

**EVALUACION DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTO DE 25 HIBRIDOS
DE UCHUVA *Physalis peruviana* L. EN EL MUNICIPIO DE PASTO**

**IVÁN ERNESTO CEBALLOS U.
CARLOS JACOBO RUANO G.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
SAN JUAN DE PASTO
2011**

**EVALUACION DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTO DE 25 HIBRIDOS
DE UCHUVA *Physalis peruviana* L. EN EL MUNICIPIO DE PASTO**

**IVÁN ERNESTO CEBALLOS U.
CARLOS JACOBO RUANO G.**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero
Agrónomo**

**ASESOR:
PhD. TULIO CESAR LAGOS BURBANO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
SAN JUAN DE PASTO
2011**

NOTA DE RESPONSABILIDAD

Las ideas y conclusiones aportadas en el siguiente trabajo son responsabilidad exclusiva del autor.

Artículo 1^{ro} del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación:

Firma del Presidente de tesis

Firma del jurado

Firma del jurado

**EVALUACION DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTO DE 25 HIBRIDOS
DE UCHUVA *Physalis peruviana* L. EN EL MUNICIPIO DE PASTO¹**

EVALUATION OF YIELD AND QUALITY OF FRUIT OF 25 HYBRID OF CAPE
GOOSEBERRY *Physalis peruviana* L. IN THE MUNICIPALITY OF PASTO.

Iván Ernesto Ceballos U.², Carlos Jacobo Ruano G.², Túlio Cesar Lagos B.³

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el corregimiento de Obonuco a 2710 msnm con el objeto de evaluar el comportamiento de 25 híbridos de uchuva y sus 18 parentales, para un total de 43 genotipos de Uchuva *Physalis peruviana* L. Se presentaron diferencias altamente significativas entre genotipos para peso del fruto con cáliz (PFC), peso del fruto sin cáliz (PFSC), sólidos solubles totales (°Bx), ácido cítrico (AC), diámetro ecuatorial del fruto (DEC), diámetro polar del fruto (DPL) y porcentaje de rajamiento (PR). Se utilizó un índice de selección (IS) con base en las variables rendimiento por hectárea (RtoC), PFC, °Bx y PR. Acorde con el IS los mejores híbridos fueron PERUxUN45 y KENYAxUN19. Los diez mejores híbridos presentaron un IS mayor ó igual que 0,2. Los híbridos PERUxUN45, KENYAxUN19, PERUxNEIRA, UN48xPURA, COLxUN43 presentan valores de IS mayores a uno y una heterosis media parental positiva, con RtoC entre 5,00 y 6,51 t/ha/año, un PFC desde 5,21 hasta 6,84 g, y sólidos solubles totales entre 15,08 y 15,94 °Bx. Se destacan los parentales KENYA, NEIRA, UN48 por tener los máximos valores de IS y por participar en los mejores híbridos. Estos obtuvieron un RtoC entre 4,97 y 6,11t/ha/año, un

¹ Trabajo de grado para optar al Título de Ingeniero Agrónomo. 2011.

² Estudiantes Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas, Programa de Ingeniería Agronómica. E-mail: iverceus23@gmail.com./ jacobrguerrero@yahoo.es

³ Ph.D. Profesor Asociado, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. E-mail: tclagosb@udenar.edu.co

PFC 4,59 y 8,90 g y SST entre 13,42 y 15,82°Bx. Los mayores heterosis la obtuvieron PERUxUN45, UN49xUN45 y PERUxMANI con valores que oscilan entre 24,12 y 51,04.

Palabras Clave: Grados Brix, rajamiento, fruto, selección, heterosis.

ABSTRACT

The present research was performed in the village of Obonuco to 2710m in order to evaluating the behavior of 25 uchuva hybrids and their 18 parentales. for a total of 43 genotypes of uchuva *Physalis peruviana* L. They showed up highly significant differences among genotypes for: weight of the fruit with chalice (PFC), weight of the fruit without chalice (PFSC), soluble total (°Bx) solids, citric (AC) acid, equatorial diameter of the fruit (DEC), polar diameter of the fruit (DPL) and relaxing percentage (PR). A selection (IS) index was used with base in the variable yield for hectare (RtoC), PFC, °Bx and PR. According to IS the best hybrids were PERUxUN45 and KENYAxUN19. The ten better hybrids presented a bigger IS or the same as 0,2. Hybrid PERUxUN45, KENYAxUN19, PERUxNEIRA, UN48xPURA, COLxUN43 presented values from more IS to one and a heterosis positive half parental, with RtoC between 5,00 and 6,51 t / th / year, a PFC from 5,21 until 6,84g and solids soluble totals between 15,08 and 15,94 °Bx. They stand out the parentales KENYA, NEIRA, UN48 to have the maximum values of IS and to participate in the best hybrids. These got a RtoC between 4,97 and 6,11t / th / year, a PFC 4,59 and 8,90g and SST between 13,42 and 15,82°Bx. The most heterosis got PERUxUN45, UN49xUN45 and PERUxMANI with values wich oscilate between 24,12 y 51,04.

