



Caracterización morfológica de razas de maíz (*Zea mays* L.) criollos colectados en el municipio de Tuchín, Colombia

Morphological characterization of landrace maize (*Zea mays* L.) collected in the municipality of Tuchín, Colombia

 Carlos Cuesta-Hoyos*,  Luis Oviedo-Olivella,
 Norbey Marín-Arredondo

Grupo GITECA del SENA. Complejo Tecnológico para la Gestión Agroempresarial. Colombia.

RESUMEN: Las razas criollas de maíz (*Zea mays* L.) constituyen un potencial de gran valor genético para las comunidades indígenas de Colombia. El objetivo de este trabajo fue caracterizar dos colectas de accesiones de maíces criollos en el municipio de Tuchín, Colombia. Los germoplasmas evaluados se caracterizaron bajo la guía práctica para la descripción preliminar de colectas de maíz. Teniendo en cuenta cuatro características cuantitativas y siete cualitativas, la información se procesó utilizando el software SAS® (Statistical Analysis System, versión 9.4). Se realizó un análisis de agrupamiento UPGMA y se definió la altura de corte en el dendrograma, utilizando el índice Pseudo F. Las muestras colectadas presentaron una gran variabilidad entre los cultivares criollos, debido a que en la primera colecta se agruparon cuatro grupos y en la segunda se agruparon cinco grupos dentro de sus dendrogramas, indicándonos que las accesiones pertenecientes a una misma raza ocupan conjuntos distintos. Esto se debe a que hay razas que son parecidas fenotípicamente, pero tienen origen distinto, ya que el fenotipo refleja la acción combinada del genotipo y el ambiente donde existe el individuo, reflejando combinaciones de características morfológicas en el tipo de mazorcas y tipo de grano, con presencia de antocianinas, las cuales les confieren propiedades nutraceuticas y agroindustriales.

Palabras clave: fenotipos, variedades, características de semillas, colecciones, material genético.

ABSTRACT: Maize landraces (*Zea mays* L.) constitute a potential of great genetic value for the indigenous communities of Colombia. The aim of this work was to characterize two collections of creole maize accessions in Tuchín municipality, Colombia. The germplasm evaluated were characterized under the practical guide for the preliminary description of maize collections. Taking into account four quantitative and seven qualitative characteristics, the information was processed using SAS® software (Statistical Analysis System, version 9.4). A UPGMA grouping analysis was performed and the cut height was defined in the dendrogram, using the Pseudo F index. The samples collected showed a great variability among the creole cultivars, due to the fact that in the first collection four groups were grouped and in the second one five groups were grouped within their dendrograms, indicating that accessions belonging to the same race occupy different sets. This is due to the fact that there are types that are phenotypically similar, but have different origins, since the phenotype reflects the combined action of the genotype and the environment where the individual exists, reflecting combinations of morphological characteristics in cob and grain type, with the presence of anthocyanins, which confer nutraceutical and agroindustrial properties.

Key words: phenotypes, varieties, seed characteristics, collections, genetic material.

*Autor para correspondencia: cuesta92@misena.edu.co

Recibido: 10/09/2020

Aceptado: 04/08/2021



INTRODUCCIÓN

La alta diversidad de los maíces en Suramérica guarda relación con su geografía e historia. El desarrollo de las culturas de los diferentes pueblos americanos, sus migraciones, el descubrimiento de América y el subsiguiente movimiento de europeos, fueron factores decisivos en la creación de la diversidad del germoplasma de maíz (*Zea mays* L.) (1).

El germoplasma de esta especie se publicó por primera vez en Colombia, en el año 1957, por los investigadores Roberts y Torregrosa, donde se identificaron 23 razas de maíz que correspondieron a 2 razas primitivas, 9 razas introducidas y 12 razas híbridas (2). Así mismo, la caracterización de variedades es de relevancia en la preservación de las especies que la comprenden, estas medidas van desde el crecimiento vegetativo, hasta el rendimiento de grano y mazorca. Empíricamente los pequeños productores seleccionan sus granos de manera visual, dejando los más grandes y que provengan de mazorcas largas y con alto contenido de granos. Estos criterios han permitido la supervivencia y adaptabilidad de granos criollos (3). Por otra parte, es uno de los más importantes recursos fitogenéticos utilizados en la Alimentación y la Agricultura, de las comunidades tradicionales e indígenas en Suramérica (4).

