

## CALIDAD DE LOS TUBÉRCULOS Y COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE HÍBRIDOS F<sub>1</sub> DE PAPA (*Solanum tuberosum*)<sup>1</sup>

Carolina Porras-Martínez\*, Arturo Brenes-Angulo<sup>2/\*\*</sup>

**Palabras clave:** Mejoramiento; híbridos de papa; componentes de rendimiento; calidad de tubérculo; *Solanum tuberosum*.

**Keywords:** Breeding; potato hybrids; yield components; tuber quality; *Solanum tuberosum*.

**Recibido:** 03/11/14

**Aceptado:** 08/04/15

### RESUMEN

Se evaluaron características de calidad y componentes de rendimiento en una progenie de 837 híbridos F<sub>1</sub> de papa, del cruce entre genotipos seleccionados por sus características de resistencia, producción y calidad del tubérculo. Las semillas sexuales se cultivaron bajo condiciones de invernadero y al momento de la cosecha se evaluó, para cada híbrido, las características de los tubérculos: color de piel y pulpa, profundidad de los ojos y número y masa total por planta. Posteriormente, los híbridos se sembraron durante 3 generaciones clonales en el campo. En cada ciclo se realizó una selección basada en su resistencia al tizón tardío (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) y al minador de la hoja (*Liriomyza huidobrensis* Blanchard) y se descartaron aquellos con características no deseables en los tubérculos. En la tercera generación clonal en el campo se evaluaron, además, los componentes de rendimiento de cada híbrido y variables de calidad del tubérculo. Como resultado de estas evaluaciones se seleccionaron 19 híbridos al final de los 3 ciclos de evaluación en el campo. Los híbridos seleccionados presentan en su mayoría pulpa color crema, forma ovalada, piel lisa y ojos superficiales. Además, una producción media de un kilogramo por planta y altos contenidos de almidón y sólidos totales.

### ABSTRACT

**Tuber quality and yield components of potato (*Solanum tuberosum*) F<sub>1</sub> hybrids.** Quality characteristics and yield components were evaluated in an F<sub>1</sub> progeny of 837 hybrids from a cross between potato genotypes selected for their characteristics of resistance, tuber yield and tuber quality. Sexual seed were grown under greenhouse conditions and tuber characteristics as skin and pulp color, eye depth, tuber number and total weight per plant were assessed for each hybrid at harvest time. Thereafter, the hybrids were planted in the field through 3 clonal generations. In each cycle a selection based on resistance to late blight (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) and leafminer (*Liriomyza huidobrensis* Blanchard) was performed and those hybrids with undesirable characteristics in the tubers were also discarded. At harvest of the third clonal generation in the field, yield components and tuber quality of each hybrid were also recorded. As a result, 19 hybrids were selected at the end of the 3 cycles of field evaluation. Most of these hybrids show cream-colored flesh, oval shape, smooth skin and shallow eyes. Additionally, the hybrids yielded an average of one kilogram per plant, plus high contents of starch and total solids.

1 Parte de la tesis de maestría de primera autora.

2 Autor para correspondencia. Correo electrónico: arturo.brenes@ucr.ac.cr

\* Centro para Investigaciones en Granos y Semillas, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

\*\* Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

## INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum*), perteneciente a la familia de Solanaceae, es uno de los cultivos alimenticios más importantes mundialmente. Sus tubérculos son un alimento de alto valor nutricional, con poca grasa y un alto porcentaje de materia seca. Es un alimento rico en micronutrientes como vitaminas B1, B3 y B6, pero sobre todo vitamina C; también aporta una cantidad moderada de hierro, el cual es absorbido con mayor facilidad gracias a su alto contenido de vitamina C (Rodríguez et ál. 2006, FAO 2008, Singh y Kaur 2009).

Al igual que muchos otros cultivos, la papa es afectada por varias plagas y enfermedades, muchas de ellas de amplia distribución mundial. El daño económico que estas provocan obliga al desarrollo de nuevos genotipos mediante el mejoramiento genético, alternativa más viable y prometedora a mediano y largo plazo para controlarlas integralmente. El desarrollo de nuevas variedades debe considerar no solo la resistencia a plagas y enfermedades sino también su calidad agronómica y nutricional. La calidad considera características del tubérculo como su forma, el tamaño, la profundidad de los ojos y la resistencia a plagas o patógenos habitantes del suelo entre otras. Asimismo, el contenido de azúcares reductores, almidón y proteínas en los tubérculos, son variables importantes que se deben tomar en cuenta cuando se hace mejoramiento genético en este cultivo (Love et ál. 1997, Singh y Kaur 2009, Loyola et ál. 2010, Bach 2011), ya que estas determinan su uso potencial para la industria o su consumo como producto fresco. Igualmente importante es determinar características fenológicas como la duración del ciclo de cultivo y otras como producción de flores, frutos y número de tallos (Lemaga y Caesar 1990, Almekinders 1991, Almekinders y Struik 1996, Lynch et ál. 2001, NIVAA 2002).