Words Key: Grades Brix, relaxing, fruit, selection, heterosis.

INTRODUCCION

En el año 2010, la producción de Uchuva se concentró en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Cauca, Cundinamarca, Nariño y Norte de Santander. Boyacá, es el principal productor de esta fruta en Colombia con 422 has cosechadas, una producción de 7313 toneladas y un rendimiento de 17,3 t/ha. El rendimiento a nivel nacional es de 16,1 t/ha. En

Colombia se cosechó alrededor de 745 has con una producción de 12024 TM. En este mismo año, las ventas internacionales de Uchuva llegaron a US\$22,2 millones. Los Países Bajos fueron el principal destino de las exportaciones de uchuva colombiana, con US\$13,9 millones, seguido por Alemania, con US\$4,2 millones y Bélgica, con US\$1,2 millones. Estos tres países concentraron el 87% del mercado (AGRONET, 2011).

Los agricultores en Colombia dependen del Ecotipo Colombia y sus variantes para la siembra. En el país existen varios cultivares, algunos procedentes de Kenya y Sudáfrica que pesan entre 6 y 10 g en promedio, mientras que los de origen colombiano son más pequeños y pueden pesar entre 4 y 5 g, porque estos presentan coloraciones más vivas y mayor contenido de azúcar, siendo éstas, ventajas en los mercados internacionales. El Ecotipo Colombia es el más utilizado en los cultivos comerciales del país (Agrocadenas, 2005 y Navas, 2007).

En el país existen varias colecciones de germoplasma, destacándose la Universidad Nacional de Colombia con 222 accesiones. Los bancos de germoplasma de CORPOICA poseen 98 entradas en los centros de investigación de La Selva (Rionegro, Antioquia) y Tibaitata (Mosquera, Cundinamarca) (Ligarreto *et al.*, 2005). Mientras en la Universidad de Nariño Hejeile e Ibarra (2001) realizaron la colección y caracterización morfológica de 50 genotipos regionales. A pesar de esto se desconoce la procedencia de una gran cantidad de genotipos y no se poseen variedades mejoradas para enfrentar los factores limitantes del cultivo (Ligarreto *et al.*, 2005).

La evaluación y uso de las colecciones de germoplasma de *P. peruviana* existentes en el país es escasa. Criollo *et al.* (2001) clasificaron a los genotipos UN49 de Yacuanquer, UN40 de Potosí, UN26 de la laguna y UN25 de Buesaquillo, como los de mayor productividad y tamaño de fruto. Bonilla y Espinosa (2003) estudiaron la diversidad genética en 43 introducciones representativas de esta especie en los departamentos de Nariño, Valle del Cauca, Cauca, Caldas y Cundinamarca utilizando la técnica molecular RAMs (Random Amplified Microsatellites). Se encontró diversidad para las introducciones

de Nariño, Cauca, Caldas y Cundinamarca. Mientras que en la población del Valle del Cauca se encuentra reunida la mayor diversidad de los genotipos muestreados.

Lagos (2006) realizó la evaluación agronómica de diez introducciones de *Physalis peruviana* L. Las introducciones UN03, UN35 y UN43, fueron seleccionadas por presentar los mejores promedios a nivel de Matituy y Botana, considerando las variables diámetro ecuatorial del fruto, rendimiento total, peso del fruto con cáliz, ácido cítrico, sólidos solubles totales e índice de madurez.

Morillo y Villota (2010) realizaron la caracterización morfológica y molecular de 18 introducciones de Uchuva correspondientes a la colección de la Universidad de Nariño, encontrando la mayor distancia genética entre el Ecotipo Colombia y Perú, siendo estas introducciones útiles para programas de mejoramiento, debido a su amplia variabilidad genética.

A nivel internacional, Leiva *et al.* (2001) estudiaron caracteres como rendimiento, peso y forma de la fruta, contenido de sólidos solubles, acidez titulable y volumen del ácido ascórbico en tres híbridos de uchuva silvestre del Capotillo y sus padres, tanto en campo como en invernadero. Los híbridos obtuvieron los más altos rendimientos, especialmente en invernadero. Prohens *et al.* (2004) indicaron que la selección de accesiones de *P. peruviana* con buen comportamiento, así como el desarrollo de híbridos según rendimiento y tamaño del fruto, han contribuido a una mejor adaptación de esta especie a las zonas subtropicales. Aunque el uso de híbridos en *P. peruviana* podrá mejorar el rendimiento y otras características de importancia económica, existe poca información disponible acerca del comportamiento híbrido.

