

# Evaluación de clones promisorios y variedades de papa de uso local en el estado Mérida, Venezuela

Evaluation of promising clones and potato varieties for local use in state of Merida, Venezuela

Lourdes González,<sup>1</sup> Martha Osorio<sup>2</sup> y Yelinda Araujo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones Agrícolas del Estado Mérida (CIAE-Mérida). Avenida Urdaneta Oficinas INIA Mérida. Mérida, Venezuela. CP. 4525.

<sup>2</sup> Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIA-CENIAP. Avenida Universidad vía El Limón, edif. INIA. Maracay, Venezuela. CP. 2105.  
Correo de correspondencia: lgonzalez@inia.gob.ve

## Resumen

Con el objetivo de seleccionar los materiales de papa con mejor adaptación a las diferentes localidades consideradas se evaluaron clones promisorios (382151.22, 382121.25, 386528.7), variedades comerciales (Dorinia, Marilinia, Muskainia, Cristalinia) y las variedades de uso local (Montañita y Sin Nombre Táchira), como testigo se usó la variedad Granola, en cinco localidades del estado Mérida, Venezuela. Se determinaron las variables: emergencia, altura de plantas, número de tallos/m<sup>2</sup>, rendimiento comercial (t.ha<sup>-1</sup>), aptitud para fritura (realizada por PepsiCo Alimentos S.C.A), caracterización morfológica usando descriptor del Centro Internacional de la Papa, caracterización molecular (mediante amplificación por microsátélites) y selección participativa con entrevistas a agricultores sobre la evaluación absoluta en fases de floración y cosecha. Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar con 10 tratamientos y cuatro repeticiones. La emergencia de los materiales superó el 88 % en todas las localidades: Granola y Cristalinia (393194.27) con menor porcentaje y el mayor para el clon

## Abstract

With the objective to select the materials from potatoes with the best adaptation to the different localities considered, promising clones (382151.22, 382121.25, 386528.7), commercial varieties (Dorinia, Marilinia, Muskainia, Cristalinia) and the varieties of local use (Montañita and Sin Nombre Táchira) were evaluated, as a witness the Granola variety was used, in five locations in the state of Mérida, Venezuela. The variables determined were: emergence, plant height, number of stems/m<sup>2</sup>, commercial yield (t ha<sup>-1</sup>), frying ability (performed by PepsiCo Alimentos S.C.A), morphological characterization using the descriptor of the International Potato Center, molecular characterization (through microsatellite amplification) and participatory selection with interviews to farmers of the absolute evaluation in phases of flowering and harvest. A randomized block design with 10 treatments and four replicates was used. The emergence of materials exceeded 88% in all localities: Granola and the Cristalinia variety (393194.27) with the lowest percentage and the highest for the clone 382151.22

382151.22 (99.5 %). La altura osciló entre 26 cm (Granola) y 67.25 cm (382151.22). Todos los materiales presentaron cinco tallos/m<sup>2</sup>, excepto Granola con cuatro. Estadísticamente el rendimiento (t.ha<sup>-1</sup>) mostró diferencias significativas entre los materiales ( $P < 0.0001$ ), siendo el clon 382121.25 el más alto de las cinco localidades (37.05 t.ha<sup>-1</sup>) y el menor Granola (12.41 t.ha<sup>-1</sup>). Los criterios morfológicos evaluados arrojaron baja variabilidad entre los materiales. La caracterización molecular determinó cinco grupos estrechamente relacionados con el área geográfica de origen de los materiales y con sus características de emergencia, rendimiento y calidad. Los materiales evaluados no fueron aptos para la fritura, con excepción del clon 382121.25.

### Palabras clave

Caracterización, morfológico, molecular, agronómico, procesamiento, *Solanum*.

(99.5%). The height ranged from 26.00 cm (Granola) to 67.25 cm (382151.22). All the materials presented five stems/m<sup>2</sup>, except Granola with four. Statistically the yield (t.ha<sup>-1</sup>) showed significant differences between the materials ( $P < 0.0001$ ), with clone 382121.25 being the highest of the five localities (37.05 t.ha<sup>-1</sup>) and the smaller Granola (12.41 t.ha<sup>-1</sup>). The morphological criteria evaluated showed low variability among materials. The molecular characterization determined five groups closely related to the geographic area of origin of the materials and with their characteristics of emergence, yield and quality. The evaluated materials were not suitable for frying, except clone 382121.25.

### Keywords

Characterization, morphological, molecular, agronomic, processing, *Solanum*.

## Introducción

La papa es el cuarto cultivo alimenticio en el mundo y llega a más de mil millones de consumidores, con una producción global de más de 350 millones de toneladas (FAO, 2014). En la actualidad es consumida en casi todos los pueblos del mundo, y es junto al trigo, maíz y arroz uno de los cuatro cultivos básicos en la alimentación humana (Cuesta *et al.*, 2002; Ezeta, 2002). Es un componente fundamental de la dieta alimenticia, especialmente en las zonas andinas, debido a su alto contenido de carbohidratos, vitaminas y minerales (Egusquiza, 2000; Secor y Rivera-Varas, 2004), y se encuentra entre los diez alimentos más importantes producidos en los países en vías de desarrollo (Gutiérrez, 2006). En Venezuela constituye un rubro de gran importancia por la superficie cultivada y el volumen de producción, es sembrada principalmente en fincas de pequeños productores en los estados andinos (Táchira, Mérida y Trujillo). En la región andina venezolana se produce aproximadamente 83% de la producción de papa del país. La superficie cosechada para 2014 fue de 25,757 ha (Mérida: 11,494.05 ha, Táchira: 8,131.46 ha y Trujillo: 6,131.47 ha); una producción de 490,196 t y rendimiento promedio de 19.032 t.ha<sup>-1</sup> (FEDEAGRO, 2014).

