

Papas negras, papas de color y sin nombres en los Andes de Mérida. Reconocimiento genético*

GORDONES ROJAS, GLADYS 

Museo Arqueológico – Maestría en Etnología
Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela
Correo electrónico: gordonessgladys@gmail.com

GONZÁLEZ, LOURDES 

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas
Centro de Investigaciones Agrícolas, Mérida, Venezuela
Correo electrónico: gonzalezplourdes23@gmail.com

OSORIO, MARTHA 

Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
INIA-CENIAP. Maracay, Venezuela
Correo electrónico: marthaosorio2013@gmail.com

MENESES PACHECO, LINO 

Museo Arqueológico – Doctorado en Antropología
Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela
Correo electrónico: lmeneses@ula.ve

RESUMEN

El reconocimiento genético del cultivo de las papas (*Solanum tuberosum* L.) en las comunidades andinas merideñas, donde su producción constituye uno de los principales rubros agrícolas, es fundamental para asegurar la preservación de las variedades locales, constituidas por especies silvestres, nativas y sin nombres. En el estudio presentamos los resultados del análisis morfológico, polínico y molecular de 29 muestras de germoplasma de papa de diferentes localidades de los Andes merideños que se encuentran resguardados en el Campo Experimental del INIA- Mucuchíes, Venezuela

PALABRAS CLAVE: Papas, *Solanum tuberosum*, germoplasma, Andes de Mérida, Venezuela

Black potatoes, colored potatoes and no names in the Andes of Mérida. genetic recognition

ABSTRACT

The genetic recognition of the cultivation of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) in the Andean communities of Merida, where their production constitutes one of the main agricultural items, is essential to ensure the preservation of local varieties, composed of wild, native and unnamed species. In the study we present the results of the morphological, pollen, and molecular analysis of 29 potato germplasm samples from different localities in the Meridian Andes that are sheltered in the INIA-Mucuchies Experimental Field, Venezuela.

KEY WORDS: Potatoes, *Solanum tuberosum*, germplasm, Merida Andes, Venezuela

*Fecha de recepción: 18-10-2022. Fecha de aceptación: 03-11-2022.

*La papa es una de las armas más importante que posee la
humanidad para luchar contra el hambre*

Carlos Ochoa, 2001:134

1. INTRODUCCIÓN

La producción de papas en los Andes merideños se compone en gran parte de variedades comerciales y clones mejorados que han ganado terreno en el cultivo debido a su preferencia tanto por parte de los productores como de los consumidores, agregándosele a estas las variedades de papas nativas llamadas papas negras, de color y sin nombre, que se reconocen por sus formas, color, periodo de crecimiento y su valor como papa rendidora y aguantadora (Monasterio, 2002; Romero y Monasterio, 2005; González 2013, Gordones, González, Osorio y Meneses, 2019).

La diversidad de nombres por la que son reconocidas las papas nativas, sembradas por nuestros/as agricultores/as pudiera no estar respondiendo a la diversidad genética presente en nuestra geografía, en virtud de que en nuestro trabajo de campo hemos observado con frecuencia la variabilidad de nombres que cambian en de una comunidad a otra, que desaparecen en el transcurrir del tiempo y el registro de nuevos nombres para referenciar estas papas. Sin embargo, el desconocimiento del acervo genético de nuestras papas locales constituye un riesgo para su preservación y el de las especies silvestres, acentuada, entre otras, cosas por la "erosión genética"¹ causada por la reducción del área de cultivo, la disminución de las actividades agrícolas y la falta de oportunidades de mercado (Ortega et al, 2006; Romero y Monasterio, 2005). Es vital preservar estas variedades locales para mantener la diversidad de genotipos de papas y los elementos de la identidad cultural de las comunidades campesinas andinas merideñas vinculadas a su producción. Por lo tanto, consideramos que este trabajo es de gran utilidad en el conocimiento de estas variedades y su preservación, así como en su reconocimiento

a través del tiempo. Reconocer y preservar estas variedades es crucial para asegurar su continuidad a largo plazo.

En este trabajo conjugamos los resultados obtenidos a través de la caracterización morfológica y molecular, así como de la caracterización polínica con el objetivo de identificar la diversidad genética de las papas en la región andina merideña para contribuir a su preservación.

2. LA PAPA EN LOS ANDES MERIDEÑOS

Hoy sabemos que la papa es originaria de América del Sur y es el resultado de miles de años de selección e hibridación de papas silvestre (Bonavia, 1993). La bibliografía especializada nos habla, por los momentos, de dos regiones independientes en la domesticación de la papa: el sur de Chile y los Andes bolivianos y peruanos; sin embargo, la profundidad cronológica —antigüedad— de su manejo, por parte de los pueblos originarios sudamericanos, todavía es un tema muy debatido dada a la fragilidad de las evidencias arqueológicas que se han obtenido hasta la fecha (Bonavia, 1993). Ahora bien, la discusión contemporánea nos lleva a pensar que es probable que los procesos antropogénicos asociados con la domesticación de la papa, se dieron a partir de la especie *Solanum stenotomum*, en el norte de Bolivia, en una fecha que se remonta posiblemente hacia los 10.000 años antes del presente, para luego de un proceso múltiple de cruces genéticos, en el territorio del Perú actual, dar origen a la *Solanum tuberosum* ssp. *andigenum* (Hawkes en Bonavia, 1993. p.176).

Desde el punto de vista arqueológico, se presentan graves dificultades para conocer la antigüedad del uso de la papa debido a los problemas asociados a la conservación de los tubérculos, los almidones y la poca producción de fitolitos de las solanáceas (Bonavia, 1993; Piperno, 2006; Gordones, 2015). Unas de las pocas evidencias arqueológicas del manejo por poblaciones tempranas de la papa, la encontramos en el sitio de Monte Verde, Departamento de Llanquihue, Chile, donde los arqueólogos

hallaron en contexto unos fragmentos de cáscara y un tubérculo pequeño deshidratado de papa silvestre (*Solanum maglia*) fechado en 11.000 años antes del presente (Bonavia, 1993. pp. 183-184).

Lo que si no cabe a dudas es que, para la época de la conquista y colonización de América por parte de los europeos, existía en Sudamérica un manejo de diversas variedades de papas por parte de los pueblos originarios que habitaron los territorios andinos septentrionales, ocupados en la actualidad por Venezuela, Colombia y Ecuador y los andinos meridionales ocupados en el presente por Perú, Bolivia, Chile y Argentina.²

En el caso venezolano, a pesar de no haberse conseguido restos arqueobotánicos contextualizados en la cordillera Andina de Mérida, la literatura arqueológica referencia a la papa como uno de los cultivos que habría permitido la ocupación de los valles andinos entre los 3.000 y 3.500 metros de altura (Sanoja, 1982, p.203). Según Erika Wagner (1980, p. 23) la papa constituía la base de la alimentación de los pueblos prehispánicos alto andinos —tierra fría— y sería utilizada por éstos para el intercambio por otros productos provenientes de las tierras bajas.

La información sobre las papas que se encuentra en los textos de la colonia, nos lleva al año de 1558 cuando llegan los españoles a los Andes merideños, quienes, impactados por los paisajes andinos, creados y recreados por los pueblos originarios, introducen, hacia la cuenca alta del río Chama, entre las poblaciones actuales de Escagüey y Apartaderos, una toponimia asociada al cultivo de las papas (Samudio, 1998, p.52): el Valle de las Turmas (Picón-Parra, 1998).³

Las turmas, según Galeotto Cey, en su obra: “Viajes y descripción de la Indias 1539-1553” (1994), publicada por primera vez en el año de 1560, no refiere:

a un cultivo que los indios llaman papas. Hierba que se produce bajo la tierra [...] son como bolas pequeñas [...], pero no bien redondas, casi como trufas de color marrón. La concha es muy delgada, y por dentro son amarillas, blancas o rojizas. Es alimento seco y suave, se come cocido

o asado como la castaña. Amarga un poco y es ventoso, pero nutre bastante [...] No se dan sino en tierras frías y en montañas (p.142).⁴

Para el año de 1619, Alonso Vásquez de Cisneros (1619) deja constancia de la calidad de las tierras del páramo venezolano para la siembra de turmas —papas— en el auto de fundación del pueblo de Chachopo:

Que los indios mostraron y su merced bio y que todos conforman y dicen para que todas las tierras del dicho valle de Chachopo son muy buenas fértiles y abundantes para las labranzas particulares de maíz, turmas, apio y otras raizes para su sustento y sus comunidades (f.628)

Ahora bien, a pesar de que los españoles popularizaron a la turma para nombrar a las papas, sabemos por las comparaciones de los dialectos andinos de Venezuela, publicadas por Alfredo Jahn en su obra: “Los aborígenes del Occidente de Venezuela. Su historia, etnografía y afinidades lingüísticas” (1927), que la papa era llamada en lengua Timote: *Tiguéus* y en los dialectos Mucuhís: *Tigüís*, Migurí: *Tigúss* y en Mirripú: *Tigurús*.⁵

A mediados del siglo XVIII, las papas andinas ya formaban parte del circuito agroalimentario de la colonia, tal como se evidencia en las compras realizadas en el año de 1753 por el convento de la Inmaculada Concepción de Caracas y el Hospital San Pablo de la misma ciudad (Escudero, 2017. p.225) y para comienzos del Siglo XIX la papa constituía uno de los alimentos más importante de la ciudad de Mérida (Depons, 1960).⁶

Nuestros pioneros de la antropología y la botánica lograron a comienzos del siglo XX coleccionar y documentar una diversidad papa de los páramos merideños. Para Jahn (1927) una variedad de la papa, *Solanum tuberosum*, llamada para ese entonces “papa criolla”, crecía espontáneamente en la región de Mucuchíes y debió ser domesticada por los pueblos originarios, pues en estado silvestre sus tubérculos eran muy pequeños (p.318). Para José Ignacio Lares (1907), esta “papa criolla” (*Solanum tuberosum*)

era nativa de los Andes merideños (p.17) y según Julio Cesar Salas (1997) tenía una corteza violeta oscura, pues las otras clases que se cultivan habían sido introducidas a la región desde Colombia, entre ellas la amarilla o reinosa (p.103).⁷

Adolfo Ernst (1884) nos ofreció a finales del siglo XIX otra descripción de la “papa criolla” que se caracterizaba, según Ernst, por sus formas alargadas de concha gris, amarillentos en la parte interior y con las yemas muy profundas (p.399), lo que nos hace suponer de la existencia de otra variedad de “papa criolla” y la utilización de esta denominación para nombrar a las papas nativas de los Andes venezolanos.