Según lo expuesto anteriormente, se hace necesario continuar la evaluación del germoplasma de *P. peruviana*, con el fin de obtener nuevos genotipos que tengan potencialidades para el mercado y para programas de mejoramiento que produzcan líneas, variedades e híbridos con frutos de mayor peso, bajo número de semillas, un valor alto de grados Brix y un bajo porcentaje de rajamiento. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue

contribuir al desarrollo del cultivo en Nariño, evaluando agronómicamente 18 parentales y 25 híbridos de Uchuva *Physalis peruviana* L.

MATERIALES Y METODOS

Localización. Esta investigación se llevó a cabo en el corregimiento de Obonuco, Municipio de Pasto departamento de Nariño, ubicado a 2710 msnm, precipitación pluvial promedia anual de 1063,7 mm y 806,1mm para los años 2008 y 2009 respectivamente. (IDEAM, 2009).

Genotipos evaluados. Se evaluaron 43 genotipos de los cuales se describen en la Tabla 1. Dentro de estos se encuentran 18 parentales y sus 25 híbridos. Aquellos codificados con la sigla UN corresponden a colecciones hechas por Hejeile e Ibarra (2001) en el departamento de Nariño y que significan Universidad de Nariño con un numero serial, mientras que Kenya, UNPU222, UNPU079, UNPU106, Perú, UNPU110 y UNPU006 son colecciones donadas por la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira en el año 2004 al Grupo de Investigación de Producción de Frutales Andinos (GPFA) de la Universidad de Nariño. El Ecotipo Colombia fue colectado por el Grupo de Investigación de Producción de Frutales Andinos (GPFA) en Sylvania (Cundinamarca) en el año de 2005.

Diseño experimental. Se utilizó un diseño Bloques Completos al Azar, con 43 tratamientos y tres repeticiones, donde los tratamientos correspondieron a los 25 híbridos y sus 18 parentales (Tabla 1) y como testigo se utilizo el Ecotipo Colombia comúnmente cultivado para exportación.

De cada genotipo se sembraron cuatro plantas a una distancia de 2 m entre ellas y 2,5 m entre hileras considerada como el área de la parcela experimental (20 m²) y la parcela útil fue de (10 m²), que correspondieron a dos plantas centrales, sobre las cuales se hicieron las evaluaciones.

VARIABLES EVALUADAS

Días a cosecha (DAC). Se registró el número de días desde la poda de formación hasta que el 50% de los frutos estaban en estado de cosecha, ósea fase 5, de acuerdo con la norma NTC 4580 (ICONTEC, 1999).

Peso de frutos con cáliz (PFC) y peso de fruto sin cáliz (PFSC). Una vez cosechada la unidad experimental se tomaron diez frutos al azar y se registró su peso en gramos, con y sin cáliz. Esto se realizó cada 15 días durante 6 meses.

Tabla 1. Origen de los genotipos evaluados de *P. peruviana* bajo condiciones de Obonuco (Nariño - 2009)

No.	Genotipo	Origen	No.	Genotipo	Origen
1	UN19	Catambuco	23	Kenya X Mora	Kenya X Morales
2	UN30	La Laguna	24	Kenya X Mani	Kenya X Manizales
3	UN34	El Encano	25	UN30 X Mora	UN30 X Morales
4	UN36	Morasurco	26	UN30 X Mani	UN30 X Manizales
5	UN40	Potosí	27	UN30 X Neira	UN30 X Neira
6	UN43	Aldana	28	Perú X Mani	Perú X Manizales
7	UN45	Túquerres	29	Perú X Neira	Perú X Neira
8	UN48	Tangua	30	Perú X UN45	Perú X UN45
9	UN49	Yacuanquer	31	Col X Neira	Colombia X Neira
10	UN52	Nariño	32	Col X UN45	Colombia X UN45
11	Col	Silvania (Cundinamarca)	33	Col X UN43	Colombia X UN43
12	Kenya	Cundinamarca	34	UN49 X UN45	UN49 X UN45
13	Mani	Manizales	35	UN49 X UN43	UN49 X UN43
14	Mora	Morales (Cauca)	36	UN49 X Pura	UN49 X Puracé
15	Neira	Neira (Caldas)	37	UN48 X UN43	UN48 X UN43
16	Perú	Perú	38	UN48 X Pura	UN48 X Puracé
17	Pura	Puracé (Cauca)	39	UN48 X Sil	UN48 X Silvania
18	Silv	Silvania (Cundinamarca)	40	UN34 X Pura	UN34 X Puracé
19	UN40 X UN52	UN40 X UN52	41	UN52 X Silv	UN52 X Silvania
20	UN40 X UN19	UN40 X UN19	42	UN52 X UN36	UN52 X UN36
21	UN40 X Mora	UN40 X Morales	43	UN19 X UN36	UN19 X UN36
22	Kenya X UN19	Kenya X UN19			