Los principales problemas en la zona son la baja producción de semilla de calidad y la susceptibilidad al ataque de enfermedades de los cultivares utilizados, principalmente *Phytophthora infestans*, *Spongospora subterranea* y plagas como *Tecia solanivora*. Predomina la variedad Granola, de origen alemán, es utilizada para el mercado de consumo fresco, susceptible a candelilla tardía (*Phytophthora infestans*). También se cultivan va-

riedades de origen colombiano y en bajo porcentaje las variedades nacionales (Andinita, Caribay, Tibisay, Esperanza, María Bonita, Fri papa INIA, Iniafrit, Dorinia, Marilinia y Cristalinia). Los agricultores demandan variedades de ciclo corto, tubérculos blancos, con buen comportamiento en postcosecha y tolerancia a las principales enfermedades, lo cual les permitiría la disminución de los costos de producción y por ende incrementar la rentabilidad. En este contexto, se requiere incorporar nuevas variedades a través de la evaluación y selección de materiales en un programa de mejoramiento genético integrado, que garantice la obtención de cultivares con adaptabilidad a las condiciones agroclimáticas de la zona andina, con atributos de calidad tanto para el mercado de consumo fresco como para la industria y que además, sean agrónomicamente manejables por el productor. En ese sentido, se evaluaron nueve materiales de papa, con el objetivo de seleccionar los mejor adaptados a las condiciones agroclimáticas del estado Mérida, en relación a características de emergencia, altura de plantas, rendimiento y calidad de fritura de los tubérculos.

## Materiales y métodos

Se utilizaron los clones promisorios: 392639.1, 393194.1, 393194.27, 393658.44, actualmente estos clones se conocen con los nombres Mukasinia, Dorinia, Cristalinia, Marilinia, respectivamente; ya que fueron incluidos en la lista de variedades elegibles a partir de 2011. También se evaluaron los clones promisorios 382151.22, 382121.25, 386528.7, además de las variedades de uso local Montañita y Sin Nombre Táchira y como testigo se utilizó la variedad Granola (cuadro 1).

Cuadro 1

Genealogía de los diez genotipos de papa (*Solanum tuberosum* L.) evaluados.

Clones y Variedades	Parentales
382151.22	377936.3 x Bulk Mex
382121.25	378508.295xBulk Mex
386528.7	377427.1x575049
393194.1(Dorinia)	387415.47x389146
393658.44(Marilinia)	387004.4x387170.9
392639.1(Muskainia)	387143.22x387334.5
393194.27 (Cristalinia)	387415.47 x389746
Montañita	Se desconoce
Sin Nombre Táchira	Se desconoce
Granola	333360x26704

Se realizaron las evaluaciones agronómicas, morfológicas y la selección participativa con agricultores a los diez materiales elegidos durante tres ciclos de siembra, en cinco localidades del estado Mérida (cuadro 2). Posteriormente se realizó la caracterización molecular y la evaluación sensorial de los materiales.

**Cuadro 2**  
**Ubicación y altura de las localidades donde se evaluaron los genotipos de papa en Mérida, Venezuela.**

Localidades	Municipio	Altura (msnm)	Coordenadas geográficas
Cuatro Esquinas, Guaraque	Guaraque	2,079	N 08°12'57" W 071°33'32"
El Hato, Guaraque	Guaraque	2,121	N 08°09'30" W 071°45'09"
Hato Las Pérez Plan del Morro Finca Tierra Linda	Libertador	2,344	N 08°30'03.9" W 071°13'35.9'
Inmaculada-Mucuchíes	Rangel	2,955	N 08°44'56.4" W 070°54'54.2"
Campo Experimental "Dr. Eduardo Ortega Cartaya" en Mucuchíes (CEM)	Rangel	3,100	N 08°45'51" W 070°53'12.2"

Los ensayos se condujeron bajo un diseño experimental de bloques al azar con 10 tratamientos, cuatro repeticiones, tres o cuatro hilos o surcos de tres metros de largo por parcela, 10-20 tubérculos/hilo o surco, la distancia entre hilo fue de 0.80 m y entre plantas de 0.30 m.

Para la evaluación de las variables agronómicas se consideraron los siguientes parámetros: emergencia (45 días después de la siembra), rendimiento comercial ( $t\cdot ha^{-1}$ ) a la cosecha, altura de plantas y número de tallos/ $m^2$ . Los resultados obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza con un diseño de bloques al azar y a la comparación de Medias de Tukey, utilizando el programa Infostat versión 12 (2014).

Las variables morfológicas se evaluaron utilizando el descriptor de Huamán y Gómez (1994). Así mismo, se realizó la evaluación de calidad para fritura en la empresa Pepsi-Co Alimentos S.C.A., en muestras de aproximadamente 10 kg de papa por cada material.