La hibridación sexual es el principal método que se utiliza para mejorar genéticamente la papa y desarrollar nuevos genotipos (Estrada 2000, Poehlman y Allen 2005). Generalmente inicia con cruzamientos entre diferentes

variedades utilizadas como parentales, las cuales deben tener los caracteres de rendimiento, calidad y resistencia buscados (Tai y Young 1984, Bradshaw y Mackay 1994, Gabriel et ál. 2001, Rivera 2001, Arce 2002, Singh y Kaur 2009).

La papa, tanto cultivada como silvestre, es altamente heterocigótica, cuando se realiza un cruce se obtiene una progenie segregante, lo que facilita la evaluación y selección de genotipos con características deseables en la generación F<sub>1</sub>. Además, la papa se propaga vegetativamente, esto facilita la fijación de las características deseables de la F<sub>1</sub> que se buscan en un nuevo híbrido (Estrada 2000, Poehlman y Allen 2005, Herrera 2008, Singh y Kaur 2009). El objetivo del presente estudio fue evaluar características de calidad de los tubérculos y componentes de rendimiento, en híbridos F<sub>1</sub> de papa producto del cruce de las variedades Hansa x Bananito.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para llevar a cabo el cruce se seleccionaron como progenitores 2 variedades (Hansa y Bananito) de las cuales se conocían, tras varios años de evaluaciones en el campo, sus características de resistencia, producción y propiedades organolépticas. Hansa es una variedad alemana que se caracteriza por su alto rendimiento (más de 50 Tm.Ha<sup>-1</sup>). Presenta tubérculos ovalados de pulpa amarilla y ojos superficiales, con ausencia de estolones y alta concentración de sólidos, lo que los hace apropiados para la industria, sobre todo la de papas a la francesa. Se caracteriza además por una alta resistencia al virus A de la papa (PVA), a la sarna común (*Streptomyces* spp.), a la rhizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*) y a la bacteria *Pectobacterium atropseptuicum* (antiguamente *Erwinia carotovora* pv. *atroseptica*), causante del pie negro de la papa. Hansa presenta también una resistencia horizontal media al tizón tardío (*Phytophthora infestans*), y un ciclo de crecimiento de temprano a medio (70 a 90 días). La variedad Bananito es un genotipo recibido por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) desde el Centro Internacional de la Papa (CIP) en

la década de los 90. Presenta una alta resistencia al tizón tardío y al minador de la hoja, muy buen rendimiento (más de 40 Tm.Ha<sup>-1</sup>), un ciclo de crecimiento largo (90 a 120 días), estolones cortos, contenido medio de sólidos y pulpa color crema en los tubérculos, que son alargados, curvados, de ojos superficiales y piel cremosa.

Producto del cruce se obtuvieron 837 semillas sexuales F<sub>1</sub> (primera generación sexual, PGS). Estas se sembraron en bandejas de germinación en invernadero. A los quince días se trasplantó cada plántula a potes de un litro y se dejaron cumplir su ciclo. Cuatro meses después de la siembra, se cosecharon los tubérculos de cada híbrido de la PGS y se evaluaron visualmente el color predominante y secundario de la piel y la forma y profundidad de los ojos según Huaman et ál. (1977). Además, para cada híbrido se determinaron el número de tubérculos y su masa total. Posteriormente se almacenaron en oscuridad para promover su brotación. De los 837 híbridos, se seleccionaron aquellos que tenían tubérculos cuya longitud fuera mayor a 2 cm (666 híbridos) para realizar la primera siembra y evaluación en campo.

Una vez que los tubérculos brotaron, se sembraron en campo (primera generación clonal, PGC) a 3200 msnm en La Pastora de Oreamuno de Cartago. Para la siembra de los híbridos se utilizó un diseño completamente aleatorio, de acuerdo con la metodología recomendada por el CIP (2007). Tres semanas después de la siembra se inició la evaluación de los híbridos para determinar su resistencia a la mosca minadora de la hoja (*Liriomyza huidobrensis* Blanchard) y al tizón tardío (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary), así como a plagas y a patógenos habitantes del suelo. Las prácticas agronómicas fueron las utilizadas por el dueño de la finca en las variedades comerciales de papa. Al finalizar este ciclo se hizo una selección de los materiales con base en su resistencia al tizón tardío y a la mosca minadora de la hoja y se seleccionaron 438 híbridos a los cuales se les evaluó también visualmente, el color de la pulpa del tubérculo, la forma, el tipo de piel, el color y la profundidad de los ojos, según

los parámetros propuestos por Huaman et ál. (1977). Como resultado de estas evaluaciones se seleccionaron 362 híbridos en la primera siembra de campo y se descartaron los híbridos con características agronómicas no deseables con respecto a los tubérculos, como ojos profundos o medianamente profundos y aquellos que mostraban algún tipo de síntoma de enfermedades transmitidas por patógenos de suelo, como Rizoctoniasis (*Rhizoctonia* sp.), sarna común (*Streptomyces scabies*) y roña (*Spongospora subterranea*).