Sobre las “papas silvestres” que crecen en los páramos, Pierre Bourgoïn, citado por Adolfo Ernst (1884) menciona de la existencia de una papa silvestre llamada “papa del oso”, caracterizada por tener una concha algo oscura, su parte carnosa blanco amarillenta y de buen sabor (p. 400).

Henri Pittier (1926) también clasifica una “papa silvestre”, colectada por Jahn en La Venta, municipio Miranda, a unos 2.800 metros de altura, como perteneciente a la especie *Solanum Otites* Dunal (p.329), para ese entonces nos reporta también una papa colectada por el mismo Jahn en el Páramo de La Sal, a unos 2.300 m.s.n.m., denominada “papa brava”, clasificada por éste como una *Solanum paramoense* Bitter (p.329).



Figura N° 1. Papa Brava silvestre y su polen, Páramo de las Piñuelas, 3.500 m.s.n.m., Mucuchíes, municipio Rangel, estado Mérida. Laboratorio de Arqueología y Arqueobotánica del Museo Arqueológico de la Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. Código: MAGRG-AB0007.⁸

A partir de los años 40 del siglo XX, se realizan diversas colectas en los páramos merideños donde se identifican una multivariiedad de papas, cuyos nombres, según Liccia Romero y Maximina Monasterios (2005) eran: “criolla” —quizás sea la misma reportada por Ignacio Lares (1907) y Alfredo Jahn (1927) a comienzos del siglo XX—, “arbolona negra”, “arbolona blanca”, “panche negra”, “tempranera”, “reinosa”, “rosada” “carraca” y “plancheta”, entre otras (p.110).⁹

En la década de los sesenta del siglo XX, en el marco de la política gubernamental del subsidio conservacionista de la cuenca alta andina venezolana, se trasladan a Mérida y Trujillo unos agricultores canarios que introducen en los procesos productivos de la papa una variedad llamada “papa blanca” (Monasterio, 1980; Romero y Monasterio, 2005).

La dinámica de incorporación de variedades de papas en los Andes merideños no ha cesado, así como tampoco la utilización de nombres dados por los productores a las mismas, por esta razón, la identificación genética se ha convertido en una necesidad para asegurar la preservación.

3. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA, POLÍNICA Y MOLECULAR

Los trabajos sobre la caracterización de las variedades de papas (*Solanum tuberosum* L), son abundantes a nivel morfológico y molecular, no así la caracterización polínica de estas variedades. La caracterización morfológica, molecular y polínica, se llevó a cabo en 28 muestras de papas, provenientes de comunidades campesinas de los municipios Rangel, Pueblo Llano, Cardenal Quintero, Miranda, Libertador, Campo Elías y Arzobispo Chacón del estado Mérida, así como del municipio Jáuregui del estado Táchira. Estas muestras fueron obtenidas de la colección del Banco de Germoplasma ubicado en el “Campo Experimental de Mucuchíes Dr. Eduardo Ortega Cartaya” del INIA-Mérida, que se encuentra en el sector La Toma, municipio Rangel, estado Mérida. Se incluyó la variedad “Granola” como

material de referencia, ya que es la más cultivada en el páramo merideño (Cuadro N° 1).

Cuadro N° 1

Materiales de papas de los Andes de Mérida, Venezuela, caracterizados mediante marcadores moleculares microsátélites, polínicos y morfológicos

NOMBRE DEL CULTIVAR	PROCEDENCIA	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS EN EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO	UBICACIÓN DE LAS BANDAS EN EL GEL
Sin Nombre. Bailadores*	C.E.M	M1	3
Sin Nombre. Venancio Quintero**	Mitivivó	M2	4
Sin Nombre. José David Araujo**	La Toma	M3	5
Sin Nombre. Hernán Quintero**	La Toma	M4	6
Sin Nombre. Eliseo Sánchez**	La Mucuchache	M5	7
Sin Nombre. Pueblo Llano*	Pueblo Llano	M6	8
Sin Nombre. La Hondita*	El Baho	M7	9
Sin Nombre. Nelly Reyes**	Pueblo Llano	M8	10
Sin Nombre. Raúl Villamizar	Matica de Rosas	M9	11
Sin Nombre. Olinto Toro**	La Laguna	M10	12
Sin Nombre. Laura González**	La Musui	M11	13
Sin Nombre. Carlos Rodríguez**	Mucuchies	M12	14
Sin Nombre. Elio Sánchez**	Monteverde	M13	15
Sin Nombre. Jairo H. Rojas**	La Laguna	M14	16
Sin Nombre. Estación Local Pueblo Hondo*	Pueblo Hondo	M15	18
Papa Negra. Rosario Santiago**	Pueblo Llano	M16	21
Papa Negra. Ramón Hernández**	Gavidia	M17	22
Arbolona Negra. Atilio González**	Pueblo Llano	M18	25
Papa Negra. Lubin Santiago**	Cardenal Quintero	M19	27
Papa Negra. Omaira García**	Río Negro Guaraque	M20	28
Arbolona Negra. Bernavé Torres**	Gavidia	M21	29
Papa Roja. Bernavé Torres**	Gavidia	M22	30
Papa de Color. Atilio González**	Pueblo Llano	M23	31
Papa Roja. El Molino**	El Molino	M24	32
Cucuba. BGEEM-INIA	Gavidia	M25	33
Papa Negra. Licia Romero****	Gavidia	M26	34
Reinosa. ****	Gavidia	M27	35
Peruana. ****	Miranda	M28	
Granola. ****	Testigo comercial	M29	

* Localidad. **Productor. *** Colector. **** Banco de Germoplasma Campo Experimental de Mucuchies, INIA-Mérida

La caracterización morfológica es un método utilizado para identificar plantas cultivadas y evaluar la diversidad genética. Sin embargo, presenta limitaciones debido a que los resultados pueden verse afectados por el ambiente, lo que dificulta la formulación de estrategias de conservación (Soto, 2006; Gordones et. al., 2019). Por otro lado, la caracterización molecular ha contribuido a un mayor conocimiento genético de muchas especies vegetales, incluyendo la papa, permitiendo seleccionar de manera eficiente individuos con características específicas e identificar cultivares de papa de manera inequívoca sin la intervención de factores ambientales (Osorio et al., 2011), lo que la convierte en una herramienta confiable y reproducible para la identificación de cultivares de papa. Asimismo, la caracterización polínica, que se basa en la comparación de la morfología del polen y la estructura de la exina-ornamentación, lo cual permite la formación de subgrupos y su identificación, pudiendo ser útil para establecer la taxonomía de las especies (Saez, 1978; Barrios et. al., 2005; Mondragón, 2006; Pirpeno, 2006, Gordones et. al., 2019). Esta técnica es importante no solo para el reconocimiento de las variedades y especies en el presente, sino también para el estudio de las variedades alimenticias en el pasado. En conjunto, estas herramientas permiten una caracterización más completa y precisa de las variedades locales de papas en la región andina meridiana, lo que resulta esencial para su conservación y preservación a largo plazo.

Para la caracterización morfológica, de la flor y el tubérculo (Huamán y Gómez, 1994), se utilizaron los descriptores del Centro Internacional de la Papa (CIP). Se tomó una muestra de cinco plantas por hilo para la evaluación de los siguientes caracteres cualitativos: color primario de la flor, color secundario de la flor, forma del tubérculo, color primario del tubérculo, color secundario del tubérculo, distribución del color secundario del tubérculo, color primario de la carne del tubérculo y profundidad de ojos. Se sembraron 15 plantas/variedad en un área de dos

parcelas con 17 surcos de 6 metros de largo, a una distancia de 0,90m entre surcos y 0,40m entre plantas. En la siembra se aplicó fertilizante granulado 12-12-17/2 en dosis de 1000 Kg./ha y antes del aporque se realizó la aplicación de sulfato de potasio y nitrato de calcio, en dosis de 250 Kg./ha. (Gordones et al., 2019).

La caracterización polínica, se basó en la comparación de la morfología del polen, utilizando descriptores de valor taxonómico como el número y características de los colpos y poros, forma y contorno en vista polar y ecuatorial del grano de polen, así como las características de la estructura y ornamentación de la exina (Sáez, 1978; Barrios et al., 2005; Mondragón, 2006). Las muestras se procesaron en el Laboratorio de Arqueología y Arqueobotánica del Museo Arqueológico de la Universidad de Los Andes. No se les aplicó tratamiento químico y se transportaron para su observación directa en el microscopio de barrido del Laboratorio de Análisis Químico Estructural de Materiales (LAQUEM) de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. Cada una de las muestras fue fotografiada para su caracterización. Además, se agregó una muestra de papa silvestre para la comparación del polen. Esta metodología permitió la identificación y catalogación de las variedades de papas según sus características polínicas, lo que resulta útil para su conservación y estudio taxonómico (Gordones et al., 2019).

Para el estudio de la caracterización molecular se utilizaron tanto partes del tubérculo como tejido foliar de muestras colectadas en las parcelas de los municipios mencionados y sus réplicas conservadas in vitro. Para la extracción del ADN, se empleó la metodología propuesta por Zambrano et al. (2002), la cual permitió la obtención de altas concentraciones de ADN que además fueron de alta calidad y pureza. La amplificación por microsatélites se realizó utilizando la metodología de Osorio et al. (2011) y se emplearon nueve iniciadores específicos desarrollados para papa (Cuadro N° 2), seleccionados por su alto índice de contenido polimórfico (PIC). Esta metodología permitió la identificación y caracterización molecular de las variedades

de papas, lo que es útil para su conservación y estudio genético (Osorio et al., 2011; Zambrano et al., 2002).