Sólidos solubles totales (SST). Se determino en frutos con maduración cinco (ICONTEC, 1999), se estableció por el método refractométrico y se expresa en grados Brix (°Bx). La lectura se corrigió utilizando el porcentaje de ácido cítrico, mediante la siguiente ecuación:

$$SST_{COR} = 0,194 \times A + SST$$

Donde: A = Acido cítrico (%) y SST = sólidos soluble totales en grados brix.

Acido cítrico (AC). Se obtuvo por el método de titulación potenciométrica en frutos de estado cinco de madurez (ICONTEC, 1999). Se expresa como porcentaje de AC.

Índice de Madurez (IM). Se obtuvo de la relación de los SST (°Bx) entre acidez titulable expresada en porcentaje de AC.

Diámetro Ecuatorial del Fruto (DEC) y Diámetro Polar del Fruto (DPL). Es la medida en centímetros de los diámetros ecuatorial y polar del fruto, medido con un calibrador en 10 frutos sin cáliz acrescente, tomados al azar y que presentan maduración cinco de acuerdo a la norma NTC 4580 (ICONTEC, 1999).

Porcentaje de rajamiento (PR). El PR Se determino en 50 frutos tomados al azar de la cosecha realizada a la parcela útil.

Rendimiento (Rto). Cuando las plantas de la parcela útil llegaron a cosecha, cada 15 días se recolectaron todos sus frutos y se pesaron. Una vez registrado el peso se determinó el Rto en t/ha/año.

Rendimiento comercial (RtoC). Es el resultado de la diferencia entre el rendimiento y el peso de frutos que se perdieron por rajamiento, enfermedades y mala calidad.

Análisis Estadístico. Las variables evaluadas se sometieron al Análisis de Varianza y se utilizó la prueba de DMS, en las variables que presentaron diferencias estadísticas.

Además, se utilizó un análisis de correlación simple para establecer el grado de asociación de las diferentes variables, de tal manera que cuando dos ó más variables presentaron correlación alta y significativa solo una de ellas se incluyó en el análisis.

Índice de Selección (IS). Para la selección de los mejores híbridos se construyó el IS con base en RtoC, PFC, °Bx y PR. Primero, se realizó la estandarización (E) de los valores de las variables que componen el IS, mediante la ecuación:

$$E = [(X_{ij} - m)/s]$$

Donde: X_{ij} = Observación individual

m = Promedio general de cada híbrido por variable

s = Desviación estándar

Una vez se estandarizaron los datos, se estableció el IS así:

$$IS = (RtoC \times 0,6) + (PFC \times 0,3) + (°Bx \times 0,4) - (PR \times 0,3)$$

El IS se aplicó a los 25 híbridos y 18 parentales. Se seleccionaron los diez mejores, los cuales serán base para iniciar ensayos de adaptación y rendimiento en diferentes ambientes.

Heterosis. Se calculó la heterosis media parental (HMP), teniendo en cuenta la variable rendimiento comercial (t/ha/año), con base en la siguiente expresión (Lagos *et al*, 2002):

$$HMP = ((F_1 - \bar{P}) / \bar{P}) \times 100$$

Donde:

HMP = Heterosis media parental

F_1 = Promedio del híbrido

\bar{P} = Promedio de los progenitores que participan en el cruzamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Días a cosecha (DAC). Según el ANDEVA (Tabla 2) para DAC no se presentaron diferencias significativas entre los genotipos evaluados. Los DAC en los parentales oscilaron entre 165 días para Neira y 192 días para Puracé, UN19 y UN48; en los híbridos este rango osciló entre 165 días para Colombia x UN43, UN34 x Puracé y UN49 x UN45 y 198 días para UN49 x Puracé.

Peso de frutos con cáliz (PFC). En el PFC (Tabla 2) se encontraron diferencias altamente significativas entre genotipos. Con base en la DMS (Tabla 4) los mejores genotipos entre los parentales Kenya, Perú, Puracé obtuvieron un peso de 8,90, 7,04 y 6,02g respectivamente. En tanto, que en los híbridos se destacan UN40 x Morales, Kenya x UN19 y Perú x Neira con PFC de 7,12, 6,84 y 6,46g, en su orden. El parental Kenya con 8,9g se caracteriza por superar estadísticamente al 96% de los genotipos, mientras que Perú con 7,04g y UN40 x Morales con 7,12g fueron estadísticamente más altos al 80% de los genotipos evaluados.