Todos los tubérculos de cada uno de los híbridos seleccionados se sembraron en un segundo ciclo en campo (segunda generación clonal, SGC), esta vez en Las Brisas de Zarcerro, Alajuela, a una altura de 2160 msnm, en un diseño completamente aleatorio. En esta SGC se continuó con la evaluación de los materiales por su resistencia a plagas y enfermedades. Al momento de la cosecha, aproximadamente 120 días después de la siembra, se seleccionaron 157 híbridos por su resistencia al tizón, al minador de la hoja y a virus, estos últimos detectados visualmente durante el desarrollo de las plantas en el campo. A los mismos se les aplicaron los criterios de selección de tubérculos utilizados en la PGC (Huaman et ál. 1977). A partir de los resultados de estas evaluaciones, se seleccionaron 57 híbridos.

Los tubérculos de los híbridos seleccionados se sembraron nuevamente (tercera generación clonal, TGC) en Las Brisas de Zarcerro (Alajuela) y al igual que los ciclos anteriores se realizaron evaluaciones de la resistencia a plagas y enfermedades. En esta TGC además se evaluaron características de la floración como cantidad de flores por inflorescencia y coloración de las flores en los 57 híbridos cuando las plantas tenían 60 días de edad, según los criterios propuestos por el CIP (2007) y Huaman et ál. (1977). Asimismo, se estimó la duración del ciclo de cada híbrido mediante el conteo de días desde la siembra hasta la muerte total de la planta. La selección de los híbridos en este último ciclo también se basó en criterios de resistencia al tizón tardío y al minador de la hoja. Se descartaron además aquellos

híbridos que presentaron síntomas de ataques por virus e híbridos con características agronómicas no deseables como estolones largos. A la cosecha se evaluaron componentes de rendimiento, para lo cual se contabilizaron el número tubérculos por planta y su masa total y el número de tallos por planta, en 10 plantas seleccionadas al azar de cada genotipo. La variedad Floresta, más utilizada actualmente en el país, se usó como control. Después de evaluar las características de resistencia y de calidad de los tubérculos, nuevamente se eliminaron genotipos cuyas características hubieran variado, y se conservaron 19 híbridos con las mejores características. A estos se les evaluaron adicionalmente, otras características de calidad del tubérculo como el contenido de sólidos, azúcares reductores y almidón en el Laboratorio de Análisis Químico del Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad de Costa Rica.

Con respecto a las prácticas agronómicas, los híbridos se manejaron de igual forma que las variedades que el productor utilizó en todos los ciclos de evaluación y acorde a las frecuencias de fertilización y prácticas culturales estándar. En todos los casos se realizaron 2 fertilizaciones, una a la siembra y otra al momento de la aporca. Los datos se evaluaron mediante análisis de varianza, regresiones lineales y distribuciones de frecuencia con los programas Statistica 6.0 e Infostat 2010.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el mejoramiento de papa es común aplicar la técnica de selección negativa, la cual se basa en descartar, principalmente, los materiales que tengan defectos obvios, para así lograr

una intensidad moderada en la selección de características que implican la discriminación visual (Tai y Young 1984, Love et ál. 1997). Con dicha técnica, en este estudio se evaluaron los parámetros de resistencia a los 2 factores bióticos más limitantes de la producción de la papa en Costa Rica (la mosca minadora de la hoja y el tizón tardío), así como la calidad de los tubérculos y el rendimiento en campo de híbridos sexuales obtenidos del cruce entre las variedades Hansa y Bananito.