Cuadro N° 2

Iniciadores utilizados en la amplificación por microsatélites de los materiales de papa

CÓDIGO DEL INICIADOR	ÍNDICE DE CONTENIDO POLIMÓRFICO
STM 1049	0.7706
STM 2022	0.7531
STM 1052	0.8320
STM 2013	0.8728
STM 1104	0.8916
STM 1016	0.7757
STM 3012	0.6944
STM 1106	0.8216
STM 0037	0.7865

Fuente: Ghislain et. al 2004, Barrios, A.; Creuci M., Caetano, C

Para la separación de los productos amplificados de microsatélites, se utilizaron geles de agarosa de alta resolución MS8 en una concentración del 3% (p/v) en buffer TBE 1X y se corrieron en buffer TBE 0,5X. Posterior a la amplificación, se realizó la genotipificación por segregación. En la genotipificación de los materiales de papa de la región andina venezolana, se determinó el número máximo de bandas con pesos moleculares específicos y particulares exhibidos por los patrones electroforéticos que describieron los materiales con el iniciador más polimórfico. El código de genotipificación estuvo compuesto por un máximo de cinco dígitos, donde cada dígito se repitió dependiendo de la intensidad de las bandas observadas (Cuadro N° 3) (Gordones et al, 2019).

Para el análisis estadístico de los datos morfológicos, polínicos y moleculares, se construyó una matriz básica de datos (MBD) y se calcularon las distancias (0 a 1) utilizando el algoritmo de Gower (gower similarity index). Para visualizar la dispersión

de las muestras con respecto a las posibles variables descriptoras, se complementó con análisis de clustering y network. Los análisis estadísticos y los gráficos se realizaron con los programas SPSS versión 21 (IBM Corporation, Redmond, US). Los análisis de componentes principales y clustering se realizaron con el programa Past v3.06 (Natural History Museum, University of Oslo, Oslo, Norway). Se obtuvo un dendrograma de relaciones con el método UPGMA (Unweighted Pair Group Method using Arithmetic Averages) aplicado a los datos de las variables tanto moleculares, polínicas y morfológicas en conjunto a partir de la matriz de similitudes (gower similarity index).

Cuadro N° 3
Asignación de dígitos con el iniciador STM 0037

NÚMERO DE BANDA	PESO MOLECULAR DE LA BANDA EN PARES DE BASES (PB)	NOMENCLATURA
1	212pb	A
2	205 pb	B
3	180 pb	C
4	120 pb	D
5	95 pb	E

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La concertación de las características, moleculares, morfológicas y polínicas junto con el análisis estadístico nos permitido discriminar y agrupar los 29 muestras estudiadas, conocimiento que será de gran valor para la estructuración de programas de mejoramiento y preservación de las variedades, nativas, comerciales y silvestres que constituyen tanto un acervo genético como cultural de las poblaciones campesinas de las comunidades andinas, merideñas que mantienen el cultivo de estas variedades de papas no solo como un rublo comercial sino como el sustento patrimonial de su familia.

4.1. Caracterización molecular

En el estudio, se evaluaron nueve iniciadores para la amplificación por microsatélites, y se encontró que el STM 0037 fue el más polimórfico, produciendo la mayor discriminación entre los individuos evaluados (Figuras N° 2 y N° 3). Los patrones de bandas obtenidos con este iniciador permitieron determinar los códigos de genotipificación por segregación (Cuadro N° 4).

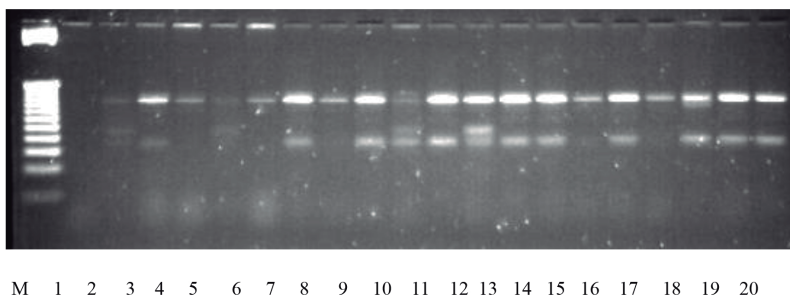


Figura N° 2. Gel de las papas denominadas “Sin Nombre”.

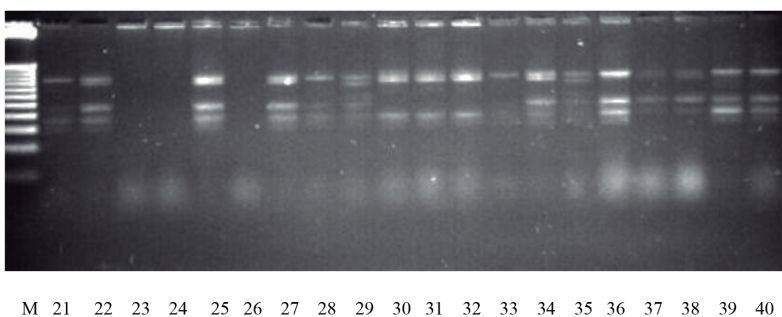


Figura N° 3. Gel de las “Papas Negras” y “Papas de Color” incluidas en el estudio.

Cuadro N° 4

Códigos de genotipificación generados a partir de los patrones de bandas obtenidos con el iniciador STM 0037

GRUPO	CÓDIGOS DE GENOTIPIFICACIÓN
I	BBBEE
II	BBCDE
III	BBCCD
IV	BBDEE
V	BBDDE
VI	BBBBE
VII	BBBBB
VIII	BBBDD
IX	ABDEE
X	BBBDE

Cuadro N° 5

Discriminación de los 29 individuos de acuerdo al código de genotipificación

GRUPO	NOMBRE DE LOS MATERIALES	CÓDIGOS DE GENOTIPIFICACIÓN
I	"Papa de Color. Atilio González", "Papa Roja. El Molino" y "Papa Roja. Bernavé Torres"	BBBEE
II	"Arbolona Negra. Bernavé Torres" y "Papa Negra. Licia Romero"	BBCDE
III	"Reinosa"	BBCCD
IV	"Papa Negra. Omaira García", "Papa Negra. Rosario Santiago"	BBDEE
V	"Arbolona Negra. Atilio González", "Papa Negra. José Lubín Santiago", "Papa. Ramón Hernández"	BBDDE
VI	"Sin Nombre. Bailadores", "Sin Nombre. Carlos Rodríguez", "Sin Nombre. Elio Sánchez", "Sin Nombre. La Hondita", "Sin Nombre. Jairo Rojas", "Sin Nombre. Laura González", "Sin Nombre. Raúl Villamizar", "Sin Nombre. Estación Local Pueblo Hondo"	BBBBE
VII	"Papa Cucuba", "Sin Nombre. Eliseo Sánchez", "Sin Nombre. Hernán Quintero", "Sin Nombre. Pueblo Llano", "Sin Nombre. Venancio Quintero", "Sin Nombre Sector Mitivivó"	BBBBB
VIII	"Sin Nombre. José David Araujo"	BBBDD
IX	"Sin Nombre. Nelly Reyes"	ABDEE
X	"Sin Nombre. Olinto Toro"	BBBDE

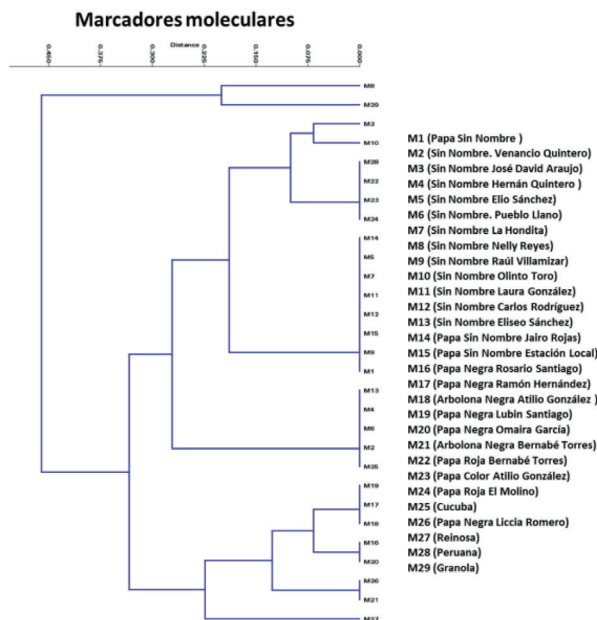
Las muestras evaluadas a nivel molecular se distribuyeron en once grupos, nueve iniciaron con el locus B y dos con el locus A. El análisis de genotipificación por segregación del iniciador STM 0037 permitió distribuir los materiales evaluados en 10 grupos, de los 29 individuos que poseen la caracterización molecular, morfológica y polínica incluidos en este estudio, de los cuales cuatro estaban conformados por materiales únicos, como la “Reinosa” de la comunidad de Gavidia (Grupo III), los denominados “Sin Nombre José David Araujo”, “Sin Nombre Hernán Quintero” de las comunidades La Toma y la “Sin Nombre Jairo H. Rojas” de la comunidad de La Laguna, ambas del municipio Rangel (Grupos VIII y IX) y la “Sin Nombre Pueblo Llano” de la comunidad de Pueblo Llano, municipio Pueblo Llano (Grupo X).

El grupo I, conformado por materiales que, aunque provienen de lugares muy distantes, se agruparon como materiales con secuencias idénticas para la porción del genoma explorada con el iniciador STM 0037, como es el caso de las “Papas de Color El Molino” y las “Papas Rojas de Atilio González” y “Papas Rojas Bernavé Torres”, procedentes de los municipios Arzobispo Chacón y Rangel, respectivamente. En el grupo II se observó la unificación de las papas “Arbolona Negra Bernavé Torres” y “Papa Negra. Licia Romero”, ambas de Gavidia.

En la caracterización de las variedades locales de papas, se observó que los grupos IV, V y VI fueron los más homogéneos, con una mayoría de “Papas Negras” en los dos primeros, mientras que en el VI se agruparon 10 materiales denominados “Sin Nombre”, siete de ellos procedentes del municipio Rangel y tres del municipio Cardenal Quintero. Un caso similar se observó en el grupo VII, que, a excepción de la “Cucuba”, quedó conformado por cinco materiales “Sin Nombre”. Además, como señalan Ponce Almeri et al. (2013) al evaluar el agrupamiento desde el punto de vista regional, existe una tendencia moderada de agrupamiento de acuerdo a la región geográfica. La genotipificación con el

iniciador STM 0037 también permitió describir similitudes entre la mayoría de los individuos denominados “Sin Nombre”, quienes se ubicaron principalmente en los grupos VI, VII, VIII, IX y X. Estos grupos estuvieron definidos con los códigos BBBBE, BBBBB, BBBDD, ABDEE y BBBDE, y presentaron características genéticas similares. Cabe destacar que un único material “Sin Nombre Ismael Sánchez” se separó del resto y se agrupó con las papas negras en el grupo V.