Los PFC obtenidos por todos los genotipos son considerados como pesos normales y aceptables para el mercado internacional, si se comparan con el rango encontrado en el Ecotipo Colombia (4 a 5g), cultivar utilizada en los cultivos de exportación (Fischer, 2000).

Se encontró una asociación alta y significativa entre las variables PFC y PFSC con un coeficiente de $r = 0,97^{**}$ (Tabla 3). Por lo tanto, basta con seleccionar una de estas para mejorar las dos características. En esta evaluación el cáliz tiene un peso entre 0,46 g y 0,73g, y en el caso de exportar esta fruta con cáliz, el peso de este órgano hace parte del peso total del producto (ICONTEC, 1999).

Tabla 2. Cuadrados medios del ANDEVA para las variables: DAC, PFC y PFSC, °Bx, AC, IM, DEC, DPL, PR, RtoB y RtoC, evaluadas del rendimiento y calidad de fruto de 25 híbridos de uchuva *Physalis peruviana* L. en el municipio de Pasto.

F. V.	GL	DAC	PFC	PFSC	°Bx	AC	IM	DEC	DPL	PR	RtoB	RtoC
GENO	42	191,27 ^{ns}	2,14**	1,91**	0,89**	0,05**	2,06 ^{ns}	0,04**	0,02**	45,17**	2,27 ^{ns}	2,02 ^{ns}
REP	2	2868,89**	1,38*	0,57 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,06**	0,84 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,02 ^{ns}	599,08**	7,88*	9,69**
ERROR	84	241,18	0,37	0,29	0,29	0,01	1,41	0,01	0,01	21,36	2,13	1,88
CV		8,6	11,01	11,1	3,57	6,41	12,26	4,48	3,84	64,65	30,88	31,28
MEDIA		180,53	5,55	4,85	15,1	1,54	9,68	2,02	1,95	7,15	4,72	4,38

* = Diferencias estadísticas significativas (95%), ** = Diferencias estadísticas significativas (99%), ^{ns} = No significativo; Días a cosecha (DAC), Peso de frutos con cáliz (PFC) y Peso de fruto sin cáliz (PFSC), Grados Brix (°Bx), Acido cítrico (AC), Índice de Madurez (IM), Diámetro Ecuatorial del Fruto y Diámetro Polar del Fruto (DEC, DPL), Porcentaje de Rajamiento (PR), Rendimiento Bruto (RtoB) y Rendimiento Comercial (RtoC)

Por otra parte, los valores medios registrados en los híbridos y parentales no superaron a la variedad Kenya, cuyo ecotipo según Rodríguez y Bueno (2006) presenta una dotación cromosómica diferente a los otros ecotipos, por lo cual estas variaciones a nivel genético repercuten en las características fenotípicas, justificando una relación directamente proporcional entre el nivel de ploidía y el tamaño o número de diversos caracteres del fruto y de la planta.

Grados brix (°Bx). El ANDEVA para los °Bx mostro diferencias altamente significativas entre genotipos (Tabla 2). Los mejores promedios los obtuvieron los parentales Neira con 15,82 °Bx, UN52 y Puracé con 15,76 °Bx. En los híbridos se destacan UN48xSilvania (16,09°Bx), UN48xPuracé (15,94°Bx) y PerúxNeira (15,90°Bx), los cuales superaron a todos los parentales y al 88% de los híbridos evaluados (Tabla 4).

A excepción de Kenya, el promedio del °Bx del resto de los parentales y los 25 híbridos están dentro o por encima del mínimo permitido para frutos de color cuatro (4) y cinco (5) (ICONTEC, 1999). Estas características son deseables en procesos de transformación agroindustrial ya que requieren menores cantidades de adición de azúcares logrando obtener condiciones de sabor dulce-acido deseables (Camacho, 2000).

Tabla 3. Análisis de correlación de Pearson, para las variables: DAC, PFC, PFSC, °Bx, AC, IM, DEC, DPL, PR, RtoB y RtoC, evaluadas del rendimiento y calidad de fruto de 25 híbridos y 18 parentales de uchuva *Physalis peruviana* L. en el municipio de Pasto.