El Cuadro 1 muestra la gran variabilidad en cuanto a masa y número de tubérculos en los 837 híbridos en la primera cosecha, obtenida a partir de semillas sexuales (PGS) cultivadas en invernadero, lo cual es esperable tratándose de una población  $F_1$  cuyos progenitores son altamente heterocigotas (Poehlman y Allen 2005, Herrera 2008, Singh y Kaur 2009). Con respecto a las características propias del tubérculo (Figura 1), el color predominante de la piel fue el color crema (67,3%, 564 híbridos). El resto de los híbridos presentó piel principalmente amarilla (32,5%, 272 híbridos) y solo uno de ellos presentó la piel rosada. Además, 7 híbridos (0,8%) presentaron una coloración secundaria rosada en la piel. La forma del tubérculo fue más variable y se clasificó en 3 categorías: ovalada, elíptica y redonda. De ellas la más abundante fue la forma ovalada (43,7%, 366 híbridos) seguida por los tubérculos de forma redondeada (37,5%, 314 híbridos) y los elípticos (18,7%, 157 híbridos). La mayoría de los híbridos presentó una piel lisa (89,5%, 749 híbridos), mientras que un porcentaje bajo presentó la piel reticulada y áspera (10,5%, 88 híbridos). La mayor parte de los híbridos presentó una coloración en los ojos igual a la del resto de la piel del tubérculo (55,3%, 463 híbridos), seguido por un alto porcentaje que presentó color rosado en los

Cuadro 1. Masa (g) y número promedio de tubérculos de 837 híbridos evaluados en la primera generación sexual.

Variable	Media	Desv. est.	Error est.	Coef. variac.	Mediana
Masa de tubérculos (g).planta <sup>-1</sup>	51,30	34,26	1,18	66,78	43
Número de tubérculos.planta <sup>-1</sup>	11,01	5,27	0,18	47,90	10

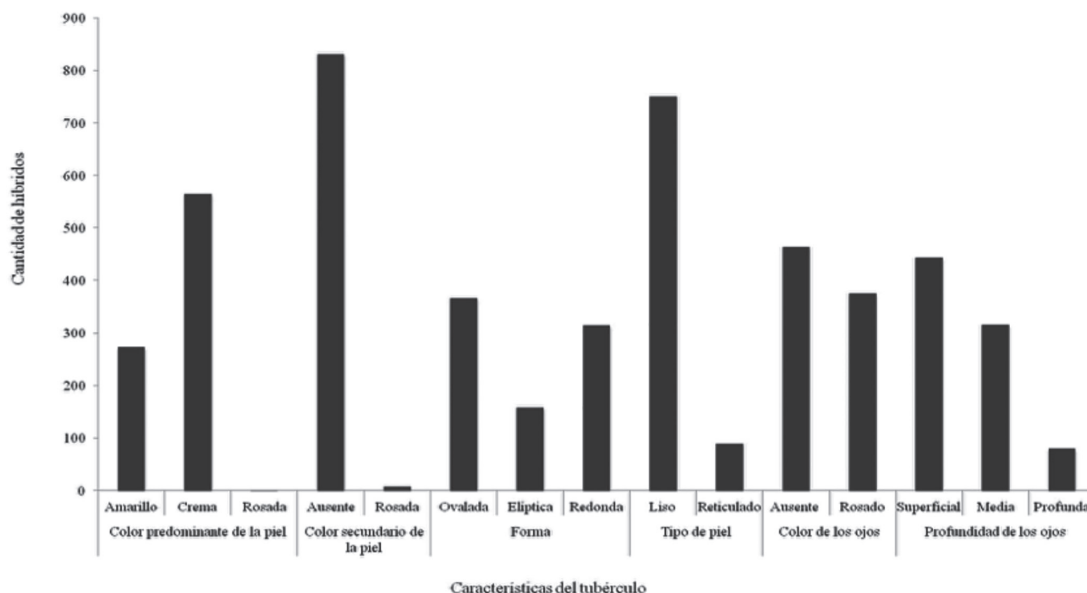


Fig. 1. Distribución de frecuencias de las características de tubérculos de 837 híbridos de la primera generación sexual.

ojos (44,7%, 374 híbridos). Este color en los ojos se encontró asociado mayoritariamente a ojos profundos y medianamente profundos, los cuales conformaron el 47% de los híbridos (394 híbridos), mientras el 53% presentó ojos superficiales (443 híbridos). En esta etapa fue posible identificar algunas características indeseables con respecto a la calidad del tubérculo; sin embargo, también fueron sembrados en el campo para determinar su desempeño, incrementar su tamaño y aumentar la homogeneidad (Swiezynski 1978, Love et ál. 1997, Ticona y Pereira 2012).