En el dendrograma que agrupa los caracteres moleculares tuvimos como resultado un primer grupo donde encontramos la M29 correspondiendo a la variedad comercial Granola y la M8 “Sin nombre Nelly Reyes”, manteniendo entre ambas una distancia de diferenciación de 0,35, y entre estas y las demás muestras entre 0,075 a 0,375 siendo el más divergente. El segundo grupo está conformado por las muestras M27 correspondiente a la Reinosa posiblemente *Solanum phureja*, especie comercial que constituye a su vez dos sub grupos conformados por las muestras M21 y M26 que van a constituir el subgrupo M20 y M16 y M18, M17 y M19 las cuales presentan un distanciamiento en relación la diferencia con la M27 Reinosa de 0,75 a 0,180 y entre sí de 0,00, pudiendo considerar que se trata de los mismos individuos, relacionados con las denominadas papas negras. El tercer grupo está conformado por: M25, M2, M6, M4 y M13, con una distancia entre ellas de 0,00, pudiéndose considerara como un único individuo el grupo constituido por: M1, M9, M15, M12, M11, M7, M5 y M14, con una distancia de diferenciación entre ellos de 0,00, considerando un mismo individuo y entre ellos y el grupo anterior de 0,270 aproximadamente. El otro grupo presente en este bloque constituidos las muestras. M24, M23, M22 y M28 rasgo de diferenciación entre ellas de 0,000, pudiendo considerar que se trata de un único individuo, la muestra M10 y M3 con una distancia de diferencia de solo de 0,075, correspondiente a las papas de color (Dendrograma N° 1).



Dendrograma N° 1. Agrupamiento jerárquico (clustering) de los materiales evaluados según sus características moleculares. Se usó el algoritmo paired group (UPGMA) a partir de la matriz de similitudes (gower similarity index).

4.2. Caracterización morfológica

En el estudio de la caracterización morfológica, se encontró que las papas nativas, las denominadas “sin nombre”, “papas negras” y “papas de color”, de uso local presentan una diversidad de formas, colores de piel y carne de tubérculo, así como variaciones en flores y otros caracteres morfológicos. Los caracteres con mayores variaciones fueron el color primario de la piel del tubérculo, el color secundario de la piel del tubérculo y el color primario de la flor. En cuanto al color primario de la flor, predominó el morado oscuro, mientras que el color secundario estuvo ausente en la mayoría de las variedades evaluadas. La forma del tubérculo predominante fue la comprimida, seguida de la forma redonda, característica predominante en las muestras correspondientes al grupo I. (Cuadro N° 5) En cuanto al color

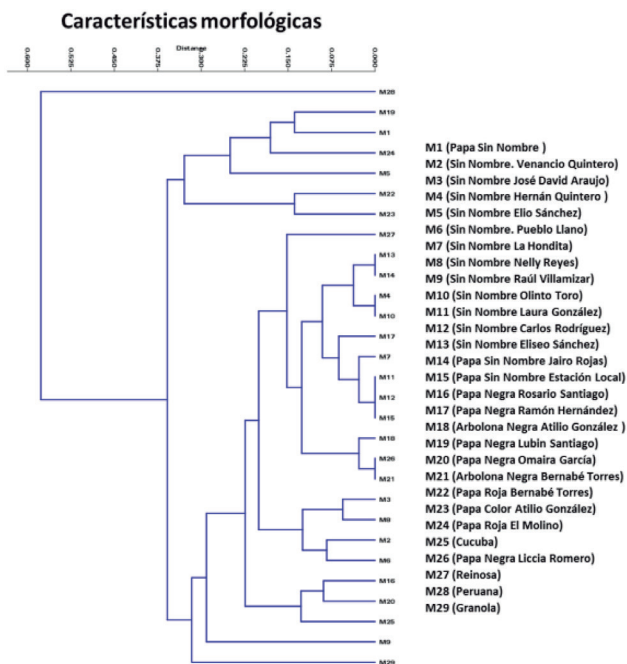
primario de la piel, predominó el morado intermedio, siendo este el carácter con mayor variación.

En lo que respecta al color primario de la carne, el blanco fue el color predominante, seguido del color crema. En la mayoría de las variedades evaluadas no se observaron pigmentos en la carne. En relación a la profundidad de los ojos, los ojos medios predominaron, seguidos de los ojos profundos característico de las “papas negras” ubicadas en el grupo IV y los superficiales presente en el grupo IX (Cuadro N° 5) referente a la “Granola”, resultados que evidencia la riqueza y diversidad de las variedades locales de papas (González et al., 2014). Característica que se evidencia en el dendrograma que agrupa los caracteres morfológicos, presentando la mayor diversidad de agrupación.

Un primer bloque donde encontramos la M28 correspondiendo a la variedad comercial peruana, la cual mantiene entre estas y las demás una distancia de diferencia de más de 0,525. El segundo grupo está conformado por bloque que presenta las muestras M23 y M22 con una distancia de diferenciación entre ellas de más de 0,075, la M5 que conforma a su vez la muestra M 24 las cuales mantienen una distancia de diferenciación de más de 0,225, terminan este bloque las muestras M1 y M19 con una distancia de diferenciación entre ellas de 0,150 y un rango de distancia de diferenciación entre el grupo que va de 0,150 a 0,300, en este se encuentran las denominadas papa de color y sin nombre.

El segundo bloque agrupa la mayor variedad y unión entre las muestras a nivel morfológico se presenta la M29 que corresponde a la variedad comercial denominada “Granola”, presentando una distancia de diferenciación con el resto de las muestras dentro del grupo de más de 0300, le sigue la M9 con una distancia de diferenciación de más de 0,225, el grupo M25 y M20 y M16 con una distancia entre ellas de diferenciación de más de 0,00 y con respecto a la M25 de más de 0,075. Los bloques que se desprende del anterior reúnen las muestras, M6 y M2 con una distancia de diferenciación de 0,075, la muestra M8

y M3 con una distancia de diferenciación de más de 0,000 y entre estos dos de más de 0,075. El segundo sub- bloque de este grupo presenta la muestra M27 correspondiente a la “Reinosa” posible *Solanum phureja* especie comercial que constituye a su vez tres sub- grupos conformados por las muestras M21 y M26 con una distancia de diferenciación entre ellas de 0,000 y entre la M18 de más de 0,000, el grupo M15, M12 y M11, con una distancia de diferenciación entre ellas de 0,000 y entre la M7 de más 0,000 al igual que con la M17; las muestra M10 y M4, con una distancia de diferenciación de 0,000, la M14 y M1, con una distancia de diferenciación de 0,000 y una distancia de diferenciación entre grupo los tres subgrupo de 0,075 y con respecto a la M27 denominada “Reinosa” de 0,150. En este bloque se encuentran agrupadas la denominadas papa sin nombre (Dendrograma N° 2).



Dendrograma N° 2. Agrupamiento jerárquico (clustering) de los materiales evaluados según sus características morfológicas. Se usó el algoritmo paired group (UPGMA) a partir de la matriz de similaridades (gower similarity index).

4.3 Caracterización polínica

En el análisis polínico, se pudieron determinar dos características fundamentales que distinguen los granos de polen correspondientes a especies y a variedades. Se observó que los pólenes correspondientes a especies pueden caracterizarse por ser tricolporados, presentando un contorno en vista polar circular arrosetado y en vista ecuatorial prolato, como se observó en las muestras del grupo III identificadas como “Reinosa”, posiblemente correspondiente a la especie *Solanum phureja*. Esta característica se relaciona con los granos de polen silvestres que fueron tomados como elemento de comparación en este estudio.

Por otro lado, los granos de polen correspondientes a variedades son tetracolporados-tricolporados con colpos lisos o rugosos y tetracolporados con colpos lisos o rugosos, presentando variaciones en el contorno en vista polar y ecuatorial. Las muestras de papas denominadas nativas tienden a presentar granos de polen tricolporados y tetracolporados, mientras que las muestras correspondientes a las denominadas sin nombre tienden a presentar polen tetracolporados. La muestra correspondiente a “Granola”, presenta un polen tetracolporado y poros hundidos. Además, se observó que la estructura de la exina no permite discriminar entre especies y variedades, ya que mantiene una ornamentación granulada uniforme en toda la muestra.

El dendrograma que agrupa los caracteres polínicos presenta un grupo donde se ubica la muestra M27 la cual constituye una muestra única con una distancia de diferenciación de más del 0,7, de grupo en general. El segundo bloque lo constituyen las restante 28 muestras agrupadas en subgrupos la M29 correspondiente a la denominada “Granola” variedad comercial y la M10 presentan una distancia de diferenciación entre ellas de 0,1. Las muestras M26 tiene una distancia de diferenciación de más de 0,2 con respecto a las muestras M18 que presenta una distancia de diferenciación de más de 0,0 de la M1 y esta a su vez de las muestras M2, M6 y M4 que tienen una distancia de diferenciación de 0,0, pudiendo considerar

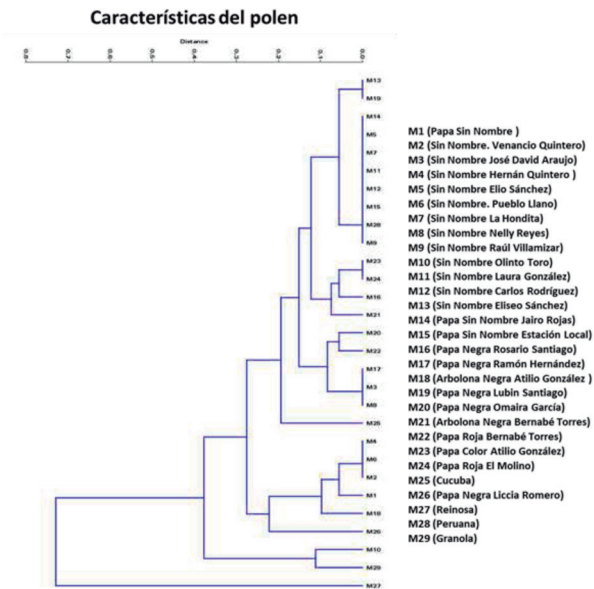
que se trata de un mismo individuo. El segundo subgrupo se encuentra constituido por la muestra M26, correspondiente a la denominada “papa negra Licia Romero” la cual se presenta sola con una distancia de diferenciación de 0,1, de los otros componentes de los subgrupos integrados por las muestras M8, M3 y M17 con una distancia de diferenciación entre ellas de 0,0, pudiéndose considerar como un solo individuo y la M22 y M20 con una distancia de diferenciación de más de 0,0 entre ellas y de 0,1 entre las primeras. Le sigue las muestras agrupadas en un subgrupo M21 con una distancia de diferenciación de 0,1 con respecto a M16 que presenta una distancia de diferenciación de más de 0,0 y las muestras M24 y M23 que presenta una distancia de diferenciación de 0,0, pudiéndose considerar como un solo individuo. El tercer subgrupo de este tercer subbloque que agrupa los caracteres polínicos de las muestras se encuentra constituido por las muestras; M9, M26, M15, M12, M11, M7, M5 y M14 con una distancia de diferenciación de 0,0 pudiendo considerar que se trata de un mismo individuo y las muestras M19 y M13 con una distancia de diferenciación entre ellas de 0,0, considerando que puede tratarse de un mismo individuo, presentando una distancia de 0,0 entre grupos (Dendrograma N° 3).