Para la selección participativa con agricultores se realizaron 20 entrevistas de evaluación absoluta en la fase de floración y cosecha. Los agricultores de manera individual evaluaron cada uno de los materiales según sus criterios, para luego agruparlos en tres categorías: buenos, regulares o malos, señalando en cada caso sus razones. El personal técnico actuó como facilitador de manera imparcial, profundizando o aclarando los criterios expresados por los agricultores y registrando la información. Al momento de la cosecha, los agricultores utilizando el método por orden de preferencia (Ashby, 1991), señalaron el material que consideraron excelente.

La caracterización molecular de los materiales se realizó mediante la amplificación por microsatélites, utilizando la metodología de Osorio *et al.* (2011). Esta amplificación se realizó con nueve de los 12 iniciadores específicos desarrollados para papa (cuadro 3), seleccionados por su alto índice de contenido polimórfico (PIC).

**Cuadro 3**  
**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.

Posterior a la amplificación por microsatélites se realizó la genotipificación de los materiales, para lo cual se determinó el número máximo de bandas con pesos moleculares específicos y particulares observados con cada iniciador, por tanto, el código asignado a cada material debe tener tantos dígitos como bandas con pesos moleculares particulares posea (cuadro 4). Para el caso de este estudio, el número máximo de bandas observadas fueron cinco, las cuales fueron obtenidas con el iniciador STM 0037 que fue el que produjo mayor polimorfismo entre los individuos evaluados.

**Cuadro 4**  
**Ejemplo de asignación de dígitos con el iniciador STM 0037.**

# de banda	Peso molecular 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

El patrón electroforético para cada material fue determinado por los pares de bases (pb) de cada banda y su intensidad, es decir, que cada dígito se repitió dependiendo de la intensidad observada, dando como resultado los códigos de genotipificación.

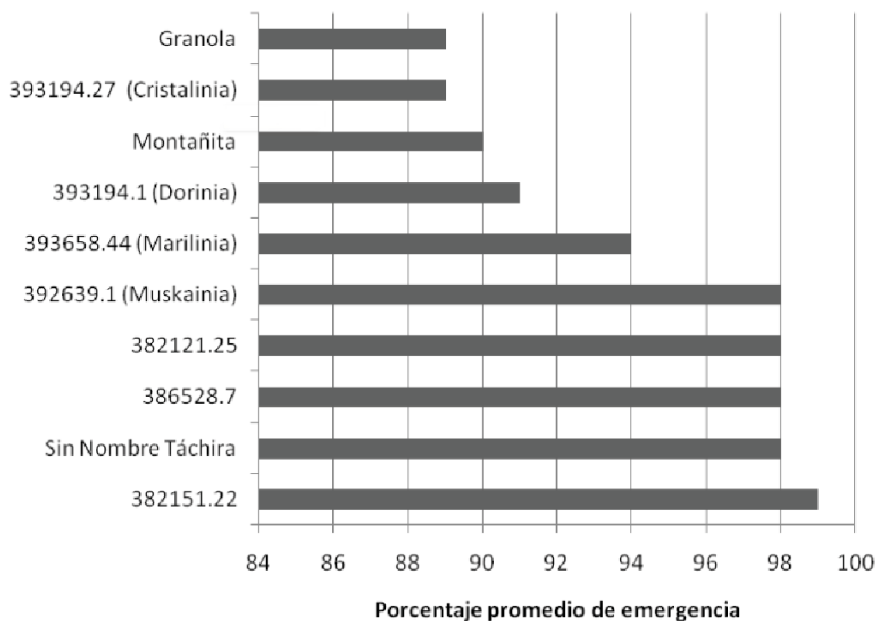
## Resultados

### Características agronómicas

#### *Emergencia*

La emergencia de los materiales evaluados estuvo por encima del 88 % en promedio para todas las localidades, no obstante, el menor valor se observó en Granola y Cristalinia (89%), mientras que el clon promisorio 382151.22 presentó el mayor porcentaje de emergencia (99.5 %) (figura 1).

Figura 1  
Porcentaje promedio de emergencia (%) de diez genotipos evaluados en cinco localidades del estado Mérida, Venezuela.



#### *Rendimiento*

En el cuadro 5, se observa que el rendimiento comercial promedio más alto en las cinco localidades, se registró en el clon 382121.25 (37.05 t.ha<sup>-1</sup>), mientras que el menor rendimiento se obtuvo en la variedad Granola (12.41 t.ha<sup>-1</sup>). El rendimiento mostró diferencias significativas entre los diferentes materiales ( $P > 0.05$ ).

**Cuadro 5**  
**Rendimiento comercial promedio (t.ha<sup>-1</sup>) de los diez genotipos de papa evaluados en cinco localidades del estado Mérida, Venezuela.**

Clones y variedades	Rendimiento (t. ha <sup>-1</sup> )	EE
382121.25	37.05 e	2.21
393658.44 (Marilinia)	32.85 de	2.21
392639.1 (Muskainia)	31.64 cde	2.55
386528.7	30.35 bcde	2.21
382151.22	29.34 bcde	2.21
393194.1 (Dorinia)	23.65 bcd	2.55
393194.27 (Cristalinia)	22.49 abc	2.21
Montañita	21.69 abc	1.97
S/N Táchira	20.17 ab	3.12
Granola (testigo)	12.41 a	1.56
P	0.05	

Letras diferentes en las columnas indican diferencias significativas (Tukey P<0.05).