A través de los 3 ciclos de evaluación en campo se seleccionó principalmente por características de resistencia y calidad del tubérculo, por lo que se eliminaron híbridos con caracteres indeseables en el tubérculo, como la piel reticulada y ojos profundos (a partir de 666 materiales sembrados en la PGC pasaron a 19 seleccionados en la TGC). Con respecto al color de la pulpa del tubérculo, el color crema fue el más abundante y en menor cantidad el color amarillo (Figuras 2 y 3). La coloración de la pulpa del tubérculo se encuentra asociada

generalmente a una mayor cantidad de sólidos totales con respecto a la coloración blanca, lo cual representa una ventaja comparativa de los híbridos sobre algunas de las variedades que se siembran actualmente en el país, como es el caso de la variedad Floresta, cuyo color de pulpa es blanco. La forma del tubérculo predominante que se encontró en los híbridos, fue la ovalada, la cual resulta muy funcional en caso de que el uso final de la cosecha sea el consumo fresco o industrial, debido a que esa forma facilita el proceso de pelado (NIVAA 2002). En relación con el tipo de piel, después de los primeros 3 ciclos de selección solo quedó un híbrido con piel reticulada y se eliminaron por completo aquellos híbridos con ojos profundos. Esta característica de piel reticulada es indeseable si el tubérculo se comercializa para consumo fresco, pero no es tan relevante si se trata de tubérculos que se procesarán industrialmente; mientras la característica de ojos profundos es indeseable, tanto para consumo fresco como para procesamiento industrial (de Souza y Pereira 2002).

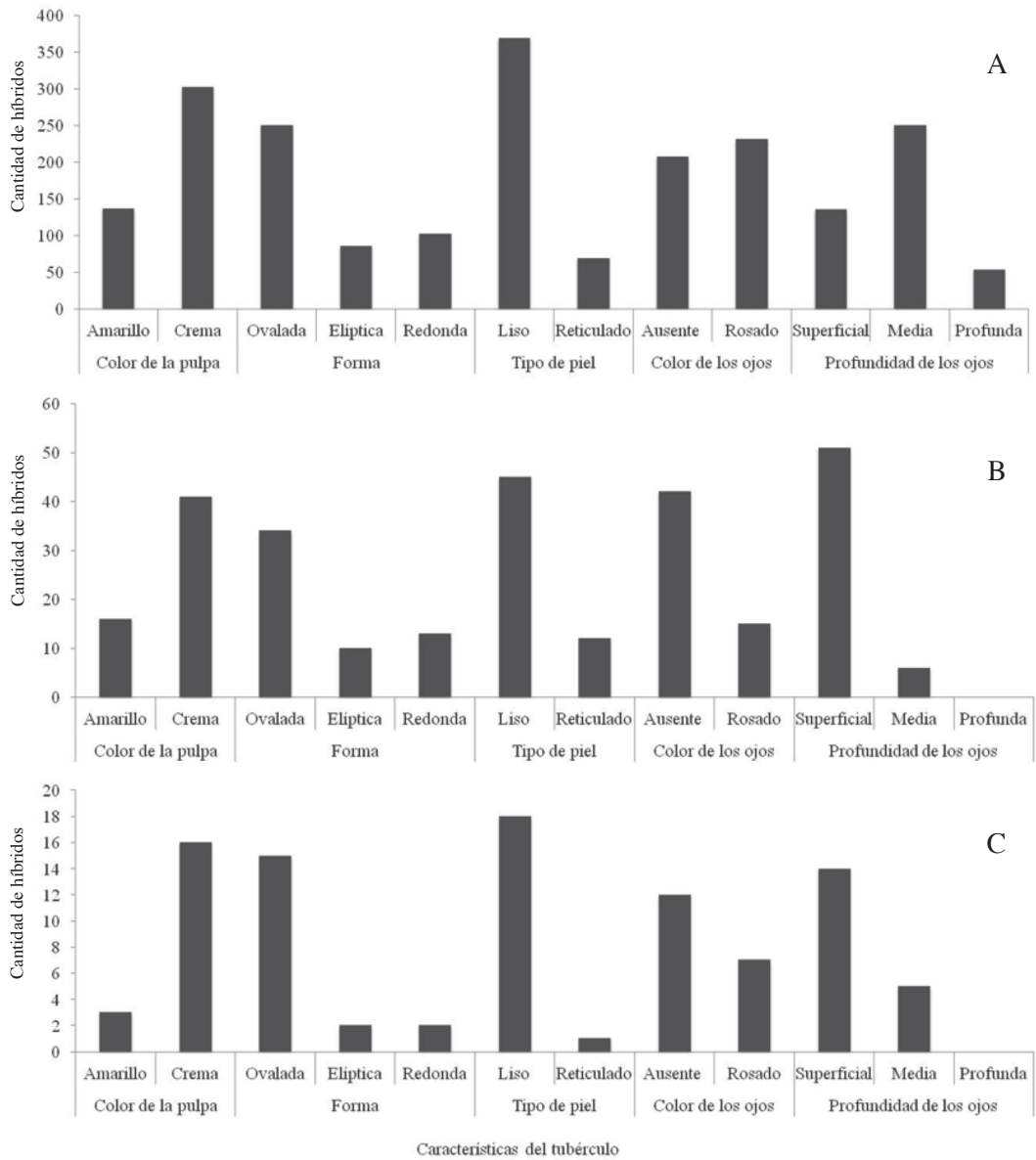


Fig. 2. Características de tubérculos de los híbridos evaluados en 3 generaciones clonales. Primera generación clonal (A), segunda generación clonal (B) y tercera generación clonal (C).