En la concertación de las características, morfológicas, moleculares y polínicas dio como resultado una amplia variedad en las características morfológicas en cuanto a los descriptores empleados lo que contrasta con los resultados moleculares y polínicos donde se presentan agrupaciones en el material siendo este último más homogéneo entre los grupos conformado en la genotipificación.

Las muestras denominadas, “Sin Nombre”, ubicadas principalmente en los grupos VI, VII, VIII, IX y X., presentaron características genéticas similares al igual que el polen caracterizado por tener una forma esferoidal tetracolpado o tricolporado con poros lisos o rugosos. Estos resultados sugieren la existencia de variedades locales de papas con características genéticas y polínicas similares, pero que aún no han sido

formalmente identificadas y denominadas

Las muestras denominadas: “Reinosa”, “Sin Nombre José David Araujo”, “Sin Nombre Nelly Reyes” y “Sin Nombre Olinto Toro”, pertenecientes a los grupos III, VIII, IX y X, respectivamente, presentan características moleculares entre si y del resto de los materiales estudiados, presentando también variaciones a nivel de las características morfológicas y diferencias en la caracterización polínica, ya que dos de los cuatro individuos presentaron polen esferoidal tetracolpado granulado, un material mostró polen esferoidal tetracolpado y otro material polen esferoidal tricolpado granulado. Lo que los ubicó como materiales únicos. Las papas denominadas: “Papas negras”, “De color” y “Rojas”, quedaron agrupadas principalmente en los grupos I, II, IV y V, mantienen variaciones a nivel morfológico y unificación a nivel del polen siendo, esferoidal tetracolpado granulado.



Dendrograma N° 3. Agrupamiento jerárquico (clustering) de los materiales evaluados según sus características polínicas. Se usó el algoritmo paired group (UPGMA) a partir de la matriz de similitudes (gower similarity index).

5. GRUPOS MOLECULARES, MORFOLÓGICOS Y POLÍNICOS DE LAS PAPAS

5.1. Grupo I BBBEE

IDENTIFICACIÓN	PROCEDENCIA	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	POLEN
Papa de color	Atilio González, Pueblo Llano, municipio Pueblo Llano, Mérida	Color de flor: Lila intermedio Color secundario flor: No presenta Forma tubérculo: Redonda Color piel: Rosado intermedio Color secundario: Rojo morado Distribución: Salpicado Color carne: Blanca Profundidad de ojos: Medios	Isopolar, tricolporados y tetracolporados. Contorno en vista polar circular cuadrado y triangular. Contorno en vista ecuatorial circular, colpos lisos ligeramente anchos y tendientes a unirse, estructura de la exina granular.
Papa peruana	Caracciolo Ramírez, Musuruao, municipio Miranda, Mérida.	Color de flor: Blanca Color secundario flor: Lila en bandas Forma tubérculo: Redonda Color piel: Anaranjado intermedio Color secundario: Rojo Distribución: Ojos y cejas Color carne: Crema Profundidad de ojos: Medios	Igual
Papa roja	El Molino, El Molino municipio Arzobispo Chacón, Mérida.	Color de flor: Lila intermedio Color secundario flor: Blanco Distribución color sec flor: Acumen haz y envés Forma tubérculo: Redonda Color piel: Rosado intenso Color secundario: No presenta Distribución: No presenta Color carne: Crema	Igual
Papa roja	Bernavé Torres, Gavidia, municipio Rangel, Mérida	Color de flor: Morada intermedio Color secundario flor: Blanco Forma tubérculo: Redonda Color piel: Rosado intenso Color secundario: Rojo morado Distribución: Ojos y cejas Color carne: Blanca Profundidad de ojos: Medios	Igual

5.2. Grupo II BBCDE

IDENTIFICACIÓN	PROCEDENCIA	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	POLEN
Papa negra arbolona	Bernavé Torres, Gavidia municipio Rangel, Mérida	Color de flor: Morado intenso Color secundario flor: No presenta Forma tubérculo: Comprimida Color piel: Morado intenso Color secundario: No presenta Color carne: Crema Profundidad de ojos: Medios	Isopolar, tricolporados y tetracolporados. Contorno en vista polar circular-cuadrado y triangular. Contorno en vista ecuatorial circular. Colpos lisos ligeramente anchos y tendientes a unirse, estructura de la exina granular
Papa negra	Liccia Romero, Gavidia, municipio Rangel, Mérida	Color de flor: Morado intenso Color secundario flor: No presenta Forma tubérculo: comprimida Color piel: Morado intenso Color secundario: No presenta Color carne: Crema Profundidad de ojos: Medios	Igual

5.3. Grupo III BBCCD

IDENTIFICACIÓN	PROCEDENCIA	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	POLEN
Reinosa		Color de flor: blanca Color secundario flor: no presenta Forma tubérculo: comprimida Color piel: amarilla Color secundario: no presenta Color carne: Crema Profundidad de ojos: Medios	Heteropolar, tricolporados. Contorno en vista polar circular arosado. Contorno en vista ecuatorial prolato, colpos profundos lisos, estructura de la exina granular

5.4 Grupo. IV BBDEE

IDENTIFICACIÓN	PROCEDENCIA	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	POLEN
Papa negra	Omaira García. Río Negro. Guaraque, municipio Guaraque, Mérida	Color de flor: Morado oscuro Color secundario flor: No presenta Forma tubérculo: Comprimida Color piel: Morado intermedio Color secundario piel: Crema Distribución: Como anteojos Color carne: Blanco Profundidad de ojos: Profundos	Isopolar, tetracolporados. Contornos en vista polar circular-cuadrada. Contorno en vista ecuatorial circular. Colpos profundos liso y poros salientes con protuberancias en los bordes de la exina, exina granular.
Papa negra	Rosario Santiago. Pueblo Llano, municipio Pueblo Llano, Mérida	Color de flor: Morado oscuro Color secundario flor: No presenta Forma tubérculo: Comprimida Color piel: Morado intermedio Color secundario piel: rosado Distribución: Como anteojos Color carne: Blanco Profundidad de ojos: Profundos	Igual

5.5. Grupo V BBDDE

IDENTIFICACIÓN	PROCEDECENCIA	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	POLEN
Papa negra Arbolona	Atilio González. Pueblo Llano, municipio Pueblo Llano, Mérida	Color de flor: Violeta pálido Color secundario flor: No presenta Forma tubérculo: Comprimida Color piel: Morado intermedio Color secundario: No presenta Color carne: Crema pálido Profundidad de ojos: Medios	Isopolar, tricolporados y tetracolporados. Contornos en vista polar circular-cuadrada, circular. Contorno en vista ecuatorial circular. Colpos profundos granular y poros salientes con protuberancias en los bordes de la exina o hundidos, exina granular.
Papa negra	José Lubin Santiago. Santo Domingo, municipio Cardenal Quintero, Mérida	Color de flor: Morado oscuro Color secundario flor: Crema Forma tubérculo: Redonda Color piel: Morado Intermedio Color secundario: No presenta Color carne: Blanco Color secundario carne: Morado distribuido en áreas Profundidad de ojos: Medios	Igual
Papa negra	Ramón Hernández. Gavidia, municipio Rangel, Mérida	Color de flor: Violeta oscuro Color secundario flor: No presenta Forma tubérculo: Comprimida Color piel: Morado intermedio Color secundario: No presenta Color carne: Blanco Profundidad de ojos: Medios	Igual

5.6. Grupo VI BBBBE

IDENTIFICACIÓN	PROCEDECENCIA	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	POLEN
Papa sin nombre	Bailadores, municipio Rivas Dávila, Mérida	Color de flor: Lila intermedio Color secundario flor: Lila Forma tubérculo: Redondo Color piel: Amarillo pálido Color carne: Blanco Profundidad ojos: Medios	Isopolar, tricolporados y tetracolporados. Contornos en vista polar circular-cuadrada, circular. Contorno en vista ecuatorial circular. Colpos profundos granular y poros salientes con protuberancias en los bordes de la exina o hundidos, exina granular.
Papa sin nombre	Carlos Rodríguez. Mucuchies, municipio Rangel, Mérida	Color de flor: Morado Forma tubérculo: Comprimida Color de piel: Blanco-crema Color de carne: Blanca Profundidad ojos: Medio	Igual
Papa sin nombre	Elio Sánchez. La Mucuchache, municipio Rangel, Mérida	Color de flor: Morado pálido Color secundario flor: Rojo-rosado Forma tubérculo: Comprimida Color de piel: Blanco-crema Color de carne: Blanca Profundidad ojos: Medios	Igual
Papa sin nombre	La Hondita. El Baho, municipio Cardenal Quintero, Mérida	Color de flor: Lila intermedio Forma tubérculo: Comprimida Color de piel: Blanco-crema Color de carne: Blanca Profundidad ojos: Superficiales	Igual