Además, la diversidad genética comprende la variación hereditaria, tanto dentro como entre poblaciones de una especie o grupo de especies y es lo que permite a las especies adaptarse. Esta variación se encuentra en el ADN y puede dar mejores (o peores) características adaptativas a las siguientes generaciones (5); a su vez, la variabilidad genética de maíz constituye una riqueza para la población mundial y puede ser la base para lograr la soberanía alimentaria, en especial ante los cambios climáticos (6).

En este sentido, se hace necesario resaltar la contribución de los pueblos indígenas en la conservación de razas criollas de maíz en Colombia, asunto que requiere de una atención inmediata para conservar sus características fenotípicas y genotípicas. Es por ello, que el objetivo de este estudio fue caracterizar dos colectas de accesiones de maíces criollos en el municipio de Tuchín, Colombia.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio busca caracterizar mazorcas de maíces criollos, no comparar; por tanto, no aplica el diseño experimental, basado en sus características morfológicas, se utilizó una investigación descriptiva de enfoque cuantitativo. Se realizaron dos colectas en los sitios de almacenamiento (bodegas) de los cabildos indígenas, como se observa en la Tabla 1; a cada propietario de las semillas se les aplicó una entrevista para caracterizar el sistema productivo.

Los cabildos se encuentran ubicados en el municipio de Tuchín, Córdoba, Colombia en las coordenadas latitud norte 9° 08' y 57" y latitud oeste 75° 30' y 44" (7), con relación al Meridiano de Greenwich (Figura 1), a 5 metros sobre el nivel del mar, con promedio de temperatura de 37 °C, corresponde a un bosque seco tropical (bs-T), con precipitaciones promedio de 1200 milímetros anuales (8). Los materiales evaluados se caracterizaron bajo la guía práctica para la descripción preliminar de colectas de maíz

(9), teniendo en cuenta cuatro características cuantitativas y siete cualitativas (Tabla 2).

Cada una de las características morfológicas de las mazorcas, fue medida tres veces en cada accesión, y se utilizó el promedio como medida representativa. Los datos fueron digitados en hojas electrónicas. El procesamiento estadístico se realizó utilizando el software SAS® (Statistical Analysis System, versión 9.4). Debido a que los datos presentaban diferentes escalas, se aplicó el proceso de estandarización, estos se convirtieron a variables con media cero y varianza uno; con esta información se realizó un análisis de conglomerados y se estimó la matriz de distancia euclidiana promedio. El dendrograma se obtuvo por el método de agrupamiento UPGMA, promedio de grupos. Para definir la altura de corte en el dendrograma, se utilizó el índice Pseudo F, obtenido mediante el programa SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las razas recolectadas de maíz (*Zea mays* L.) (Tabla 1), se sembraron en asocio con sistemas multivariados de cultivos con ñame (*Dioscorea* spp.), yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y batata (*Ipomoea batatas* L.), esto nos indica que esta especie es la que más influencia ha presentado en los sistemas productivos y alimentarios en el pasado y en el presente entre los grupos indígenas y campesinos de Colombia. "Este alimento ha sido fundamental en la soberanía alimentaria, como lo evidencia la gran diversidad de variedades presentes en todo el territorio" (2) y como se observa en la Figura 2.

La Tabla 3 ofrece la descripción de las características cualitativas y cuantitativas de los germoplasmas evaluados. Es de resaltar que el 14,28 % corresponde a colores oscuros de las razas azulito, negrito, pano, sangre toro y piedrita, indicándonos su contenido de antocianinas en el grano de maíz. "Varía de acuerdo al color del grano y el genotipo, los granos de color morado intenso tienen mayor contenido de antocianinas totales que los granos azules, morados o rojos" (10).

A su vez, estos pigmentos representan un potencial para el reemplazo competitivo de colorantes sintéticos en alimentos, productos farmacéuticos y cosméticos y para la obtención de productos con valor agregado dirigidos al consumo humano. Este producto es reconocido por la Unión Europea con el Código E-163 y también con el mismo Código por la Legislación Japonesa (11).