Fig. 3. Coloración de la piel, pulpa y forma del tubérculo de diferentes híbridos evaluados en la tercera generación clonal.

En el mejoramiento de papa, características como el rendimiento se evalúan después de varias generaciones clonales, ya que se ha encontrado que la selección en etapas tempranas es poco representativa y hay poca correlación entre rendimientos del primer año y generaciones clonales posteriores (Capezio et ál. 1993, Love et ál. 1997, Estrada 2000). Además, al haber más generaciones clonales, el número de genotipos disminuye debido a la selección por otras variables como la resistencia a enfermedades y plagas; asimismo, el número, el tamaño y la uniformidad de tubérculos por genotipo aumenta, lo cual permite incrementar la precisión y exactitud de las evaluaciones de rendimiento (Tai y Young 1984, Caligari et ál. 1986, de Souza et ál. 2005).

En este caso, los componentes de rendimiento se evaluaron al momento de la cosecha

de la tercera generación clonal, en los híbridos seleccionados por características de resistencia al tizón tardío, al minador y a virus, entre otras. La masa promedio de tubérculos ( $\text{kg.planta}^{-1}$ ) no difirió estadísticamente de la determinada para la variedad Floresta (Cuadro 2), lo cual puede considerarse promisorio, si se toma en cuenta que uno de los factores de prevalencia de la variedad Floresta entre los productores costarricenses es su alto rendimiento. Cabe mencionar que la evaluación de componentes de rendimiento en este caso es prematura, ya que por tratarse de una tercera generación clonal no se seleccionaron los tubérculos (se determinó masa total de los tubérculos por planta y no de tubérculos comercializables), lo cual posteriormente podría marcar diferencias entre los híbridos, pues el tamaño de los tubérculos determina su uso final (Arce 2002).

Cuadro 2. Comparación de masa de tubérculos, número de tallos y número de tubérculos por planta, de 19 híbridos seleccionados y la variedad control Floresta en la tercera generación clonal.

Código	Masa de tubérculos ( $\text{kg.planta}^{-1}$ )			Número de tallos.planta <sup>-1</sup>		Número de tubérculos. planta <sup>-1</sup>	
CIA-123	0,92±0,14	a	b *	5,30±0,91	b	17,90±2,69	a b
CIA-134	0,97±0,14	a	b	8,60±0,90	b	21,10±2,69	a b
CIA-185	1,01±0,10	a	b	6,00±0,60	b	13,60±2,31	a b
CIA-189	1,07±0,20	a	b	10,70±1,17	a b	20,80±3,41	a b
CIA-194	1,00±0,15	a	b	9,40±1,28	b	20,30±3,45	a b
CIA-200	0,86±0,15	a	b	6,50±0,50	b	12,40±0,75	b
CIA-248	1,34±0,14	a	b	9,60±0,75	a b	18,40±1,67	a b
CIA-270	0,76±0,10		b	9,70±1,41	a b	26,60±4,18	a
CIA-344	0,94±0,10	a	b	7,30±1,14	b	17,70±1,92	a b
CIA-406	1,01±0,18	a	b	8,50±1,58	b	21,60±4,46	a b
CIA-531	1,14±0,22	a	b	5,60±1,09	b	17,00±2,73	a b
CIA-542	0,70±0,08		b	10,50±1,87	a b	19,00±2,74	a b
CIA-613	1,49±0,20	a		8,50±0,89	b	17,90±1,63	a b
CIA-638	1,05±0,09	a	b	7,10±0,99	b	17,80±1,95	a b
CIA-667	0,90±0,11	a	b	6,60±0,62	b	16,90±2,07	a b
CIA-711	0,81±0,19	a	b	8,10±1,45	b	19,70±3,72	a b
CIA-754	1,06±0,09	a	b	7,00±0,73	b	17,90±1,82	a b
CIA-768	1,31±0,09	a	b	5,30±0,70	b	21,10±2,56	a b
CIA-804	0,69±0,20		b	6,00±1,07	b	15,10±3,42	a b
Floresta	0,98±0,10	a	b	15,00±0,60	a	19,10±2,50	a b

\* Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ ), según prueba Tukey (alfa=0,05).