El ciclo de cultivo fue variable según la localidad, siendo mejor en las zonas de mayor altura (cuadro 6), lo cual puede ser favorable cuando se quiera seleccionar genotipos para determinada localidad.

**Cuadro 6**  
**Ciclo de madurez de los diez genotipos de papa evaluados en cinco localidades del estado Mérida.**

Localidades	Municipio	Altura (msnm)	Días hasta maduración
Cuatro Esquinas, Guaraque	Guaraque	2,079	111
El Hato, Guaraque	Guaraque	2,121	118
Hato Las Pérez Plan del Morro	Libertador	2,344	120
Finca Tierra Linda			
Inmaculada-Mucuchíes	Rangel	2,955	158
Campo Experimental "Dr. Eduardo Ortega Cartaya" en Mucuchíes (CEM)	Rangel	3,100	150

**Altura y número de tallos/m<sup>2</sup>**

En relación a la altura de los materiales (cuadro 7), se notó que ésta osciló entre 26.0 a 67.3 cm, siendo la variedad Granola la de menor altura (26.0 cm). Estadísticamente los clones fueron iguales entre sí pero diferentes de Granola.

El número de tallos/m<sup>2</sup>, en la variedad testigo (Granola) fue de cuatro tallos/m<sup>2</sup> el resto de los materiales presentaron cinco tallos/m<sup>2</sup>. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre los materiales (cuadro 7).

## Cuadro 7

Variables de crecimiento de ocho genotipos de papa evaluados en el Campo Experimental “Dr. Eduardo Ortega Cartaya” en Mucuchíes (CEM), municipio Rangel del estado Mérida, Venezuela.

Cultivar	Altura (cm)	Número de tallos/m <sup>2</sup>
Granola	26.0a	4a
Cristalinia (393194.27)	54.0b	5a
386528.7	59.5b	5a
Dorinia (393194.1)	61.25b	5a
Sin Nombre Táchira	63.5b	5a
Marilinia (393658.44)	64.0b	5a
Montañita	64.08b	5a
Muskainia (392639.1)	64.5b	5a
382121.25	65.5b	5a
382151.22	67.3b	5a
E.E	0.40	0.36
P	0.01	

Letras diferentes indican diferencias significativas (Tukey  $P < 0.01$ ).

## Características morfológicas

A continuación se describe la caracterización morfológica de cada uno de los materiales evaluados:

**393194.1 (Dorinia):** Hábito de crecimiento decumbente con las alas dentadas, el tallo de color verde. La hoja entera, con cinco pares de folíolos laterales, dos pares de interhojuelas entre folíolos laterales y un par de interhojuelas sobre peciolulos. Floración profusa, color del pedicelo y cáliz verde. Forma de la corola rotácea. Color de la flor blanco pálido, no presenta color secundario y pigmentación de pistilo y antera. Piel del tubérculo blanco crema pálido, color de la carne blanca, forma del tubérculo comprimida, ojos profundos

**392639.1 (Muskainia):** Hábito de crecimiento semierecto con las alas dentadas, el tallo de color verde. La hoja entera, con cinco pares de folíolos laterales, tres pares de interhojuelas entre folíolos laterales y un par de interhojuelas sobre peciolulos. Floración profusa, color del pedicelo y cáliz verde. Forma de la corola pentagonal. Color de la flor blanco pálido, no presenta color secundario y pigmentación de pistilo y antera. Piel del tubérculo blanco crema intenso, color de la carne blanca, forma comprimida, ojos profundos.

**393658.44 (Marilinia):** Hábito de crecimiento semierecto con las alas dentadas, el tallo de color verde. La hoja entera, con cuatro pares de folíolos laterales, dos pares de interhojuelas entre folíolos laterales y un par de interhojuelas sobre peciolulos. Floración profusa, color del pedicelo y cáliz verde. Forma de la corola pentagonal. Color de la flor



blanco pálido, no presenta color secundario y pigmentación de pistilo y antera. Piel del tubérculo blanco crema pálido, color de la carne blanca, forma comprimida, ojos profundos.

**393194.27 (Cristalina):** Hábito de crecimiento decumbente con las alas dentadas, el tallo de color verde. La hoja entera, con cinco pares de folíolos laterales, dos pares de interhojuelas entre folíolos laterales y un par de interhojuelas sobre peciolulos. Floración profusa, color del pedicelo y cáliz verde. Forma de la corola pentagonal. Color de la flor blanco pálido, no presenta color secundario y pigmentación de pistilo y antera. Piel del tubérculo blanco crema pálido, color de la carne blanca, forma comprimida, ojos profundos.