Estos resultados son diferentes a los reportados por otros autores en el Ecuador (12), donde se recolectaron maíces de 10 productores, presentando un 61 % de mazorca cilíndrica cónica, la disposición de los granos fue regular en un 75 %, el color de la tusa fue blanco en un 91 % y las muestras presentan una textura harinosa, el diámetro del olote fue de 3,9 cm, con 11,8 hileras de granos por mazorca y 21,7 granos por hilera; finalmente, los granos presentan 1,6 cm de largo, 1,3 cm de ancho y 6,1 mm de grosor. Igualmente, en los trabajos realizados en el año 2017 se presentaron, en su mayoría, mazorcas cónicas cilíndricas, con disposición de hileras regular e irregular, olote blanco y tipo de grano dentado (13).

Tabla 1. Relación de accesiones, colectada en el municipio de Tuchín, Colombia.

Número	Accesiones	Cabildo	Fecha de Colecta
Primera Colecta			
1	Huevito	Cruz del ramal	Abril del 2018
2	Sangre de Toro	Cruz del ramal	Abril del 2018
3	Negrito	Cruz del ramal	Abril del 2018
4	Cariaco Amarillo	Campo la Cruz	Abril del 2018
5	Tacaloa Amarillo	Campo la Cruz	Abril del 2018
6	Vela Blanco	Esmeralda	Abril del 2018
7	Vela Amarillo	Cerro Bomba	Abril del 2018
8	Blanco Criollo	Cerro Vidales	Abril del 2018
9	Berrendo	Flecha	Abril del 2018
10	Cariaco Rayado	Carretal	Abril del 2018
11	Azulito	Cerro Vidal	Abril del 2018
Segunda Colecta			
1	Piedrita	El Martillo	Agosto del 2018
2	Panó	Cerro Vidal	Agosto del 2018
3	Negrito	Carretal	Agosto del 2018
4	Cuba Hoja Blanca	El Chuzo	Agosto del 2018
5	Vela blanco	Nueva estrella	Agosto del 2018
6	Cariaco Rojo	Cerro Vidal	Agosto del 2018
7	Manteco	Carretal	Agosto del 2018
8	Berrendo	Esmeralda	Agosto del 2018
9	Blanco Mexicano	Flecha	Agosto del 2018
10	Tacaloa Amarillo	Cerro Bomba	Agosto del 2018
11	Cariaco Amarillo	El Martillo	Agosto del 2018
12	Huevito	Nueva Estrella	Agosto del 2018
13	Cariaco Rayado	Cerro Vidal	Agosto del 2018
14	Blanco Criollo	Cruz del ramal	Agosto del 2018
15	Vela Amarillo	El Chuzo	Agosto del 2018
16	Sangre Toro	Campo La Cruz	Agosto del 2018
17	Tacaloa Rojo	Campo La Cruz	Agosto del 2018
18	Tacaloa Mojoso	Cerro Bomba	Agosto del 2018
19	Cuba Hoja Negra	Cerro Bomba	Agosto del 2018
20	Cacho de Buey	Flecha	Agosto del 2018
21	Azulito	Flecha	Agosto del 2018