El número de tubérculos por planta no varió significativamente entre los híbridos y la variedad control Floresta (Cuadro 2); pero sí se observó una diferencia estadística para el número de tallos por planta. Aunque el número de tallos por planta se ha asociado con un incremento en el rendimiento (Lemaga y Caesar 1990, Quintero et ál. 2009), en este estudio se encontró una baja correlación entre el número de tallos y la masa de tubérculos por planta ( $R^2=0,13$ ). Sin embargo, sí se encontró una mayor correlación entre el número de tubérculos y el número de tallos por planta ( $R^2=0,38$ ), tal como encontraron en su estudio Lemaga y Caesar (1990), y entre el número y masa de tubérculos por planta ( $R^2=0,41$ ). Una parte considerable del aumento en el rendimiento está ligada a un mayor número de tubérculos, independientemente de su tamaño (Lynch et ál. 2001), por lo que esta variable puede ser de utilidad en el diagnóstico precoz del rendimiento.

En adición a los componentes de rendimiento, se determinaron el contenido de sólidos totales (materia seca) y almidón de los tubérculos de los híbridos seleccionados en la TGC y de la variedad control Floresta (Cuadro 3). Todos los híbridos evaluados superaron en contenido de sólidos totales y porcentaje de almidón a la variedad Floresta (Cuadro 3) lo cual pone de manifiesto su uso potencial en procesos industriales que involucren deshidratación como papa prefrita o tostada, para lo que se requiere un contenido de sólidos mayor al 20%, como el presentado por los híbridos evaluados. El contenido de materia seca es una variable muy importante debido a su estrecha relación con el contenido de almidón (Loyola et ál. 2010) y es relevante a nivel industrial por su relación directa con el rendimiento de producción (Hasbún et ál. 2009, Singh y Kaur 2009). Ambas características evitan colores y sabores desagradables del producto procesado, favorecen la economía de aceite al freír, una buena textura y color del producto y un menor grado de harinosidad después de la cocción (Loyola et ál. 2010, Li et ál. 2008, Singh y Kaur 2009). 18 de los híbridos seleccionados superaron en estas características a la variedad Floresta (Cuadro 3).

Cuadro 3. Contenido de sólidos totales (materia seca) y almidón de tubérculos de 19 híbridos seleccionados y la variedad control Floresta cosechados en la tercera generación clonal.

Genotipo	Sólidos totales (%)	Almidón (%)
CIA-123	22,2	15,7
CIA-134	22,6	16,4
CIA-185	25,0	16,8
CIA-189	22,4	16,3
CIA-194	24,3	16,7
CIA-200	21,5	15,2
CIA-248	22,0	16,2
CIA-270	22,2	15,3
CIA-344	21,9	15,7
CIA-406	25,0	17,4
CIA-531	21,3	15,4
CIA-542	23,1	15,4
CIA-613	20,4	17,3
CIA-638	23,8	19,2
CIA-667	21,7	15,5
CIA-711	25,0	17,5
CIA-754	22,9	16,2
CIA-768	22,2	15,8
CIA-804	21,1	14,6
Floresta	20,0	13,7

Los resultados de esta investigación indican que es posible producir localmente, genotipos de papa con características superiores y con potencial para ser desarrollados como nuevas variedades para las condiciones de cultivo de Costa Rica.

### LITERATURA CITADA

- ALMEKINDERS C.J. 1991. Flowering and true seed production in potato (*Solanum tuberosum*). Potato Research 34(4):379-388.
- ALMEKINDERS C.J., STRUIK P.C. 1996. Shoot development and flowering in potato (*Solanum tuberosum*). Potato Research 39(4):581-607.
- ARCE F.A. 2002. El Cultivo de la patata. 2 ed. Madrid, ES, Ediciones Mundi-Prensa. 495 p.
- BACH S. 2011. Genotype by environment interaction effects on starch, fibre and agronomic traits in potato. Mag. Sc. thesis, Ontario, CA, University of Guelph. 208 p.

