la muestra tomada, según lo encontrado por Fernández, en el genofondo cubano.

Variables categóricas	Modalidades	Cantidad	Porcentaje
Forma de la Mazorca	Cónica	53	26,50
	Cónica-cilíndrica	109	54,50
	Cilíndrica	38	19,00
	Cigarro	0	0,00
Color del grano	Blanco	0	0,00
	Amarrillo	6	3,00
	Amarillo-Naranja	111	55,50
	Naranja	83	41,50
	Naranja-Rojo	0	0,00
	Rojo	0	0,00
Tipo de grano	Cristalino	74	37,00
	Semi-cristalino	114	57,00
	Semi-dentado	0	0,00
	Dentado	12	6,00
	Reventón	0	0,00
	Dulce	0	0,00
Cierre de la mazorca	Bueno	100	100
	Malo	0	0,00

Para el caso específico de la forma de la mazorca, de las cuatro formas encontradas por Fernández (2009), en su reciente estudio de razas a nivel nacional, en el municipio Viñales solo son apreciables tres de ellas, la forma cónica, la cónica-cilíndrica y la cilíndrica. La forma de cigarro no fue observable en la muestra tomada. La mayor presencia la mostró la cónica-cilíndrica con 109 observaciones de 200, para un 54,50% de presencia en el sistema local. Le siguieron por orden la cónica con un 26,50% y finalmente la cónica cilíndrica con 19%. La

mayor frecuencia de la cónica-cilíndrica se debe a que es una forma intermedia de la cónica y la cilíndrica, y en un sistema abierto a la libre polinización es de esperarse que las formas intermedias aparezcan en una alta frecuencia.

El descriptor color del grano mostró un resultado interesante para el estudio que realizamos, ya que de las seis modalidades reconocidas por Fernández (2009), en el municipio Viñales solo se encontraron tres. Los colores del grano registrados fueron, amarillo, amarillo-naranja y naranja. Las frecuencias favorecen al color amarillo-naranja con 111 individuos de la muestra, lo que significa que en un 55,50% de los casos este color prevalece en el municipio Viñales. Le siguen en orden el color naranja con un notable 41,50% de la muestra y finalmente el color amarillo con un 3,00%. Los colores del grano, blanco, naranja-rojo y el rojo, no tuvieron presencia en la muestra tomada.

El cierre de la mazorca fue muy homogéneo, el 100% de la muestra mostró buen cierre, algo que está con seguridad relacionado con las razas que manejan los productores y los criterios de selección que utilizan durante la elección de su semilla.

Por último, y no menos importante, el tipo de grano mostró resultados similares al color de los granos, de seis modalidades reconocidas por Fernández (2009) a nivel nacional, solo tres fueron registradas en el municipio Viñales. Los tipos de granos registrados fueron, el cristalino, semi-cristalino y el dentado. La mayor presencia la tuvo el semi-cristalino con 114 muestras que portaron este carácter, o sea el 57% del total, siguiéndole en orden el cristalino con el 37% y el dentado con el 6% (**Tabla 4**).

Otras modalidades de tipos de granos como el semi-dentado, el dulce y el reventón, no se registraron durante la experiencia. La inexistencia de tipos de granos, como el reventón y el dulce, excluye la posible existencia de las razas reventadoras blanca y amarilla, y la raza dulce, que son claramente identificables por presentar estos tipos de granos antes mencionados.

El fenómeno de la baja presencia de las razas reventadoras en Cuba, fue reportado por Fernández (2009), quien identificó la raza reventadora amarilla en muy bajas frecuencia. Caso muy diferente ocurre en México con las razas reventadoras, donde se han reportado varias razas

de reventadores o palomeros, existiendo en muchas de ellas como el caso del palomero Toluqueño, un gran número accesiones de esta raza (Bautista *et al.*, 2019).

Descripción morfoagronómica de las accesiones según los grupos formados.

En la **Tabla 5** ofrecemos la descripción de los grupos formados por el método de agrupamiento utilizado para los caracteres cuantitativos estudiados. Queremos destacar dos aspectos interesantes que se muestran en la **Tabla 5**. Primero, que todos los valores de coeficientes de variación son moderados, a excepción de los tres valores registrados al carácter grosor del grano, que para los tres grupos formados se describen valores superiores al 20%. Segundo, los valores promedios máximos para todos los caracteres, se registraron en el grupo 3, siendo estos superiores al resto de los grupos, a excepción del carácter ancho del grano que fue similar al registrado en el grupo 1.

Analizando los grupos, encontramos que el grupo 1 muestra los mayores valores de coeficientes de variación para los caracteres, diámetro de la mazorca, largo de la mazorca y número de hileras de granos, siendo estos sus caracteres más variables. El grupo 2 se destacó por su variabilidad en los caracteres, número de hileras y grosor del grano, siendo este último el mayor valor registrado en toda la experiencia, 28,75%.