**386528.7:** Hábito de crecimiento erecto, el tallo de color verde con las alas onduladas. La hoja entera, con cuatro pares de folíolos laterales, dos pares de interhojuelas entre folíolos laterales y un par de interhojuelas sobre peciolulos. Sin botones al momento de la evaluación, color del pedicelo ligeramente pigmentado a lo largo y en la articulación, cáliz pigmentado con poco verde. Forma de la corola pentagonal. Color de la flor rojo morado oscuro, color secundario blanco, distribuido acumen envés. No presenta pigmentación de pistilo y antera. Piel del tubérculo blanco crema intermedio, color de la carne blanca, forma comprimida y oblonga, ojos medios.

**382151.22:** Hábito de crecimiento erecto, el tallo de color verde con pocas manchas y alas onduladas. La hoja entera, con cuatro pares de folíolos laterales, dos a tres pares de interhojuelas entre folíolos laterales y no presenta interhojuelas sobre peciolulos. Floración moderada, color del pedicelo ligeramente pigmentado a lo largo de la articulación. Color del cáliz morado. Forma de la corola semi-estrellada. Flor de color morado intermedio color secundario crema, distribuido acumen en ambos. No presenta pigmentación de pistilo y antera. Piel del tubérculo blanco crema intenso, color de la carne blanca, forma obovada, ojos medios.

**382121.25:** Hábito de crecimiento erecto, el tallo de color verde con pocas manchas y alas onduladas. La hoja entera, con cinco pares de folíolos laterales, dos pares de interhojuelas entre folíolos laterales y un par de interhojuelas sobre peciolulos. Floración moderada, color del pedicelo mayormente pigmentado y articulación verde. Color del cáliz verde con abundantes manchas. Forma de la corola semi-estrellada. Flor de color morado intermedio color secundario crema, distribuido acumen/envés. No presenta pigmentación de pistilo y antera. Piel del tubérculo blanco crema intenso, color de la carne blanca, forma aplanada, ojos medios.

**Montañita:** Hábito de crecimiento decumbente, el tallo de color verde con alas onduladas. La hoja entera, con cuatro pares de folíolos laterales, dos pares de interhojuelas entre folíolos laterales y no presenta interhojuelas sobre peciolulos. Floración moderada, color del pedicelo pigmentado solo debajo de la articulación. Color del cáliz verde. Forma de la corola semi-estrellada. Flor de color blanco intermedio, color secundario lila intermedio, distribuido estrella en haz. No presenta pigmentación de pistilo y antera. Piel del tubérculo blanco crema intermedio, color de la carne blanca, forma oblonga, ojos medios.

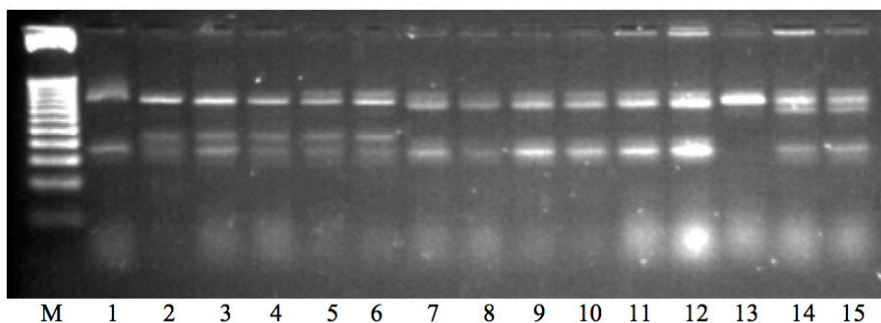
**Sin Nombre Táchira:** Hábito de crecimiento semierecto, el tallo de color verde con pocas manchas, con alas onduladas. La hoja entera, con cuatro pares de folíolos laterales, uno a dos pares de interhojuelas entre folíolos laterales y no presenta interhojue-

las sobre peciolulos. Floración moderada, color del pedicelo pigmentado y articulación verde. Color del cáliz verde con pocas manchas. Forma de la corola semi-estrellada. Flor de color morado intermedio color secundario crema, distribuido acumen/envés. No presenta pigmentación de pistilo y antera. Piel del tubérculo blanco crema intenso, color de la carne blanca, forma comprimida, ojos medios.

### Caracterización molecular

De los nueve iniciadores empleados en el estudio, el STM 0037 resultó el más polimórfico y sus productos de amplificación (figura 2), permitieron separar a los individuos estudiados en cinco grupos de acuerdo a los códigos de genotipificación asignados (cuadro 8).

Figura 2  
Patrones de bandas de los materiales estudiados obtenidos con el iniciador STM 0037.



Identificación de los carriles: M: Marcador; 2: Montañita; 3:392639.1; 4: 393194.27; 5: 393658.44; 6: 393194.1; 9: 386528.7; 11: Sin Nombre Táchira; 13: Granola; 14: 382151.22; 15: 382121.25.

Cuadro 8  
Códigos de genotipificación generados a partir de los patrones de bandas obtenidos con el iniciador STM 0037.

Grupo	Códigos de genotipificación	Genotipos
I	ABBEE	Sin Nombre Táchira y clon promisorio 386528.7 (Táchira).
II	BBBDE	Montañita, Muskainia (392639.1) y Cristalnia (393194.27) (Trujillo).
III	ABBDE	Marilinia (393658.44) y Dorinia (393194.1) (Trujillo).
IV	BBBBB	Granola
V	ABBCE	Clon promisorio 382151.22 y clon promisorio 382121.25 (Táchira)

De acuerdo a la discriminación obtenida con el iniciador STM 0037, los materiales de uso local se distribuyeron en dos de los cinco grupos formados, donde el material denominado Sin Nombre Táchira coincidió, en el código de genotipificación por segregación, con el clon promisorio 386528.7 también de Táchira (grupo I), mientras que Montañita coincidió con Muskainia (392639.1) y Cristalinia (393194.27), procedentes de Trujillo (grupo II).