Fuente: propia de los autores

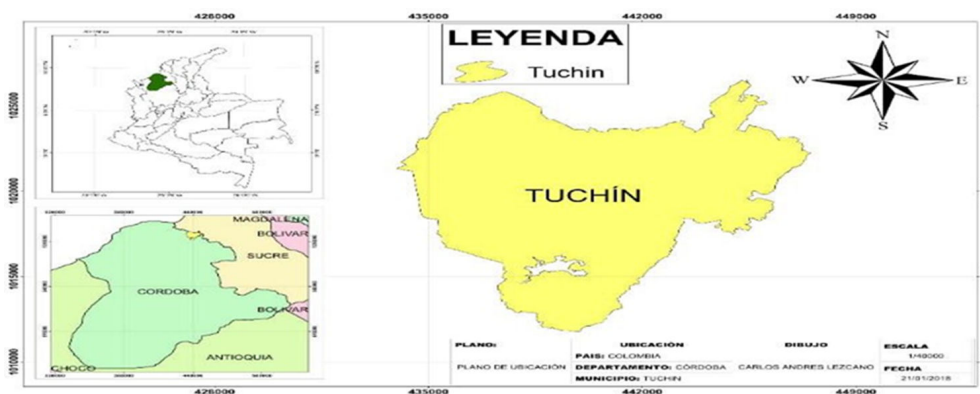
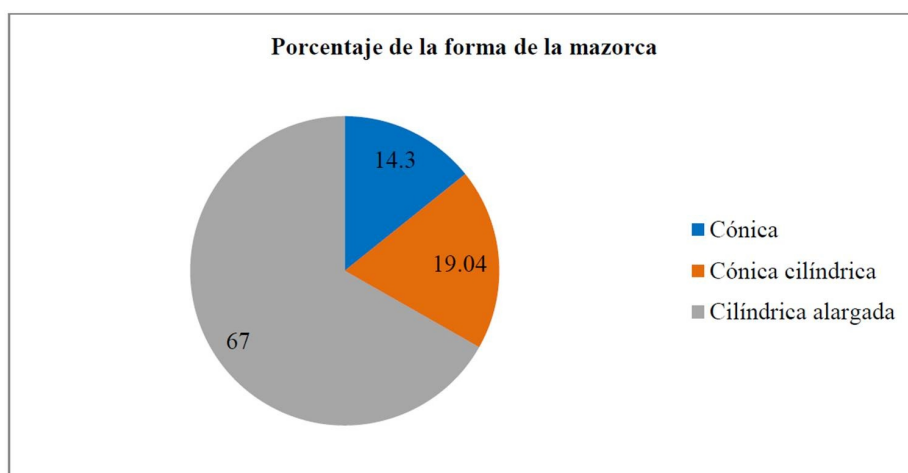


Figura 1. Municipio de Tuchín-Córdoba.

Tabla 2. Caracteres evaluados para las 21 accesiones de maíz del municipio de Tuchín, Colombia.

	Características Cuantitativas	Acrónimo	Tamaño de la muestra
1	Número de hilera de la mazorca	NHM	5 mazorcas /accesión
2	Número de Grano por hilera	NGH	5 mazorcas /accesión
3	Diámetro de la tuza (cm)	DT	5 mazorcas /accesión
4	Longitud de la mazorca (cm)	LM	5 mazorcas /accesión
	Características Cualitativas		
5	Forma de la Mazorca	FM	5 mazorcas /accesión
6	Disposición de las hileras del grano	DHG	5 mazorcas /accesión
7	Color de la tusa	CT	5 mazorcas /accesión
8	Tipo de grano	TG	10 granos/mazorca/accesión
9	Color del grano	CG	10 granos/mazorca/accesión
10	Característica del grano	CrG	10 granos/mazorca/accesión
11	Característica del olote	CO	5 mazorcas /accesión

Fuente: Guía Práctica para la Descripción Preliminar de Colectas de Maíz



Fuente: propia de los autores

Figura 2. Porcentaje de forma de la mazorca.

Tabla 3. Características cuantitativas y cualitativas de los materiales colectados en Tuchín Colombia.

Disposición de las hileras del grano	Color de tusa	Tipo de Grano	Color del grano
Recta 61,90 %	Blanco 90,4 %	Harinoso 61.88 %	Amarillo 42,85 %
Espiral 14,29 %	Café y morado 9,6 %	cristalino 38,12 %	Blanco 19,04 %
Regular 14,29 %			Rojo 19,04 %
Irregular 9,52 %			Oscuro 14,28 %
			Mosaico 4,79 %
Características del grano	Características del Olote	Forma de la mazorca	
Largo 1,6 (cm)	Diámetro 1,89 cm	Cilíndrica-Alargada 66,66 %	
Ancho 0,44 (mm)	# Hileras 16	Cónica-Cilíndrica	19,04 %
Grosor 0,61 (mm)	# Semillas*Hilera 26,5	Cónica 14,3 %	

Fuente: propia de los investigadores

En trabajos realizados se encontró que la mazorca tendía a ser cónica en sus 12 razas criollas (14), evaluadas en el Centro de Desarrollo Agrícola y Forestal de la Universidad del Magdalena-Colombia, la disposición de las hileras tiende a ser recta y los colores del grano amarillo; en nuestro caso,

se encontró una raza de color morado y dos con mezcla de colores (blanco, amarillo y morado). La superficie del grano tendió a ser dentado; los granos morados fueron redondos. Así mismo, otros autores reportaron granos de coloración oscura, con presencia de antocianinas (15,16).