Tabla 5. Descripción de los grupos formados utilizando los descriptores cuantitativos.

GRUPOS	1		2		3	
Número de accesiones	95		32		73	
Caracteres	Media	cv	Media	cv	Media	cv
DM	4,68	7,66	4,66	5,64	4,74	7,57
LM	15,25	11,18	14,02	9,72	16,93	10,14
NHM	13,85	12,44	13,19	11,91	14,71	11,98
GH	30,66	11,14	28,00	13,39	35,12	10,29
GM	422,72	12,37	364,53	13,10	510,10	15,88
LG	0,86	8,34	0,84	8,67	0,87	9,65
AG	0,70	7,67	0,70	6,76	0,70	7,86
GG	020	21,49	0,20	28,75	0,21	21,55

DM: diámetro de la mazorca, **LM:** Largo de la mazorca, **NHM:** Número de hileras por mazorca, **GH:** Granos por hileras, **GM:** Granos por mazorcas, **LG:** Largo del grano, **AG:** Ancho del grano y **GG:** Grosor del grano.

El grupo 3 por su parte mostró los mayores valores de variación asociados a los caracteres granos por mazorcas, largo del grano y ancho del grano, siendo estos moderados en todos los casos. De forma general, los caracteres que muestran mayor dispersión son, el grosor del grano, granos por mazorcas, granos por hileras, número de hileras por mazorca y largo de la mazorca (**Tabla 5**).

En la **Tabla 6** se observa la distribución de las frecuencias de los caracteres categóricos estudiados en cada uno de los grupos formados. La forma de la mazorca se vio representada por las formas cónica-cilíndrica, cónica y la forma cilíndrica en los tres grupos formados, siendo la cónica-cilíndrica la de mayor presencia en los tres grupos. Esta es una forma intermedia a las formas cónica y cilíndrica, razón por la cual su presencia en cada grupo sobrepasó el 50%. De forma general, este descriptor se mostró de manera similar en los tres grupos.

El color del grano mostró mayor dispersión que el carácter anterior entre los grupos. En el grupo 1 aparecieron las tres variantes registradas en toda la muestra con mayor frecuencia para el color naranja, siguiéndole en orden el amarillo naranja y el amarillo.

Tabla 6. Descripción de los grupos formados tomando como base los descriptores categóricos.

GRUPOS		1		2		3	
Número de accesiones		95	%	32	%	73	%
CG	Amarillo naranja	24	25,26	31	96,87	56	76,71
	Naranja	65	68,42	1	3,13	17	23,29
	Amarillo	6	6,32	0	0,00	0	0,00
TG	Semicristalino	23	24,22	31	96,87	60	82,20
	Cristalino	60	63,15	1	3,13	13	17,80
	Dentado	12	12,63	0	0,00	0	0,00
FM	Cónicas	24	25,26	8	25,00	21	28,77
	Cónicas-cilíndricas	54	56,84	16	50,00	39	53,42
	Cilíndricas	17	17,89	8	25,00	13	17,81

CG: Color del grano, TG: Tipo de grano y FM: Forma de la mazorca.

Los grupos 2 y 3 solo presentaron colores amarillo naranja y naranja, siendo en ambos casos el color amarillo naranja de frecuencias muy superiores al color naranja (96,87 y 76,71%). Interesante destacar que solo 6 mazorcas de las 200, portaron el color amarillo, lo que alerta de la preferencia por los colores naranja y amarillo-naranja en el sistema de producción (**Tabla 6**).

Para el tipo de grano, se definió el grano semicristalino como el de más frecuencia de forma general, teniendo mayor presencia en los grupos 2 y 3. Por otra parte, en el grupo 1, el grano cristalino fue el de mayor presencia. Del total de la muestra tomada, solo 12 mazorcas mostraron granos dentados, encontrándose solamente en el grupo 1.

Determinación de las razas de maíz.

Según Fernández, (2009) y Hatheway (1957), la raza Criollo tiene su mejor representación en los granos cristalinos y semi-cristalinos de color amarillo y amarillo-naranja. Estas combinaciones de caracteres que son representativas en los materiales de esta raza, en nuestro caso se encontraron representados en los grupos 1, 2 y 3. De hecho, es la raza de maíz de mayor presencia en el sistema de producción del municipio Viñales, debido a que de las 200 mazorcas colectadas, 107 se corresponden con esta raza, representando el 53% del total.

Tabla 7. Razas presentes en el municipio Viñales, acorde a los grupos formados, utilizando como criterio discriminante los descriptores color y tipo de grano.