	DAC	PFC	PFSC	°Bx	AC	IM	DEC	DPL	PR	RtoB	RtoC
DAC	1,00	-0,134 ^{ns}	-0,108 ^{ns}	0,019 ^{ns}	0,042 ^{ns}	-0,057 ^{ns}	0,008 ^{ns}	0,015 ^{ns}	-0,168 ^{ns}	-0,314 ^{ns}	-0,273 ^{ns}
PFC		1,00	0,971**	-0,244 ^{ns}	0,058 ^{ns}	-0,107 ^{ns}	0,870**	0,791**	0,321 ^{ns}	0,343 ^{ns}	0,276 ^{ns}
PFSC			1,00	-0,331 ^{ns}	0,011 ^{ns}	-0,085 ^{ns}	0,911**	0,827**	0,266 ^{ns}	0,335 ^{ns}	0,279 ^{ns}
B				1,00	0,383 ^{ns}	0,111 ^{ns}	-0,342 ^{ns}	-0,264 ^{ns}	0,030 ^{ns}	-0,031 ^{ns}	-0,046 ^{ns}
AC					1,00	-0,637 ^{ns}	-0,004 ^{ns}	-0,045 ^{ns}	0,147 ^{ns}	-0,039 ^{ns}	-0,074 ^{ns}
IM						1,00	-0,054 ^{ns}	-0,020 ^{ns}	-0,181 ^{ns}	0,058 ^{ns}	0,089 ^{ns}
DEC							1,00	0,913**	0,170 ^{ns}	0,211 ^{ns}	0,174 ^{ns}
DPL								1,00	0,159 ^{ns}	0,213 ^{ns}	0,180 ^{ns}
PR									1,00	0,076 ^{ns}	0,133 ^{ns}
RtoB										1,00	0,977**
RtoC											1,00

* = Altamente significativo (95%), ** = Altamente significativo (99%), ^{ns} = No significativo; días a cosecha (DAC), Peso de 10 frutos con cáliz y Peso de fruto sin cáliz (PFC, PFSC), Grados brix (°Bx), Acido cítrico (AC), Índice de madurez (IM), Diámetro ecuatorial de fruto y Diámetro polar del fruto (DEC,DPL), Porcentaje de rajamiento (PR), Rendimiento bruto y Rendimiento comercial (RtoB y RtoC).

Los resultados muestran que el 70% de los genotipos evaluados contienen mayor o igual cantidad de sólidos solubles totales con respecto al Ecotipo Colombia son (14,94°Bx), lo cual puede obedecer a características fisiológicas de cada genotipo (Márquez *et al*, 2009) y a diferencias genéticas entre ellos.

Acido cítrico (AC). El ANDEVA muestra que en el AC existen diferencias altamente significativas entre genotipos (Tabla 2). Los mejores parentales (Tabla 4) para AC corresponden a Sylvania, Neira y Morales con valores que van entre 1,81, 1,72 y 1,66% de AC. En los híbridos sobresalen PerúxNeira (1,76%), ColombiAxNeira (1,75%) y KenyaxUN19 (1,72%). Los anteriores valores son normales pero inferiores al máximo permitido en un fruto estado cinco (1,83%) (ICONTEC, 1999).

Estos resultados son muy importantes ya que el 79% de los genotipos evaluados contienen un menor porcentaje de AC que el Ecotipo Colombia con 1,63% mejorando así su aceptación en el mercado nacional.

Índice de madurez (IM). Según el ANDEVA no se presentaron diferencias significativas entre genotipos para IM (Tabla 2). Los promedios para los parentales oscilaron entre 8,32 para Silvania y 10,65 para UN49, mientras en los híbridos el rango va desde 6,64 para UN30xManizales y 11,22.

Diámetro ecuatorial del fruto (DEC). Con respecto al DEC según la ANDEVA (Tabla 2) indica que se presentaron diferencias altamente significativas entre genotipos. Según la DMS (Tabla 4), los mejores parentales fueron Kenya con un DEC de 2,43 cm, UN19 con 2,25 cm y Perú con 2,21 cm; Los híbridos que se destacaron fueron UN40xMorales, KenyaxUN19 y PerúxNeira con valores de DEC de 2,29, 2,19 y 2,12cm, respectivamente.

Los genotipos UN19, UN40xMorales y Kenya con un DEC que oscilaron entre 2,25 y 2,43 cm según la NTC 4580 (ICONTEC, 1999), corresponden al calibre E y sus valores son relativamente altos. El 93% del resto de genotipos prestan frutos con calibres C y D (ICONTEC, 1999). Por otro lado, el DEC está altamente asociado con el DPL ($r=0,91^{**}$). Por consiguiente, basta con seleccionar por DEC, si se requiere mejorar las dos características.