IDENTIFICACIÓN	PROCEDENCIA	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	POLEN
Papa sin nombre	Jairo Rojas. La Laguna, municipio Rangel, Mérida	Color de flor: Morada Forma tubérculo: Comprimida Color de piel: Amarillo Color de carne: Blanca Profundidad ojos: Medio	Isopolar, tricolporados y tetracolporados. Contornos en vista polar circular-cuadrada, circular. Contorno en vista ecuatorial circular. Colpos profundos granular y poros salientes con protuberancias en los bordes de la exina o hundidos, exina granular.
Papa sin nombre	Laura González. La Musui, municipio Rangel, Mérida	Color de flor: Morado intermedio Forma tubérculo: Comprimida Color de piel: Blanco-crema Color de carne: Blanca Profundidad ojos: Medio	Igual
Papa sin nombre	Raúl Villamizar. La Matica de Rosa, municipio Rangel, Mérida	Color de flor: Morado Forma tubérculo: Redonda Color de piel: Rosado intermedio Color de carne: Blanca Profundidad ojos: Superficiales	Igual
Papa sin nombre	Estación local Pueblo Hondo, municipio Jauregui, Táchira	Color de flor: Morado intermedio Forma tubérculo: Comprimida Color de piel: Blanco-crema Color de carne: Blanca Profundidad ojos: Medios	Igual

5.7. Grupo VII BBBBB

IDENTIFICACIÓN	PROCEDENCIA	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	POLEN
Papa cucuba	Liccia Romero. Gavidia municipio Rangel, Mérida	Color de flor: Morado oscuro Forma tubérculo: Comprimida Color de piel: Rojo morado Distribución: Irregulares Color de carne: Blanca Profundidad de ojos: Medio	Isopolar, tricolporados y tetracolporados Contornos en vista polar circular-cuadrada, circular y triangular. Contorno en vista ecuatorial circular y circular prolato, colpos profundos lisos o rugosos y poros salientes con protuberancias en los bordes de la exina o hundidos, exina granular.
Papa sin nombre	Eliseo Sánchez. Monteverde-La Toma, municipio Rangel, Mérida	Color de flor: Morado Forma tubérculo: Comprimida Color de piel: Amarillo Color de carne: Blanca Profundidad de ojos: Medio	Igual
Papa sin nombre	Hernán Quintero. La Toma, municipio Rangel, Mérida	Color de flor: Morado Forma tubérculo: Oblonga Color de piel: Amarillo Color de carne: Blanca Profundidad de ojos: Medio	Igual

IDENTIFICACIÓN	PROCEDENCIA	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	POLEN
Papa sin nombre	Pueblo Llano, municipio Pueblo Llano, Mérida	Color de flor: Lila intermedio Forma tubérculo: Comprimida Color de piel: Amarillo Color de carne: Blanca Profundidad de ojos: Superficiales	Isopolar, tricolporados y tetracolporados Contornos en vista polar circular-cuadrada, circular y triangular. Contorno en vista ecuatorial circular y circular prolato, colpos profundos lisos o rugosos y poros salientes con protuberancias en los bordes de la exina o hundidos, exina granular.
Papa sin nombre	Venancio Quintero. Mitibibó, Parroquia La Toma, municipio Rangel, Mérida	Color de flor: Morado Forma tubérculo: Comprimida Color de piel: Amarillo Color de carne: Crema Profundidad de ojos: Superficial	Igual

5.8. Grupo VIII BBBDD

IDENTIFICACIÓN	PROCEDENCIA	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	POLEN
Papa sin nombre	José David Araujo. La Toma, municipio Range, Mérida	Color de flor: Morada Forma tubérculo: Comprimida Color de piel: Blanco-crema Color de carne: Blanca Profundidad de ojos: Superficiales a medio	Isopolar, tetracolporados, contorno en vista polar circular cuadrada. Contorno en vista ecuatorial circular. Colpos profundos granular y poros salientes protuberantes con protuberancias en bordes de la exina, exina granular.

5.9. Grupo IX ABDEE

IDENTIFICACIÓN	PROCEDENCIA	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	POLEN
Papa sin nombre	Nelly Reyes. Pueblo Llano, municipio Pueblo Llano, Mérida	Color de flor: Morado pálido Forma tubérculo: Comprimida Color piel: Rosado intermedio Color de carne: Blanca Profundidad de ojos: Superficiales	Isopolar, tetracolporados, contorno en vista polar circular cuadrado. Contorno en vista ecuatorial circular o circular prolato. Colpos profundos rugosos, poros protuberantes con borde de la exina salientes, exina granular.

5.10. Grupo X BBBDE

IDENTIFICACIÓN	PROCEDENCIA	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	POLEN
Papa sin nombre	Olinto Toro. La Laguna, municipio Rangel, Mérida	Color de flor: Morada Forma tubérculo: Oblonga oval Color de piel: Amarillo Color de carne: Blanca Profundidad de ojos: Medio	Isopolar, tetracolporado. Contorno en vista polar circular arrosada. Contorno en vista ecuatorial circular o circular prolato. Colpos profundos rugosos y tendientes a unirse, poros protuberantes con borde de la exina salientes, exina granular

5.11. Grupo XI ABEE

IDENTIFICACIÓN	PROCEDENCIA	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	POLEN
Papa Granola	Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales. Campo Experimental Mucuchíes “Dr. Eduardo Ortega Cartaya”, municipio Rangel, Mérida	Color de flor: No se observa flor Color secundario flor: No presenta Forma tubérculo: Oval redondeada Color de piel: Amarillo claro Color secundario: No presenta Color de carne: Amarillo claro Profundidad de ojos: Superficiales	Isopolar, tetracolporado. Contorno en vista polar circular cuadrado. Contorno en vista ecuatorial circular prolato o circular, poros hundidos, exina granular.

6. ANÁLISIS COMBINADO

El análisis combinado de los caracteres morfológicos, moleculares y polínicos realizado a partir de la matriz de similitudes de los materiales evaluados (Tabla N° 1) de esta trabajo, permitió discriminar a las 29 muestras en siete grupos con un coeficiente de distanciamiento de similitud que varió entre 0,00 y 0,40 (Dendrograma N° 4), muy próximos si tomamos en cuenta la variedad de los materiales y sumamente importante para su reconocimiento a nivel genético.

El primer grupo, está representado por la muestra M27, siendo el más divergente de las muestras estudiadas.

El segundo grupo, está conformado por las muestras M24, M23 y M22, que mantienen un rango de diferencia solo del 0,15 y 0,10 y la M28 de 0,20 de diferencia con respecto a las primeras, corresponden a las "papas de color" y a la denominada "papa peruana".

El tercer grupo, conformado por una primera agrupación constituida por la muestra comercial denominada "Granola" M29 y la muestra M10 correspondiente a una papa denominada "Sin nombre" con una diferencia entre ellas de 0,15. Las muestras M8 y M3, con una diferencia entre ellas de 0,15, las muestras M20 y M16 con una diferencia de 0,05 y las muestras M21 y M26 con una diferencia de 0,15, M16 y M17 (Figura N° 4) con una distancia de 0,10. Las distancias de diferencias entre estas todas estas muestras está entre 0,05 a 0,20. El otro bloque de

este grupo está constituido por las muestras M1 y M19 con una diferencia entre ellas de 0,22, seguida de las muestras M25, M9 que muestran una diferencia entre ellas y las muestras M11, M12 y M15 que se ubican a una distancia de diferenciación de 0,00, pudiendo considerarlas como el mismo individuo. Le sigue la muestra M7 que mantiene una distancia de diferencia de 0,02 y la M14 con una distancia de diferencia 0,03.

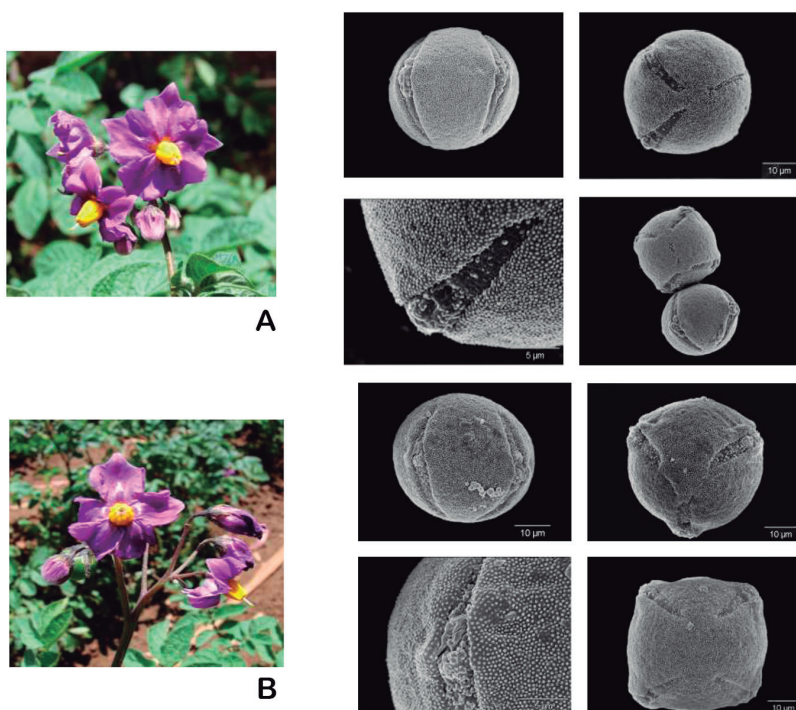
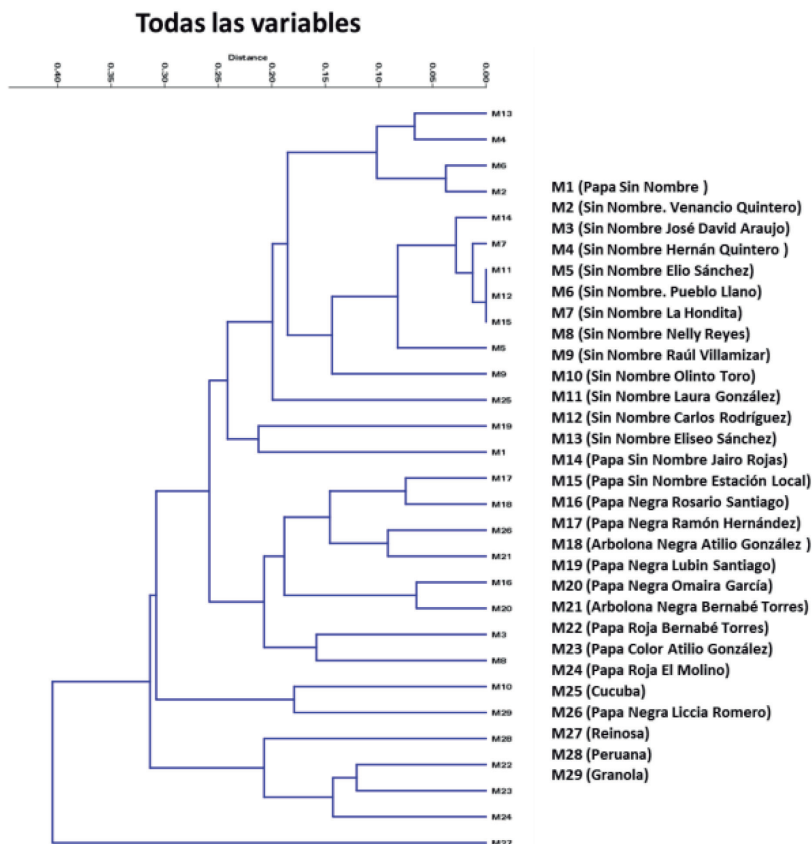


Figura N° 4. A: M16. Flor y polen, "Papa Negra Rosario Santiago". Código: MAGRG-AB0052, Pueblo Llano, municipio Pueblo Llano, Mérida. **B:** M17. Flor y polen", Papa Negra Ramón Hernández". MAGRG-AB0054. Gavidia, municipio Rangel, Mérida.