Razas	Criollo n=107				Argentino n=81				Tusón n=12	
	1	2	3	Media	1	2	3	Media	1	Media
n	20	31	56		63	1	17		12	
DM	4,63	4,66	4,74	4,69	4,66	4,53	4,73	4,67	4,83	4,83
LM	15,54	14,07	16,81	15,77	15,19	12,31	17,33	15,60	15,10	15,10
NHM	14,00	13,29	14,68	14,14	13,75	10,00	14,82	13,93	14,17	14,17
GH	29,70	27,97	34,70	31,81	30,94	29,00	36,53	32,09	30,83	30,83
GM	411,80	366,71	511,38	450,85	424,19	297,00	505,88	439,77	433,17	433,17
LG	0,85	0,84	0,87	0,86	0,87	0,84	0,87	0,86	0,88	0,88
AG	0,72	0,70	0,71	0,71	0,71	0,63	0,69	0,70	0,70	0,70
GG	0,20	0,20	0,21	0,21	0,20	0,22	0,22	0,21	0,21	0,21
CG	AN				N				A y AN	
TG	C y SC				C				D	

DM: diámetro de la mazorca, **LM:** Largo de la mazorca, **NHM:** Número de hileras por mazorca, **GH:** Granos por hileras, **GM:** Granos por mazorcas, **LG:** Largo del grano, **AG:** Ancho del grano, **GG:** Grosor del grano, **CG:** Color del grano, **TG:** Tipo de grano, **A:** Amarillo, **AN:** Amarillo naranja, **C:** Cristalino, **SC:** Semicristalino y **D:** Dentado.

Entre los tres grupos de criollos existen diferencias entre los caracteres cuantitativos, marcando algunos de ellos grandes diferencias como lo es el caso de los granos por mazorcas, donde entre el grupo 2 y 3 los separan 144,67 granos por mazorcas como promedio (**Tabla 7**). Estos

resultados sobre las diferencias cuantitativas entre accesiones de una misma raza, son similares a los obtenidos por Fernández, (2009).

La raza Argentino también está asociada a los granos cristalinos y semi-cristalinos en los grupos 1, 2 y 3 (**Tabla 7**); pero la diferencia de la raza Criollo, en que esta se destaca por su color naranja intenso, atributo que la diferencia básicamente de la raza Criollo, ya que para el resto de sus caracteres es muy parecida a ella (Fernández, 2009). Esta raza fue la segunda de mayor presencia en la muestra tomada, ya que 81 mazorcas del total se corresponden con las características distintivas de esta raza.

Finalmente, la menos representada en el sistema fue la raza Tusón, la cual solo fue reconocida en el grupo 1, debido a que 12 accesiones poseían granos del tipo dentado, combinados con el color amarillo y amarillo naranja. La baja presencia de esta raza, se debe a que ha sido introducida y tomada en consideración por productores del norte de Pinar del Río recientemente, talvez debido a su parecido con la raza Criollo, pero de mazorcas de mayores dimensiones.

Según Fernández (2009), su principal característica distintiva radica en las dimensiones de la mazorca y la tusa, sin embargo, en nuestro caso solo LG y GG fueron cuantitativamente superiores a las razas Criollo y Argentino, el resto de los descriptores cuantitativos fueron inferiores a las otras dos razas. Por los valores registrados, esta raza muestra un gran parecido a la Criollo o la Argentino, sin embargo sus granos muestran un carácter que se asocia de la raza Tusón y no a las anteriores mencionadas, que son los granos del tipo dentado, lo que nos lleva a considerar su presencia. Conocemos que se ha introducido el Tusón en el sistema local de semillas de maíz, no podemos descartar que los materiales introducidos se encuentren en proceso de introgresión hacia las razas más preferidas en el municipio.

Las diferencias cuantitativas encontradas, entre los datos de las razas estudiadas por Fernández (2009) y las encontradas en el municipio Viñales, se deben esencialmente a la naturaleza de los caracteres cuantitativos. Al ser estos determinados por muchos genes, su respuesta fenotípica está influenciada por el medioambiente y su manejo, trayendo consigo variaciones que se corresponden con los microambientes de cultivo.

En estos microambientes de cultivo, interactúan sobre ellos, factores evolutivos como selección natural y artificial, la hibridación y las mutaciones. Sangermán *et al.* (2018), tomado de Acuña, (2003) señaló la importancia de estos microambientes y la selección realizada sobre los maíces, para generar la variabilidad actual de razas existentes en México, permitiendo moldearlos según los diferentes usos y necesidades de estas microrregiones (Flores-Pérez, *et al.* 2015; Sahagún, 2015; SAGARPA, 2016).