Porcentaje de rajamiento (PR). En el ANDEVA (Tabla 2) el PR presenta diferencias altamente significativas entre genotipos. Dentro de los parentales los valores más bajos de PR (Tabla 4) se presentan en UN45 (3,34%), UN36 (2,05%) y Manizales (2,09%). Los híbridos UN19xUN36 (3,54%), UN34xPuracé (1,88%) y UN49xUN43 (1,88%) son los de menor PR.

A excepción del híbrido KenyaxManizales con 20,63% y el parental Purace con 16,88% de PR, el resto de los genotipos no superan al PR obtenido por el Ecotipo Colombia de 12,92%, siendo esta característica importante, dado que el PR incide directamente en la calidad de la fruta para exportación. Al incrementar la cantidad de fruta con rajamiento, se reduce la cantidad de fruta apta para comercializar en el mercado externo o interno (Mejía, 2010).

Tabla 4. DMS para variables PFC, PFSC, °Bx, AC, DEC, DPL y PR, DAC, IM, Rto y RtoC evaluadas en 25 híbridos y 18 parentales de uchuva *Physalis peruviana* L. en el municipio de Pasto.

GEN	DAC	PFC (g)	PFSC (g)	°Bx	AC (%)	IM (°Bx/AC)	DEC (cm)	DPL (cm)	PR (%)	Rto (t/ha/año)	RtoC (t/ha/año)
COL	183	5,67defghijk	4,99efgh	14,94efghijklmn	1,63bcdefgh	9,01	2,02fghijklm	1,97defghijk	12,92bc	5,59	4,96
KENYA	180	8,90a	8,17 ^a	13,42o	1,32no	9,95	2,43a	2,20a	6,25cdefgh	6,45	6,11
MANI	174	4,24no	3,74lm	14,95defghijklmn	1,38mno	10,6	1,87mn	1,78mn	2,09gh	4,16	4,07
MORA	183	5,79defgh	5,02defg	15,40abcdefg hij	1,66abcdef	9,11	2,01fghijklm	1,92fghijkl	9,38bcdefgh	4,25	3,85
NEIRA	165	5,62defghijkl	4,80defghij	15,82abc	1,72abcd	9,12	2,05efghijk	1,96defghijk	7,29cdefgh	5,33	4,97
PERU	174	7,04b	6,19b	14,66ijklmn	1,46ijklmn	9,99	2,21bcd	2,05bcde	10,63bcde	4,72	4,18
PURA	192	6,02cde	5,12cdef	15,76abcdef	1,62bcdefghi	9,63	2,07defgh	1,95defghijk	16,88ab	4,79	3,96
SILV	183	5,96cde	5,06def	15,32abcdefg hijk	1,81 ^a	8,32	2,08defg	1,94defghijk	10,42bcde	3,86	3,5
UN19	192	6,01cde	5,88bcd	14,56ijklmn	1,49ghijklm	9,7	2,25bc	2,11abc	6,04cdefgh	4,31	4,03
UN30	180	5,73defghi	5,09def	14,82ghijklmn	1,39lmno	10,57	2,07defgh	2,01cdefg	6,88cdefgh	4,49	4,14
UN34	183	4,78ijklmno	4,18ghijklm	14,70hijklmn	1,42klmno	10,28	1,95ghijklmn	1,96defghijk	5,21defgh	3,72	3,54
UN36	183	4,00o	3,54m	15,23abcdefg hijk	1,57defghijk	9,52	1,83n	1,76n	2,50fgh	3,93	3,84
UN40	180	5,60defghijkl	4,90efghi	14,13no	1,59cdefghij	8,74	2,02fghijkl	1,91fghijkl	7,29cdefgh	4,86	4,5
UN43	183	5,62defghijkl	4,97efgh	14,83ghijklmn	1,61bcdefghi	9,04	2,05efghijk	2,00cdefghi	3,55efgh	4,88	4,7
UN45	174	5,67defghijk	4,78efghijk	15,18bcdefg hijkl	1,54fghijklm	9,81	2,02fghijkl	1,97defghijk	3,34efgh	4,59	4,44
UN48	192	4,59mno	3,99jklm	14,80hijklmn	1,57defghijk	9,31	1,87mn	1,81lmn	5,42cdefgh	6,15	5,82
UN49	180	5,20efghijklmn	4,52fghijkl	15,34abcdefg hijk	1,43klmno	10,65	1,99fghijklm	1,93fghijkl	7,29cdefgh	4,76	4,39
UN52	189	4,93fghijklmno	4,36fghijklm	15,76abcdef	1,53fghijklm	10,37	1,92ijklmn	1,96defghijk	4,79defgh	4,84	4,6
COL X NEIRA	174	5,91cdef	5,08def	15,69abcdefg	1,75abc	8,85	2,08defg	1,96defghijk	9,79bcdef	5,36	4,83
COL X UN43	165	5,71defghi	4,99efgh	15,51abcdefg hij	1,64bcdefg	9,31	1,98fghijklm	1,97defghijk	5,84cdefgh	5,54	5,16
COL X UN45	189	5,84defg	5,05defg	15,26abcdefg hijk	1,50ghijklm	10,22	2,03fghijk	2,01cdefg	10,42bcde	4,63	4,15
KENYA X MANI	174	5,35efghijklm	4,57fghijkl	15,06cdefghijklm	1,51fghijklm	9,87	1,98fghijklm	1,92fghijkl	20,63 ^a	4,5	3,52