El último grupo, está conformado por las muestras M2 y M6, que presentan una distancia de diferenciación de 0,04 y las muestras M4 y M13 con una distancia de diferenciación de 0,07 y entre ellas de 0,10 (Dendrograma N°4).

Tabla N° 1. Matriz de similitudes de los materiales evaluados según sus características moleculares, morfológicas y polínicas. Las distancias (0 a 1) se calcularon según el algoritmo de Gower (gower similarity index).



Dendrograma N° 4: Agrupamiento jerárquico (clustering) de los materiales evaluados según sus características moleculares, morfológicas y polínicas. Se usó el algoritmo paired group (UPGMA) a partir de la matriz de similitudes (gower similarity index).

La agrupación observada al realizar el análisis combinado de caracteres cuantitativos y cualitativos coincide con lo obtenido de forma descriptiva al combinar estos tres caracteres. La muestra M27, que corresponde a la variedad "Reinosa" (*Solanum Phureja*) (Figura N° 5), se mantiene en un grupo como muestra única con

una distancia de similaridad con las demás muestras de apenas un 0,35, lo cual puede deberse a las características particulares de esta especie para combinación genética.

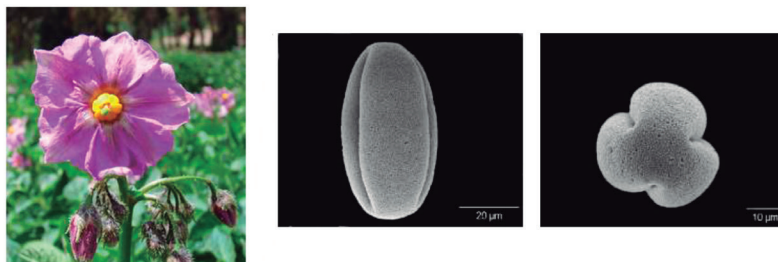


Figura N° 5. M27. Flor y polen, "Papa Reinosa". Código: MAGRG-AB0137, Gavidia, municipio Rangel, Mérida.

7. CONCLUSIONES

Las muestras M22, M23 y M24 correspondiente al grupo I, presentan características morfológicas con pequeñas variaciones y características moleculares y polínicas iguales, con una distancia de diferenciación muy baja entre ellas al igual que con la M28, así mismo se encuentran en un mismo bloque y relacionada más cercanamente a la muestra M27 “Reinosa”, posible *S. phureja* en el análisis estadístico por lo que podrían sugerirse una relación parental.

Las muestras M7, M9, M11, M12, M14 y M15, correspondiente al grupo VI presentan pequeñas diferencias a nivel de las características morfológicas y unificación a nivel molecular y polínico, las muestras M11, M12 y M15 son las más uniforme, pudiendo tratarse de un mismo individuo.

Las muestras M2, M4 y M6, correspondiente al grupo VII presentan pequeñas diferencias a nivel de las características morfológicas y unificación a nivel molecular y polínico, con una

distancia de diferenciación entre 0,05 a 0,07.

Con la concertación de las características genéticas y morfológicas, se obtuvieron como resultado que la distribución por proximidad genética de los individuos estudiados estuvo relacionada con el área geográfica de origen. Además, se encontró que individuos agrupados con la genotipificación presentaron características morfológicas y polínicas idénticas, como se observó en los grupos I y IV. Por otro lado, también hubo individuos que coincidieron en la caracterización genética y polínica, pero presentaron ligeras diferencias en la morfología, como se observó en los grupos V, VI y VII. Estos resultados sugieren la existencia de una relación entre la estructura genética y la distribución geográfica de las variedades locales de papas.

Los resultados del análisis molecular demuestran la utilidad de la técnica de microsatélites para la identificación y caracterización molecular de variedades locales de papas, lo que es útil para su conservación y estudio genético a largo plazo (Barrios et al., 2005; Osorio et al., 2011). Además, la identificación de iniciadores altamente polimórficos permite una mayor discriminación entre los individuos evaluados y una mejor caracterización de la diversidad genética de las papas locales.

La baja diversidad genética entre las muestras puede estar en correspondencia con las variedades mas cultivadas por los/as productores/as locales pudiéndose considerar que su unificación genética se debe a un proceso de selección que a través del tiempo las ha hecho mas uniforme localizadas en áreas geográficas específicas, lo que destaca la importancia de considerar la preferencia, manejo y dinámica de producción de estas variedades y su entorno geográfico, en la conservación y mejoramiento a largo plazo.

8. RECOMENDACIONES

La preservación del material genético de las papas, denominadas por nuestras y nuestros agricultores como: papas sin

nombre, papas negras o papas de color, constituyen un patrimonio natural y cultural sumamente importante, que nos habla a través del tiempo de la preservación y manejo de uno de los recursos alimenticios más importante hoy en día por su distribución y acceso a aquellas comunidades más deprimidas lo que lo constituye sin lugar a duda en un arma en contra del hambre, en este sentido consideramos que trabajo como el presentado, que permite concertar diferentes maneras de conocer son cada vez más necesarios en la preservación de nuestro patrimonio genético y cultural por lo que consideramos necesario: Profundizar los trabajos comparativos de las denominadas papas nativas. Caracterizar las especies silvestres localizadas en la región para determinar los posibles parentales de las papas nativas presentes en el área andina meridional.

La relación entre individuos determinada con el iniciador STM 0037 debe ser corroborada con otras pruebas moleculares más avanzadas para verificar la relación de los individuos estudiados. Esto permitirá tomar decisiones más acertadas en cuanto a los materiales, ya que podremos definir con mayor grado de precisión si las relaciones obtenidas y las similitudes genéticas que aquí se definen, y que en algunos casos no se relacionan con la realidad observada en campo, son producto del ambiente y las prácticas agronómicas aplicadas o de la estructura genética de los individuos que los condiciona a la manifestación de los caracteres.

AGRADECIMIENTOS

Ingeniero Forestal Fernando García por el procesamiento del polen en el laboratorio de Arqueología y Arqueobotánica del Museo Arqueológico Gonzalo Rincón Gutiérrez de la universidad de Los Andes.

NOTAS

1 Un elemento que ha contribuido a la “erosión genética” de las papas es

la incorporación de semillas importadas. Según Licia Romero y Maximina Monasterio (2005), la importación de semillas de papas mejoradas se inició en el año de 1929 (p.109); sin embargo, Adolfo Ernst (1884), nos comenta que la importación de semillas de papa y de papas se venían realizando a finales del siglo XIX desde Francia con el fin de aumentar la producción y cubrir la demanda nacional (p.399).

- 2 La papa fue introducida en Centro América y Norte América en tiempos de la conquista y colonización europea (Hawkes en Bonavia, 1993). En el caso de Europa tenemos que las primeras noticias de la existencia de papas en España se remontan al año de 1567 cuando se reportan los primeros envíos de papas desde la Gran Canarias hacia el continente, más específicamente hacia Amberes, principado de Asturias (Ríos, 2007). Para el Reino Unido, tenemos que, según, John Hennessy (1883), Sir Walter Raleigh, el autor de la obra: El descubrimiento del grande, rico y bello imperio de Guayana (1986), alcalde de la ciudad portuaria de Youghal en Irlanda, plantó entre los años de 1588 y 1589, semillas de papas, posiblemente proveniente de los Estados Unidos de América, en el jardín de su casa, ubicado cerca de la muralla de la ciudad, obteniendo así las primeras semillas de papa llevadas a Inglaterra (p.118).
- 3 “El 18 de noviembre de 1558, Rodríguez Suárez dio a Trejo un repartimiento en el Valle de las Turmas a mano derecha del río Chama arriba...” (Picón-Parra, 1988, pp. 326-327).
- 4 Ya para el año 1555 Francisco López de Gómara en su Historia General de las Indias (1979), reporta que en el Collao, Perú, “carecen de maíz y comen unas raíces que parecen turmas de tierra y que llaman ellos papas” (López de Gómara, 1979, p.205)
- 5 El timote era una lengua independiente hablada por los pueblos originarios que poblaron la Cordillera Andina de Mérida hacia la cuenca alta del río Chama, la cuenca alta y media del río Motatán y la cuenca del río Nuestra Señora. Los últimos hablantes de esta lengua desaparecieron a comienzos del siglo

- XX (Arrieta, 1992; Gordones y Meneses, 2020).
- 6 Francisco Depons, quien vivió en Venezuela entre los años de 1801 y 1804, nos comenta que en Mérida: “En los alrededores de la población abundan los frutos menores, las frutas y las legumbres; maíz, habas, guisantes, patatas, yuca, trigo, cebada, etc. Todos estos productos se consumen allí mismo, y su abundancia es tal que aun a los pobres más pobres les sobra alimento” (Depons, 1960, p.301). En negrillas nuestro.
- 7 La denominación de “Reinosa” dada por Julio César Salas (1997) aún se mantiene hasta nuestros días y forma parte de las muestras analizada en este trabajo.
- 8 Código de catalogación Laboratorio de Arqueología y Arqueobotánica del Museo Arqueológico de la Universidad de Los Andes.
- 9 En relación a las “papas negras”, es importante destacar que en las Islas Canarias, España, los emigrantes retornados de Venezuela introdujeron una “papa negra” conocida en Canarias como: venezolana o Andina Negra, cuyas características morfológicas más sobresaliente es la de un tubérculo redondo de color morado, con anteojos de color marrón claro y piel de tacto suave (Ríos, 2007. pp. 44-45).