Debemos señalar también, que la raza Tusón solo fue encontrada en la zona norte del municipio Viñales, en poder de pocos productores según muestran los datos. Es significativo destacar que en la zona norte es donde se encuentran las instituciones encargadas de la introducción de materiales mejorados, además es de las dos regiones, la zona de mayores posibilidades a procesos de intercambio y movilidad de semillas por su accesibilidad.

A partir de estos resultados, es posible afirmar que en el municipio Viñales se encuentran tres de las seis razas reportadas por Fernández, (2009), la raza Criollo, Argentino y Tusón, aunque no en sus formas originales como bien planteará este mismo autor, pero aún conservan los caracteres distintivos de cada una de ellas.

CONCLUSIONES

En el municipio Viñales se cultivan tres razas de maíz de las seis identificadas en el genofondo cubano recientemente, la Criollo, la Argentino y la Tusón.

Las razas Criollo y Argentino son las de mayor presencia en el municipio Viñales, cubriendo el 94% de las áreas cultivadas de maíz.

La zona norte del municipio Viñales se diferencia de la zona sur, en la presencia de la raza Tusón, la que consideramos en introgresión hacia las razas de mayor preferencia local.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña R. (2003) Relaciones Geográficas del Siglo XVI: Tlaxcala. Tomo 1. Instituto de Investigaciones Antropológicas. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 784 p.
- Bautista R., E.; Salinas-Moreno, Y.; Santracruz-Varela, A.; Córdova-Téllez, L. y López-Sánchez, H. (2019) Características físicas y químicas de la raza de maíz Palomero Toluqueño. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas volumen 10 número 2, 15 de febrero - 31 de marzo, 2019.
- Bravo, E. y Monteverde, M. (2015) Hijos del maíz. Maíz patrimonio de la humanidad. Global Green Fund Miserrrior. 130 pág.
- Carballo, A. (2001). Manual gráfico para la descripción varietal del Maíz (*Zea mays*, L.). 1ed. México: SAGARPA, [114 p.].
- Fernández G., Lianne. (2009) Identificación de razas de maíz (*Zea mays* L.) presentes en el germoplasma cubano. Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" INIFAT (Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Biológicas). – Ciudad de La Habana: Editorial Universitaria, 2010. -- ISBN 978-959-16-1167-3. 170 pág.
- Flores-Pérez L, López P.A., Gil-Muñoz A., Santacruz-Varela A., Chávez-Servia J.L. (2015). Variación Intra-racial de maíces nativos del altiplano de Puebla, México. Rev FCA UNCUYO. 47(1):1-17.
- Hatheway, W.H. (1957) Races of maize in Cuba. Publication 453. National Academy of Sciences-national Research Council, Washington, D.C. 75 p.
- Hallauer, A.R. and Miranda J.B. (1998) Quantitative Genetics in Maize Breeding. The IOWA State University Press, Ames IOWA 468 p.
- IBPGR. (2001). Descriptors for Maize. International Maize and Wheat Improvement Center, México City/International Board for Plant. Genetic Resource, Rome. 261 pág.
- Mancina, C. A., y D. D Cruz Flores (Eds.). (2017). Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas. Editorial AMA, La Habana, 502 pp.
- SAGARPA. (2016). Atlas Agroalimentario 2016. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 220 p.
- Sahagún C. L. (2015) Recetario de Alimentos, Bebidas, Postres, y Usos Medicinales Elaborados a Base de Maíz en la Época Prehispanica y Actual. Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos. SAGARPA. México, D. F. 158 p.
- Sangermán-Jarquín, D. M.; Olán, M.; Gámez-Vázquez, A.J.; Navarro-Bravo, A.; Á. Ávila-Perches, M.A. y Schwentesius-Rindermann, R. (2018) Etnografía y prevalencia de maíces nativos en San Juan Ixtenco, Tlaxcala, con énfasis en maíz ajo (*Zea mays* var. *tunicata* A. St. Hil.). Revista Fitotecnia Mexicana. Vol. 41 (4): 451 - 459, 2018.
- Sevilla R. (2006) Colecta y clasificación para programar la conservación in situ de la diversidad de maíz en la Amazonía peruana. En Fundamentos genéticos y socioeconómicos para analizar la agrobiodiversidad en la región Ucayali, 16 de enero del 2003, Puclallpa, Perú. Bioversity International, Cali Colombia. 33-50.

-
- Taba, S. y Krakowsky, M. (2004). Tesoros en el desván: Encontrar la diversidad almacenada en el banco de germoplasma de maíz. Documento electrónico disponible en: http://www.cimmyt.org/spanish/docs/ann_report/s_recent_ar/s_d_sustainstreasures.htm. (Consultado el 10 de mayo de 2016).
- Trejo Pastor V. (2014). Tesis: Resistencia a Glifosato En Maíces Nativos De Veracruz E Híbridos Comercializados En México. Colegio de Postgraduados. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas Campus Montecillo.