En el tercer grupo de materiales se observó la unificación de dos variedades de Trujillo: Marilinia y Dorinia (393658.44 y 393194.1, respectivamente), quienes se agruparon como materiales con secuencias idénticas para la porción del genoma explorada con este iniciador.

Sólo el cultivar Granola formó el cuarto grupo, es decir, se mostró como un individuo con secuencia que además de única, fue muy diferente a las secuencias del resto de los individuos evaluados.

Los clones promisorios 382151.22 y 382121.25, ambos de Táchira, quedaron unidos conformando un quinto grupo.

### Selección participativa con agricultores o preferencia absoluta

Los criterios de selección que indicaron los agricultores fueron: el follaje (que la hoja no sea tan corrugada), tallos gruesos y abundantes/planta, tubérculos de forma redonda, parecidos a Granola; floración abundante, buena tuberización y buen rendimiento. Con base en esa clasificación de preferencia, Muskainia (392639.1) les gustó por presentar: 1. Follaje excelente, 2. Tallos excelente, 3. Floración excelente, 4. Tubérculos excelentes por forma, 5. Tuberización excelente, 6. Buen rendimiento. Mientras que las variedades de uso local Montañita y Sin Nombre Táchira fueron calificadas como malas por no presentar buenas características de follaje, tallos, tubérculos, tuberización y rendimiento. El clon 382151.22 fue calificado como excelente para follaje, tallos, floración, tubérculos, no obstante, la tuberización y el rendimiento fueron malos, por lo cual recomendaron sembrarlos en pisos altitudinales más bajos.

### Evaluación sensorial (características para industria)

La calidad de fritura de acuerdo a las pruebas realizadas a muestras de la localidad Hato Las Pérez, por la empresa PepsiCo Alimentos S.C.A. (cuadro 9), mostraron que los clones y variedades evaluados, no fueron aptos para la fritura con excepción del clon 382121.25.

## Cuadro 9

Resultados del análisis de fritura en muestras de papa procedentes de la localidad Hato Las Pérez, municipio Libertador, realizadas en la empresa procesadora PepsiCo Alimentos S.C.A., planta La Grita, estado Táchira.

Variedades y clones	Sólidos	Color		Decoloración		Defectos totales*	Aptitud industrial
		Indeseable	Verde	Interna	Externa		
%							
382151.22	18.5	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	No apta
386528.7	16.1	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	No apta
382121.25	15.2	3.2	3.2	2.8	4.1	13.3	Apta
393194.27 (Cristalinia)	18.2	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	No apta
393658.44 (Marilinia)	16.6	43.5	1.8	12.8	13.2	71.2	No apta
392639.1 (Muskainia)	18.3	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	No apta
393194.1 (Dorinia)	17.9	49.9	5.6	15.8	10.0	81.4	No apta
Sin Nombre Táchira	16.8	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	No apta
Montañita	20.4	45.6	3.8	8.7	6.6	64.8	No apta
Granola	18.3	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	No apta

\*Especificación de calidad máximos defectos totales: 15%.

## Discusión

Los resultados de emergencia de los materiales de papa Muskainia (392639.1), Dorinia (393194.1), Cristalinia (393194.27) coinciden con los obtenidos por Meza *et al.*, 2009, cuando evaluaron estos clones en la localidad de Cuencas, estado Trujillo, y obtuvieron emergencias superiores al 80%. Porras y Gallardo (2011), encontraron en ensayo ubicado en La Loma, estado Lara, que la variedad Granola alcanzó el mayor porcentaje de emergencia, mientras que Muskainia (392639.1), presentó valores por debajo de 80%; lo cual no coincide con los resultados obtenidos en la presente investigación. Posiblemente esto debido a las condiciones de campo que difieren para ambos ensayos.

El mayor rendimiento promedio en las cinco localidades, se encontró en el clon 382121.25 (37.05 t.ha<sup>-1</sup>), mientras que el menor se obtuvo en la variedad Granola (12.41 t.ha<sup>-1</sup>). Estos resultados coinciden con los de Meza *et al.* (2009), en una evaluación realizada en Cuencas, estado Trujillo, donde la variedad Granola presentó el me-

nor rendimiento. En este mismo ensayo las variedades Cristalinia (393194.27), Dorinia (393194.1) y Mukainia (392639.1) mostraron rendimientos superiores a 30 t ha<sup>-1</sup>, pero entre ellos no mostraron diferencias significativas. Las respuestas de los genotipos de papa en relación al rendimiento, fueron muy diferentes dentro y entre localidades, lo que confirma que este componente, es una característica varietal y depende de la interacción genotipo-ambiente (Monar *et al.*, 2011). Al comparar el rendimiento por localidad y por años, se observó que las localidades Cuatro Esquinas de Guaraque y la Inmaculada en Mucuchíes fueron iguales entre sí, pero diferentes a CEM, Hato Las Pérez y El Hato en Guaraque que se comportaron igual.