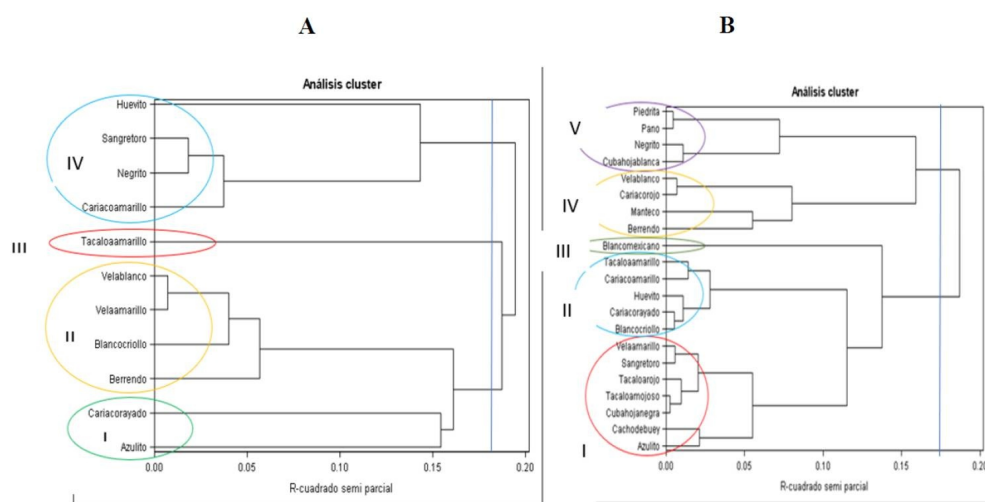
Análisis de conglomerados o clúster de indicadores

La formación de grupos para la clasificación de las 11 y 21 razas colectadas, se representan en un dendrograma, donde las accesiones están agrupadas en base a las distancias medidas según sus características morfológicas. Las escalas del coeficiente de distancia (R^2) van desde los 0,00 hasta el valor de 0,20. Se trazó una línea a una distancia de aproximadamente 0,17 (R^2), formando cuatro grupos para la primera accesión y cinco para la segunda (Figura 3a y b).

La Tabla 4 ofrece las principales características de los grupos formados; en la Figura 3a, el primer grupo presentó similitud en la forma de la mazorca, el color del olote y para el grano en su textura, diámetro y ancho. El segundo grupo presentó similitud en el color del olote, predominando

grano de textura cristalina. Para el grupo cuatro su similitud se observó en textura harinosa y mazorca cilíndrica. El grupo tres presentó una sola raza Tacaloea amarillo de grano harinoso.

En la Figura 3b, el primer grupo presentó similitud en el color blanco del olote y mazorca cilíndrica, la diferencia estuvo marcada en el tipo de grano harinoso y cristalino. Para el grupo dos presentó similitud en el color del olote y predominó el tipo de grano harinoso. El grupo tres se caracterizó por el predominio de la disposición de hileras rectas de granos en la mazorca, con características de granos harinosos y cristalinos. En el grupo cinco predominaron mazorcas cilíndricas, los granos de color oscuros y de textura harinosa. El grupo tres se conformó por una sola raza blanco mexicano de granos cristalinos.



Fuente: Norbey Marín Arredondo, Estadístico

Figura 3. Dendrograma de 11 y 21 razas de maíz procedentes de los resguardos indígena del municipio de Tuchín Córdoba.

Tabla 4. Características morfológicas de las 21 accesiones de maíces criollos colectados en Tuchín Colombia.