9. BIBLIOGRAFÍA

- ARRIETA, Anita. 1992. Tipología fonológica y morfosintáctica del Timote [Tesis de Maestría], Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- BARRIO, LIVISTON, Creuci; María, Caetano; Carlos, Cardoso; Geo Coopeos d'Eeckenbrugge; Alejandro Arroyave; Cristian, Otaya. (2005). Caracterización del polen de especies de los géneros *Passiflora* y *Dilkea*. *Acta de Agronomía*. 54 (3): 19-24.
- BONAVIA, Duccio (1993) Papa: Apuntes sobre sus orígenes y su domesticación. *Journal de la Société des américanistes*. 79: 173-187 <http://www.jstor.org/stable/24605665>

- DEPONS, Francisco. (1960). Viaje a la parte oriental de tierra firme en la América meridional. Tomo II. Caracas: Banco Central de Venezuela.
- CEY, Galeotto (1995). Viaje y descripción de las Indias, 1539-1553. Caracas: Fundación Banco Venezolano de Crédito, Biblioteca Nacional, Embajada de Italia.
- ERNST, Adolfo (1884) La exposición nacional de Venezuela en 1883. Tomo I. Caracas: Imprenta de la Opinión Nacional.
- ESCUADERO, Margarita (2017). La dieta terapéutica en la Provincia de Venezuela durante El Siglo XVIII. Caso: Hospital San Pablo de Caracas en Emanuele Amodio y Luis Molina (eds.) Saberes y sabores antropología de la alimentación en la Venezuela colonial. Caracas: Centro nacional de estudios Históricos
- GAMA. M. Lashin. (2012). Ultrastructure and pollen morphology significance of some Specie of Solanum (Solanaceae). End: Bulletin 2da. International Conference. 29-30 April, Minia University. 141-156.
- GARCÍA, Leonardo. (2017). Interrogatorios de las visitas de 1602, 1623, 1641 y 1657 a la Provincia de Pamplona. Anuario De Historia Regional Y De Las Fronteras, 22(2), 261–277. <https://revistas.uis.edu.co/index.php/anuariohistoria/article/view/6347>
- GHISLAIN, M., D. M. Spooner; F. Rodríguez; F. Villamón; J. Núñez; C. Vásquez y R. Waugh. (2000). Selection of highly informative and user-friendly microsatellites (SSRs) for genotyping of cultivated potato. Theor. Appl. Genet 108. 881-890
- GONZÁLEZ Lourdes (2013). Catálogo de variedades papas nativas y de uso local en el estado Mérida, Venezuela. Maracay, VE. Instituto de Investigaciones Agrícolas. 88.
- GONZÁLEZ Lourdes; Osorio Martha y Suarez Franklin. (2014). Caracterización morfoagronómica de variedades de papas nativas y de uso local colectadas en el estado Mérida, Venezuela. Agronomía Tropical, 64 (3-4): 237-252.
- GONZÁLEZ Lourdes. Álvaro, Vargas y Laura, Niño. (2017). Mejoramiento genético de la papa (*Solanum tuberosum*

- L.) en Venezuela. En: Graves, Christine 2000. (Ed). A papa tesoro de Los Andes: De la agricultura a la cultura. Revista Latinoamericana de la Papa, 21(1):121-128.
- GORDONES ROJAS, Gladys (2015). La gestión de los recursos vegetales por las sociedades pre-coloniales de la región meridiana [Tesis doctoral], Mérida: Universidad de Los Andes.
- GORDONES ROJAS y Meneses Pacheco Lino (2020). Arqueología de la Cordillera Andina de Mérida. Timote. Chibcha y Arawako. Mérida: Ediciones Dabánatà-Universidad de Los Andes <https://doi.org/10.53766/BA/ACAM.2020>
- GORDONES ROJAS, Gladys; González Lourdes; Osorio, Martha y Meneses, Lino. (2019) Diversidad genética de papas de comunidades Andinas Venezolanas, mediante caracterización morfológica, molecular y polínica. Revista Latinoamericana de la Papa. 23 (1): 3 – 13.
- HIDALGO, Rigoberto. (2003). Variabilidad genética y caracterización de especies vegetales. Boletín técnico IPGRI 8: 2-26
- HUAMÁN, Zosimo; Gómez, Rene. (1994). Descriptores morfológicos de la papa para la caracterización básica de colecciones nacionales. Ediciones del Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú.
- ISPIZÚA, Verónica; Clausen, Andrea; Guma, Resana y Feingold, Sergio. (2003). Estudio de la diversidad genética en variedades nativas de *Solanum tuberosum* L. ssp. Andígena mediante la utilización de microsatélites. Buenos Aires: Unidad integrada Facultad de Ciencias Agrarias. UNMdP-EEA-Balcarce
- JAHN, Alfredo (1927). Los aborígenes del Occidente de Venezuela. Su historia, etnografía y afinidades lingüísticas. Caracas: Litografía y Tipografía del Comercio.
- JULIO Gabriel. (2010). Estrategias y perspectivas del mejoramiento genético de papa (*Solanum tuberosum* L.) en Bolivia. Samantha Cabrera y Andrea Alkeman Editores. Fundación para la promoción e investigación de productos andinos (PROINPA). Cochabamba, Bolivia, pp. 60.

- Hennessy, John Pope. (1883). Sir Walter Raleigh in Ireland. London: Kegan Paul, Trench
- LARES, José Ignacio (1907). Etnografía del estado Mérida. Mérida: Imprenta del Estado.
- LÓPEZ DE GÓMARA, Francisco (1979). Historia General de las Indias y vida de Hernán Cortes. 1511-1566. Caracas: Biblioteca Ayacucho
- MATHIAS, Mónica; Kalazich, Julio y Sagredo, Boris. (2004). Identificación de cultivares de papa a través de marcadores SSR en Chile. Suplemento Revista Latinoamericana de la papa In: XXI Congreso de la Asociación Latinoamericana de la papa (ALAP). Valdivia-Chile. 07-12 de marzo de 2004. ISSN: 1019-6609.
- MONASTERIO Maximina, (1980). “Poblamiento humano y uso de la tierra en los altos Andes de Venezuela” en Maximina Monasterio (ed). Estudios ecológico en los páramos andinos. Mérida: Ediciones de la Universidad de Los Andes. pp.170-200.
- MONDRAGÓN, Alcides, (2006). Caracterización morfológica de la exina del polen de siete especies del género *Sterculia* L. Biagro. 3(3): 39-143. Decanato de Agronomía, Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto –Venezuela, 1
- NORERO, Natalia; Julieta, Malleville, Marcelo, Huarte y Sergio, Feingold. (2002). Identificación de cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L) mediante amplificación de microsatélites. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), CC276, Balcarce-Buenos Aires, Argentina. Biología Molecular y Genética.
- OCHOA, Carlos, M. (2001). Las papas de Sudamérica: Bolivia. Plural, (editores). Ecuador.
- ORTEGA, Eduardo; Lourdes González y Martha Osorio. (2005). La Biodiversidad Ancestral de las papas nativas: su contribución a la diversificación de productos para los pequeños productores altos andinos. Revista digital CENIAP HOY Número 8
- OSORIO, Martha., Vegas, Ariadne; Marques, Alexis y González,

- Lourdes. (2011). Condiciones para la amplificación de microsatélites en cultivares de papa. *Revista de Agronomía Tropical*. 61(2):159-165 ISSN: 0002-192X. Maracay, Venezuela.
- PICÓN-PARRA, Roberto. (1988). Fundadores, primeros moradores y familias coloniales de Mérida. 1558-1810. Tomo I. Caracas: Biblioteca de la Academia Nacional de la Historia
- PITTIER, Henri. (1926). Manual de plantas usuales de Venezuela. Caracas: Litografía del Comercio
- PIRPENO, Dolores R. (2006). *Phytoliths. A comprehensive guide for Archaeologists and paleoecologists*. Altamira Press. Lanham, New York. Toronto Oxford.
- Raleigh, Walter. (1986). El descubrimiento del grande, rico y bello imperio de Guayana, Caracas Ediciones Juvenal Herrear
- RÍOS, Domingo. (2007). Las papas antiguas de canarias: estudios de caracterización de un grupo de cultivares locales de papas de Tenerife. Seminario de Especialista en Horticultura. https://www.miteco.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_SH%2FSH_2008_16_37_55.pdf
- ROMERO, Licia y Maximina Monasterio. (2005). Papas negras y papas de páramo: Un pasivo socio ambiental de la modernización agrícola de los Andes de Venezuela. ¿Es posible recuperarlas? en *Boletín Antropológico*, 64. 107-138.
- SAEZ Concepción, (1978). Polen y esporas: introducción a la palinología y vocabulario palinológico. Ediciones H. Blume, Madrid, España.
- SALAS, Julio César. (1997). *Etnografía de Venezuela*. Mérida: Universidad de Los Andes-Academia de Mérida.
- SAMUDIO, Edda. (1998). Los pueblos de indios de Mérida. *Anuario De Historia Regional y De Las Fronteras*, 4 (1), 47-98. <https://revistas.uis.edu.co/index.php/anuariohistoria/article/view/1790>
- SANOJA, Mario (1982) De la recolección a la agricultura. Caracas: Academia Nacional de la Historia.
- SOTO TORRES, Julián. (2006). Análisis de la diversidad de las papas

nativas (*Solanum spp.*) de los departamentos de Ayacucho, Cajamarca, Cuzco, Huancavelica, Pino-Perú, mediante el uso de marcadores moleculares microsatélites. Tesis de Grado. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú.

WAGNER, Erika (1980) La prehistoria de Mucuchíes. Caracas. Universidad Católica Andrés Bello.

ZAMBRANO, Asia; Jhonny, Demey; Gustavo, Martínez; Francia, Fuenmayor; Zulay, Gutiérrez; Gustavo, Saldaña y María, Torrealba. (2002). Método rápido, económico y confiable de mini- preparación de ADN para amplificaciones por RAPD en bancos de germoplasma. *Agronomía tropical*. 52(2): 235-243

DOCUMENTOS

AGN. Visitas de Venezuela. Tomo 4. Auto de población de los indios de el repartimiento de Chachopo por Alonso Vázquez de Cisneros. Mérida, 1 de septiembre de 1619. ff. 627-634v.