Las variaciones de los ciclos de cultivo de acuerdo a la localidad de estudio, indican que los materiales evaluados son adecuados para zonas por debajo de los 2,500 msnm. Martínez y Ligarreto (2005) señalan que a menor altitud los materiales son más precoces, lo que se puede explicar por el hecho de que a menor altura se aceleran los ciclos de crecimiento de las plantas.

Los resultados de la altura de los materiales de papa evaluados, coinciden con los encontrados por Meza *et al.* (2009), evaluando el comportamiento de clones promisorios en el estado Trujillo. Quintero *et al.* (2009), señalaron que se consideran alturas: bajas entre 40 y 50 cm, medias entre 50-80cm y altas superiores a 80 cm. Por lo tanto, las alturas obtenidas en el presente trabajo se consideran de bajas a medias.

El número de tallos/m<sup>2</sup>, fue menor en la variedad testigo Granola con cuatro tallos/m<sup>2</sup>, el resto de los materiales presentaron cinco tallos/m<sup>2</sup>. Existe una alta correlación entre el número de tallos y el rendimiento, los resultados obtenidos en esta investigación concuerda con esta premisa (Quintero *et al.*, 2009).

La caracterización morfológica de los materiales del estudio, permitió observar baja variabilidad para las características evaluadas. El color de la flor varió, siendo de color blanco para las variedades Cristalinia (393194.27), Dorinia (393194.1), Muskainia (392639.1), Marilinia (393658.44) y la variedad Montañita. Mientras que para los clones 386528.7, 382151.22, 382121.25 y la variedad Sin Nombre Táchira presentaron flor color morado o lila. La piel del tubérculo de los nueve materiales evaluados fue de color blanco crema. La profundidad de los ojos varió de profunda a media. Siendo profunda en las variedades Cristalinia (393194.27), Dorinia (393194.1), Muskainia (392639.1), Marilinia (393658.44) y media en los clones 386528.7, 382151.22, 382121.25 y las variedades de uso local Sin Nombre Táchira y Montañita.

Con la genotipificación por segregación obtenida con el iniciador STM 0037 se observó, por un lado, que la distribución de los individuos estudiados estuvo estrechamente relacionada con el área geográfica de origen de los materiales y, por otro lado, que esos individuos, aunque presentaron características morfológicas similares, mostraron diferencias en sus patrones de bandas que permitió separarlos en cinco grupos bien definidos. Esto último indica que para el segmento del genoma explorado con este iniciador se trata de materiales diferentes y que quizá lo característico o puntual de sus patrones de bandas estén relacionadas con características agronómicas particulares, como es el caso observado en la variedad Granola, utilizada como testigo, la cual quedó separada en un

grupo de secuencia única (BBBBB), siendo el material que presentó menor porcentaje de emergencia, menor altura de plantas, menor número de tallos/m<sup>2</sup>(4) y menor rendimiento promedio en t.ha<sup>-1</sup>.

El material de preferencia seleccionado por los productores fue Muskainia (392639.1) por presentar excelentes características morfológicas y agronómicas, de acuerdo al criterio de los agricultores. La selección participativa de clones de papa, donde se evalúa y selecciona con base en el criterio de los agricultores es un tipo de evaluación que permite al agricultor y al investigador seleccionar los mejores clones y posteriormente liberar una variedad que sea de rápida adopción (Orrego *et al.*, 2003).

Con respecto a la calidad de fritura, solo el clon 382121.25, resultó apto en las muestras que procedían del Hato Las Pérez (2,344 msnm). Los componentes más significativos para la industria de procesamiento son los contenidos de almidón y materia seca. Otros componentes que influyen directamente en la calidad y selección de variedades para los procesos de fritura son los azúcares, especialmente glucosa, fructosa y sacarosa que se encuentran en mayor cantidad en la carne del tubérculo (Moreno, 2000; Oviedo-Chávez, 2005).

## Conclusiones

La emergencia de los materiales evaluados estuvo por encima del 80 % en promedio para todas las localidades, con rendimientos promedios variables de acuerdo al genotipo y al ambiente, el valor más alto se registró en el clon 382121.25 (37.05 t. ha<sup>-1</sup>), mientras que el menor rendimiento se observó en la variedad Granola (12.41 t. ha<sup>-1</sup>).

Las variaciones de los ciclos de cultivo de acuerdo a la localidad de estudio, indica que los materiales evaluados son adecuados para zonas por debajo de los 2,500 msnm.

La altura de los materiales estadísticamente fue igual entre sí, pero diferente de Granola, siendo el número de tallos/m<sup>2</sup> menor en esta variedad, mientras el resto de los materiales presentaron más de cinco tallos/m<sup>2</sup>.

La caracterización morfológica de los materiales del estudio, permitió observar baja variabilidad para las características evaluadas.

Los patrones de bandas obtenidos con el iniciador STM 0037 describen relaciones entre los individuos relacionadas con su lugar de origen. El cultivar Granola mostró un patrón de banda único que la ubicó en un grupo de genotipificación separado del resto de los individuos evaluados. Los clones 382151.22 y 382121.25, provenientes de Táchira, se ubicaron como únicos componentes del grupo de genotipificación V, coincidiendo que son los individuos que presentan el mayor porcentaje de emergencia y altura de plantas; así como mayor rendimiento y calidad para fritura, respectivamente.