- BRADSHAW J.E., MACKAY G.R. 1994. Potato genetics. Wallingford, UK, CAB International. 512 p.
- CALIGARI P.D., BROWN J., ABBOTT R.J. 1986. Selection for yield and yield components in the early generations of a potato breeding programme. *Theor. Appl. Genet.* 73:218-222.
- CAPEZIO S., HUARTE M., CARROZZI L. 1993. Selección por peso específico en generaciones tempranas en el mejoramiento de la papa. *Revista Latinoamericana de la Papa* 5/6(1):54-63.
- CIP (CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA). 2007. Procedures for standard evaluation trials of advanced potato clones. Lima, PE, Centro Internacional de la Papa. 124 p.
- DE SOUZA E., PEREIRA C.A. 2002. Agronomic performance of potato interspecific hybrids. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 2(2):179-188.
- DE SOUZA E., PEREIRA C.A., SIMON G.A. 2005. Sequential selection of potato clones. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 5:149-156.
- ESTRADA N. 2000. La biodiversidad en el mejoramiento genético de la papa. La Paz, BO, Centro de Información para el Desarrollo. 372 p.
- FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION). 2008. Las papas, la nutrición y la alimentación. Roma, IT, FAO. 2 p.
- GABRIEL J.L., CARRASCO E., GARCÍA W., EQUISE H., NAVIA O., TORREZ R., ORTUÑO N., FRANCO J., THIELE G., ESTRADA N. 2001. Experiencias y logros sobre mejoramiento convencional y selección participativa de cultivares de papa en Bolivia. *Revista Latinoamericana de la Papa* 12(1):169-192.
- HASBÚN J., ESQUIVEL P., BRENES A., ALFARO I. 2009. Propiedades físico-químicas y parámetros de calidad para uso industrial de cuatro variedades de papa. *Agronomía Costarricense* 33(1):77-89.
- HERRERA M.R. 2008. Análisis genético de la resistencia al tizón tardío en una población diploide derivada de *Solanum verrucosum*. Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, PE. 103 p.
- HUAMANZ., WILLIAMS J.T., SALHUANA W., VINCENT L. 1977. Descriptors for the cultivated potato and for the maintenance and distribution of germplasm collections. Roma, IT. International Board for Plant Genetic Resources. 48 p.
- LEMAGA B., CAESAR K. 1990. Relationship between numbers of main stems and yield components of potato (*Solanum tuberosum* L. cv. Erntestolz) as influenced by different daylengths. *Potato Research* 33(2):257-267.
- LI L., PAULO M., STRAHWALD J., LÜBECK J., HOFFERBERT H., TACKE E., JUNGHANS H., WUNDER J., DRAFFEHN A., VAN EEUWIJK F., GEBHARDT C. 2008. Natural DNA variation at candidate loci is associated with potato chip color, tuber starch content, yield and starch yield. *Theor. Appl. Genet.* 116:1167-1181.
- LOVE S.L., WERNER B.K., PAVEK J.J. 1997. Selection for individual traits in the early generations of a potato breeding program dedicated to producing cultivars with tubers having long shape and russet skin. *American Potato Journal* 74:199-213.
- LOYOLA N., OYARCE E., ACUÑA C. 2010. Evaluación del contenido de almidón en papas (*Solanum tuberosum* sp., *tuberosum* cv. Desirée), producidas en forma orgánica y convencional en la provincia de Curicó, región del Maule. *IDESIA* 28(2):41-52.
- LYNCH D.R., KOZUB G.C., KAWCHUK L.M. 2001. The relationship between yield, mainstem number and tuber number in five maincrop and two early-maturing cultivars. *American Journal of Potato Research* 78(2):83-90.
- NIVAA (NETHERLANDS POTATO CONSULTATIVE FOUNDATION). 2002. En el camino de la elaboración de la patata. NL. NIVAA. 25 p.
- POEHLMAN J.M., ALLEN D. 2005. Mejoramiento genético de las cosechas. 2 ed. Distrito Federal, MX, LIMUSA S.A. 512 p.
- QUINTERO I., MONTERO F., ZAMBRANO J., MEZA N., MAFFEI M., VALERA A., ÁLVAREZ R. 2009. Evaluación de once clones promisorios de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el estado Trujillo. *Rev. Fac. Agron.* 26:362-381.
- RIVERA A. 2001. Metodologías tradicionales usadas en el mejoramiento genético de papa en México. Toluca, MX, INIFAP. 45 p.
- RODRÍGUEZ M., BOU J., PRAT S. 2006. Seasonal control of tuberization in potato: conserved elements with the flowering response. *Rev. Plant Biol.* 57:151-180.
- SINGH J., KAUR L. 2009. Advances in potato chemistry and technology. US. Elsevier Inc. 508 p.
- SWIEZYNSKI K.M. 1978. Selection of individual tubers in potato breeding. *Theor. Appl. Genet.* 53:71-80.
- TAI G.C., YOUNG D.A. 1984. Early generation selection for important agronomic characteristics in a potato breeding population. *American Potato Journal* 61:419-434.
- TICONA C.A., PEREIRA C.A. 2012. Selection intensities of families and clones in potato breeding. *Cienc. Agrotec.* 36(1):60-68.



Todos los derechos reservados. Universidad de Costa Rica. Este artículo se encuentra licenciado con Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Costa Rica. Para mayor información escribir a [rac.cia@ucr.ac.cr](mailto:rac.cia@ucr.ac.cr)