Variedad	FM	NH	FH	NGH	DO	CO	AG	GG	LG	CL	CrG
1 Huevito	Cónica cilíndrica	20	Irregular	30	1,5	Blanco	4	2	6	Variado	Harinoso
2 Negrito	Cilíndrica alargada	16	Espiral	20	2	Café	4	2	6	Negro brillante	Harinoso
3 Azulito	Cónica cilíndrica	22	Espiral	25	2,5	Blanco	4	2	6	Azul oscuro	Harinoso
4 Blanco mexicano	Cónica	10	Regular	40	1	Blanco	7	3	6	Blanco	Cristalino
5 Cacho de buey	Cónica cilíndrica	18	Recta	25	2,2	Blanco	5	4	8	Amarillo semisentado	Cristalino
6 Manteco	Cilíndrica alargada	12	Recta	36	1	Blanco	5	2	10	Amarillo brillante	Cristalino
7 Tacaloea mojoso	Cónica cilíndrica	18	Alargada	25	2,2	Blanco	4	4	7	Naranja opaco	Harinoso
8 Cariaco amarillo	Cilíndrica	18	Recta	28	2,2	Blanco	3	3	6	Amarillo opaco	Harinoso
9 Blanco criollo	Cilíndrica alargada	22	Recta	30	1,5	Blanco	4	2	5	Blanco cristalino	Cristalino
10 Tacaloea amarillo	Cónica	22	Recta	30	1,5	Blanco	4	3	8	Amarillo opaco	Harinoso
11 Cariaco rayado	Cónica	22	Regular	30	1,5	Blanco	4	2	5	Amarillo de raya roja	Harinoso
12 Piedrita	Cilíndrica	12	Recta	20	1,25	Blanco	5	2	5	Violeta	Harinoso
13 Cariaco rojo	Cónica	14	Recta	28	1,85	Morado	5	1	9	Rojo oscuro	Harinoso
14 Pano	Cilíndrica	10	Recta	20	1,15	Blanco	5	2	7	Morado brillante	Harinoso
15 Tacaloea rojo	Cónica cilíndrica	16	Regular	26	2,2	Blanco	4	3	6	Rojo	Cristalino
16 Cuba hoja blanca	Cilíndrica alargada	16	Espiral	17	2,2	Blanco	5	3	7	Amarillo brillante	Cristalino
17 Cuba hoja negra	Cilíndrica alargada	16	Recta	27	2,5	Blanco	5	4	7	Amarillo quemado	Cristalino
18 Vela amarillo	Cónica cilíndrica	20	Recta	30	2,5	Blanco	4	3	6	Naranja claro	Cristalino
19 Sangre toro	Cilíndrica	20	Regular	28	2,5	Blanco	3	3	6	Rojo	Harinoso
20 Vela blanco	Cilíndrica alargada	15	Recta	20	2	Blanco	5	2	7	Blanco cristalino	Cristalino
21 Berrendo	Cónica cilíndrica	13	Regular	22	2,5	Blanco	8	3	11	Amarillo rayado	Harinoso

Las características anteriores se debieron a que hay razas que son parecidas fenotípicamente, pero tienen origen distinto, debido a la heredabilidad, que es un parámetro genético importante, expresando la proporción de la varianza fenotípica, debido al efecto promedio de los genes, lo cual establece el grado de parecido entre parientes; o sea, el grado en que los fenotipos de los individuos son determinados por los genes heredados de los progenitores a sus descendientes (17). A su vez, las razas pueden ser agrupadas en complejos o grupos raciales, a partir de una distribución geográfica y climática y de historia evolutiva (13).

Las características anteriores son diferentes a los reportados por algunos autores (18-21) y similares a los reportados en el año 2016 (14). Así mismo, trabajos realizados en Colombia reportaron 2 y 3 grupos, respectivamente (22,23). Finalmente, este estudio evidenció que las 21 razas descritas en la Tabla 1, hacen parte del patrimonio cultural de las comunidades indígenas, promotores naturales de la conservación y generación de la biodiversidad *in situ* (24).

CONCLUSIONES

Las características morfológicas de los maíces procedentes del municipio de Tuchín Córdoba, muestra una gran variabilidad entre los cultivares criollos de la zona, la cual se explica con cinco componentes principales para la segunda colecta y cuatro componentes principales para la primera colecta; no obstante, las agrupaciones obtenidas reflejaron combinaciones de características morfológicas en el tipo de mazorcas y tipo de grano, con presencia de antocianinas, las cuales les confieren propiedades nutraceuticas y agroindustriales.