La variedad Muskainia (392639.1) fue el material de mayor aceptación por parte de los agricultores, registrándose en el primer lugar de preferencia.

Los resultados de las pruebas de fritura de las muestras de papa del Hato Las Pérez, mostraron que para las condiciones de siembra y manejo agronómicos utilizados, las variedades y clones de papas evaluadas, no son aptas para la industria, con excepción del clon 382121.25.

## Literatura citada

- Ashby, J. A. (1991). *Manual para la evaluación de tecnología con productores*. Proyecto de Investigación Participativa en Agricultura (IPRA) Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 102 pp.
- Cuesta, X.; Andrade, H.; Bastidas, O.; Quevedo, R. y Sherwood, S. Botánica y mejoramiento Genético. Pumisacho, M. y Sherwood, S. Editores. *El cultivo de la papa en Ecuador*. Quito, Ecuador. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y Centro Internacional de la Papa (CIP). (2002). Pp. 33-50.
- Egusquiza, B. (2000). *La Papa: Producción, transformación y comercialización*. Ediciones de la Universidad Nacional Agraria. La Molina, Perú. 192 pp.
- Ezeta, F. (2002). *La competitividad en el cultivo de papa en Latinoamérica y el Caribe: Implicaciones y retos inmediatos*. Memorias del XX Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa (ALAP). Quito, Ecuador. 148 pp.
- FAO. (2014). *Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Database*. <http://www.fao.org/faostat/en/> (Consultada el 10 de octubre de 2016).
- FEDEAGRO. (2014). *Estadísticas Agropecuarias*. <http://www.fedeagro.org/detalle5.asp?id=145> (Consultada el 10 de octubre de 2016).
- Gutiérrez, A. (2006). *Estrategias Para Mejorar la Comercialización de la Papa en Venezuela*. Mérida, Venezuela. <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/13448>. (Consultada 18 de enero de 2016).
- Ghislain, M.; Spooner, D. M.; Rodríguez, F.; Villamón, F.; Núñez, J.; Vásquez, C. y Waugh, R. (2004). Selection of highly informative and user-friendly microsatellites (SSRs) for genotyping of cultivated potato. *Theor. Appl. Genet.* 108: 881-890.
- Huamán, Z. y Gómez, R. (1994). *Descriptores Morfológicos de la Papa para la caracterización básica de colecciones nacionales*. Ediciones del Centro Internacional de la papa. Lima, Perú. 65 pp.
- Infostat. (2014). Software estadístico, versión 12. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Martínez, N. M. y Ligarreto, G. (2005). Evaluación de cinco genotipos promisorios de papa *Solanum tuberosum* sp. andígena según desempeño agronómico y calidad industrial. *Agron. Colomb.* 23(1): 17-27.
- Moreno, J. (2000). Calidad de la papa para usos industriales. *Rev. de la papa Colomb.* 2000: 44-47.
- Monar, C.; Silva, D.; Velasco, I. y Guambuete, I. (2015) Evaluación agronómica de cuatro clones promisorios y tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) con investigación participativa, en tres localidades de la Provincia Bolívar. *Rev. Invest. Talentos* 1(1): 77-80.
- Meza, N.; Herrera, J. y Gudiño, S. (2009). Comportamiento de clones promisorios de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la localidad de Cuencas, estado Trujillo, Venezuela. *Bioagro* 21(2): 149-151.
- Orrego, R.; Ortiz, O. y Bazán, M. (2003). La investigación participativa en las Escuelas de Campo: Selección de clones con resistencia a la ranca. *LEISA Rev. Agroec.* 19(1): 40-45
- Osorio, M.; Végas, A.; Marques, A. y González, L. (2011). Condiciones para la amplificación de microsatélites en cultivares de papa. *Rev. Agron. Trop.* 61(2): 159-165.
- Oviedo-Chávez, A. (2005). *Estudio de características fisicoquímicas de clones promisorios de papa*. Tesis Licenciatura en Química. Universidad Nacional de Ecuador. Quito, Ecuador.
- Porras, E. E. y Gallardo, M. (2011). Caracterización agronómica de materiales genéticos de papa en la localidad Lomas de Cubiro, estado Lara, Venezuela. *Rev. Agron. Trop.* 61(2): 105-111.
- Quintero, I.; Montero, F.; Zambrano, J.; Meza, N.; Maffei, M.; Valera, A.; y Álvarez, R. (2009). Evaluación de once clones promisorios de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el estado Trujillo. I Crecimiento, desarrollo y rendimiento. *Rev. Fac. Agron. Univ. de Zulia* 26: 362-381.
- Secor, G. y Rivera-Varas, V. (2004). Emerging diseases of cultivated potato and their impact on Latin America. *Rev. Latinoam. de la Papa* 10(1): 1-8.

Recibido: 18 de abril de 2017

Envío arbitraje: 03 de mayo de 2017

Dictamen: 16 de abril de 2018

Aceptado: 20 de agosto de 2018





Nombre: *Papa yucateca*  
Autora: Marisol Herrera  
Técnica: Acuarela  
Medidas: 21 cm x 14 cm