RECOMENDACIÓN

Estos maíces representan una identidad de un pueblo para la seguridad alimentaria, por lo que se debe continuar con el trabajo de multiplicación y limpieza de los materiales colectados, para mantener su pureza genética y conservar los genes de interés para los fitomejoradores en banco de germoplasma.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los resguardos indígenas Zenú del Municipio de Tuchín-Córdoba-Colombia, por permitir la colecta de maíces criollos para esta investigación y a los funcionarios de la UMATA de Tuchín en el periodo 2017-2018, por permitir ser el interlocutor con las comunidades indígenas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Revelo Portilla EA, Cardozo Conde CI, Caetano CM. Estudio molecular preliminar de accesiones de maíz (*Zea mays* L.) criollo e indígena Colombiano, utilizando una región de ADN cloroplástico. Acta Agronómica [Internet]. 2015 [cited 23/10/2021];64(1):72-82. <https://doi.org/10.15446/acag.v64n1.40724>
2. Cárcamo MI, García M, Manzur MI-, Montoro Y, Pengue W, Salgado A, et al. Biodiversidad, erosión y contaminación genética del maíz nativo en América Latina [Internet]. Primera. Red por una América Latina Libre de Transgénicos (RALLT); Available from: https://www.semillas.org.co/apc-aa-files/5d99b14191c59782eab3da99d8f95126/biodiversidaderosion_contaminaciongenetica_maiznativo_al_1.pdf
3. Ramírez Reynoso O, Escobar Álvarez JL, Maldonado Peralta M de los Á, Rojas García AR, Hernández Castro E, Valenzuela-Lagarda JL. Calidad de mazorca y grano en maíces criollos de la Costa Chica, Guerrero. Revista mexicana de ciencias agrícolas [Internet]. 2020;11(SPE24):239-46. Available from: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342020000900239&script=sci_art-text
4. Jimenez Cardona JR. Caracterización de las razas criollas e indígenas de maíz colombiano por medio de Marcadores Moleculares SSR. Maestría en Ciencias Biológicas [Internet]. Available from: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/53904/1116236879.pdf?sequence=1>
5. Condón APF, Rossi AMsC. BANCO DE GERMOPLASMA INIA: conservando la diversidad de nuestras plantas [Internet]. INIA; 2018. Available from: https://www.researchgate.net/profile/Federico-Condón/publication/324042928_BANCO_DE_GERMOPLASMA_INIA_conservando_la_diversidad_de_nuestras_plantas/links/5c24c5d1a6fdccfc706c2552/BANCO-DE-GERMOPLASMA-INIA-conservando-la-diversidad-de-nuestras-plantas.pdf
6. Pérez EP, Ramírez MJ, Martínez TC. Diversidad genética en una población de maíz criollo (*Zea mays* L.) evaluados mediante marcadores microsátélites en Tierralta, Córdoba-Colombia. BISTUA Revista de la Facultad de Ciencias Básicas [Internet]. 2018;15(2):96-107. Available from: http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/BISTUA/article/view/2890
7. Google Maps [Internet]. Google Maps. [cited 23/10/2021]. Available from: <https://www.google.com/maps/@9.1872109,-75.5629148,15z>
8. Salgado A. PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE TUCHÍN - CÓROBA [Internet]. Available from: https://tuchincordoba.micolombiadigital.gov.co/sites/tuchincordoba/content/files/000539/26914_pdm.pdf
9. Herrera M de JG. Conocimiento de la diversidad y distribución actual del maíz nativo y sus parientes silvestres en México [Internet]. 2007. Available from: <https://www.biodiversidad.gob.mx/media/1/genes/files/GuiaPracticaMaiz.pdf>
10. Aguilar-Hernández ÁD, Salinas-Moreno Y, Ramírez-Díaz JL, Bautista-Ramírez E, Flores-López HE. Antocianinas y color en grano y olote de maíz morado peruano cultivado en Jalisco, México. Revista mexicana de ciencias agrícolas [Internet]. 2019;10(5):1071-82. Available from: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342019_000501071&script=sci_arttext
11. Rojas Menor F del R, Vergara Leython BS. Plan de negocio de exportación de la antocianina de maíz

- morado de la empresa Industria y Comercio Lambayeque (incolam) para el mercado nutraceutico de Estados Unidos 2016. Repositorio Institucional - USS [Internet]. 2018 [cited 23/10/2021]; Available from: <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/4825>
12. Guacho Abarca EF. Caracterización agro-morfológica del maíz (*Zea mays* L.) de la localidad San José de Chazo [Internet]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2014. Available from: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/3455/1/13T0793%20.pdf>
 13. Astorga PAB. Análisis de la diversidad genética de maíces nativos de Ocotepéc, Veracruz. 2017; Available from: <http://www.cienciasinaloa.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/85/1/BAEZ%20ASTORGA%20PAUL%20ALAN1.pdf>
 14. Pardey-Rodríguez C, García-Dávila MA, Moreno-Cortés N. Caracterización de maíz procedente del departamento del Magdalena, Colombia. Ciencia y Tecnología Agropecuaria [Internet]. 2016;17(2):167-90. Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v17n2/v17n2a03.pdf>
 15. Sanchez Hernández E, de la Cruz Lozano E, Sánchez Hernández R. Productividad y caracterización varietal de maíces nativos (*Zea mays* L.) colectados en Tabasco, México. Acta Agrícola y Pecuaria [Internet]. 2014; Available from: <http://riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/69/aap112014Productividad.pdf?sequence=1>
 16. Quiñones R, Barrera EC. Composición de antocianinas monoméricas de cinco fenotipos de maíz coloreado (*Zea mays* L.) de la región central colombiana. Revista de la Facultad de Ciencias [Internet]. 2015;4(1):38-51.
 17. Silva-Díaz R, García-Mendoza P, Faleiro-Silva D, Lopes de Souza C. Determinación de componentes de la varianza y parámetros genéticos en una población segregante de maíz tropical. Bioagro [Internet]. 2018;30(1):67-77. Available from: http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1316-33612018000100007&script=sci_arttext
 18. Linares-Holguín OO, Rocandio-Rodríguez M, Santacruz-Varela A, López-Valenzuela JÁ, Córdova-Téllez L, Parra-Terraza S, et al. Caracterización fenotípica y agronómica de maíces (*Zea mays* ssp. *mays* L.) nativos de Sinaloa, México. Interciencia [Internet]. 2019;44(7):421-8. Available from: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/339/33960285008/33960285008.pdf>
 19. Morales Valenzuela G. Variedades locales de maíz en comunidades CH'oles de Tacotalpa, Tabasco. 2020 [cited 23/10/2021]; <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.11899830.v2>
 20. Cabrera Toledo JM, Carballo Carballo A, Aragón Cuevas F. Evaluación agronómica de maíces raza Zapalote chico en la región Istmeña de Oaxaca. Revista mexicana de ciencias agrícolas [Internet]. 2015;6(SPE11):2075-82. Available from: <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v6nspe11/2007-0934-remexca-6-spe11-2075.pdf>
 21. González-Martínez J, Rocandio-Rodríguez M, Contreras-Toledo AR, Joaquín-Cancino S, Vanoye-Eligio V, Chacón-Hernández JC, et al. Diversidad morfológica y agronómica de maíces nativos del Altiplano de Tamaulipas, México. Revista Fitotecnia Mexicana [Internet]. 2020;43(4):361-361. Available from: <https://167.172.243.173/index.php/RFM/article/view/811>
 22. Peña Cuellar RD. Variables morfométricas y análisis molecular para la identificación de razas colombianas de maíz (*Zea mays* L.) [Internet] [Maestría en Ciencias Biológicas]. Available from: https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/59974/2017-Richard_Danilo_Pena_Cuellar.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 23. González-Cortés N, Silos-Espino H, Estrada Cabral JC, Chávez-Muñoz JA, Tejero Jiménez L. Características y propiedades del maíz (*Zea mays* L.) criollo cultivado en Aguascalientes, México. Revista mexicana de ciencias agrícolas [Internet]. 2016;7(3):669-80. Available from: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342016000300669
 24. Fernández L, Fundora ZM, Crossa J, Gálvez G. Caracterización de razas cubanas de maíz (*Zea mays* L.) mediante marcadores agromorfológicos en la colección nacional del cultivo. Cultivos Tropicales [Internet]. 2009;30(4):00-00. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362009000400015&script=sci_arttext&tlng=pt