Días a cosecha (DAC), Peso de frutos con cáliz (PFC), Peso de fruto sin cáliz (PFSC), Grados Brix (°Bx), Acido cítrico (AC), Índice de madurez (IM), Diámetro ecuatorial del fruto (DEC), Diámetro polar del fruto (DPL), Porcentaje de rajamiento (PR), Rendimiento (Rto) y Rendimiento comercial (RtoC).

Continuación Tabla 4

GEN	DAC	PFC (g)	PFSC (g)	°Bx	AC (%)	IM (°Bx/AC)	DEC (cm)	DPL (cm)	PR (%)	Rto (t/ha/año)	RtoC (t/ha/año)
KENYA X MORA	183	5,51defghijklm	4,73efghijk	15,42abcdefghijkl	1,45jklmn	10,54	2,06efghij	1,96defghijk	6,88cdefgh	3,92	3,61
KENYA X UN19	183	6,84bc	5,99cb	15,08bcdefghijklm	1,72abcd	8,67	2,19bcde	2,06bcd	5,21defgh	5,91	5,6
PERU X MANI	180	5,62defghijkl	5,02defg	14,95defghijklmn	1,43klmno	10,48	2,05efghijk	2,02cdef	10,83bcde	5,73	5,12
PERU X NEIRA	183	6,46bcd	5,55bcde	15,90abc	1,76ab	8,91	2,12cdef	2,02cdef	10,21bcde	5,65	5
PERU X UN45	174	5,87cdef	5,10def	15,10bcdefghijklm	1,48ghijklmn	10,07	2,07defgh	2,01cdefg	4,38efgh	6,77	6,51
UN19 X UN36	189	4,72jklmno	4,14hijklm	15,21bcdefghijk	1,54fghijklm	9,78	1,98ghijklmn	1,88ijklm	3,54efgh	4,71	4,57
UN30 X MANI	170	5,35efghijklm	4,53fghijkl	15,10bcdefghijklm	1,53fghijklm	6,64	2,00fghijklm	1,93efghijkl	12,09bcd	4,86	4,23
UN30 X MORA	183	5,15efghijklmn	4,42fghijkl	14,26mno	1,28o	11,14	1,93hijklmn	1,86klmn	9,59bcdefg	4,26	3,83
UN30 X NEIRA	174	5,69defghij	4,86efghij	15,80abcde	1,52fghijklm	10,27	2,03fghijk	1,97defghijk	8,96cdefgh	4,22	3,84
UN34 X PURA	165	4,80hijklmno	4,04ijklm	15,27bcdefghijk	1,51fghijklm	10,13	1,88lmn	1,87jklmn	1,88h	4,26	4,2
UN40 X MORA	180	7,12b	6,38b	14,33lmn	1,52fghijklm	9,43	2,29ab	2,15ab	5,84cdefgh	4,57	4,29
UN40 X UN19	174	5,13efghijklmn	4,77efghijk	14,50klmn	1,55efghijkl	9,27	1,99fghijklm	1,90fghijklm	3,96efgh	4,03	3,85
UN40 X UN52	189	4,68klmno	3,97klm	14,89fghijklmn	1,55efghijkl	9,55	1,94ghijklmn	1,91fghijkl	5,42cdefgh	2,94	2,79
UN48 X PURA	174	5,21efghijklmn	4,52fghijkl	15,94ab	1,57defghijk	10,3	1,91jklmn	1,89ghijklm	10,00bcdef	6,11	5,53
UN48 X SILV	183	5,18efghijklmn	4,48fghijkl	16,09a	1,71abcd	9,29	1,94ghijklmn	1,87jklmn	5,00defgh	3,9	3,66
UN48 X UN43	189	4,95fghijklmno	4,32fghijklm	15,35bcdefghijk	1,61bcdefghi	9,44	1,92ijklmn	1,89ghijklm	5,63cdefgh	4,85	4,58
UN49 X PURA	198	5,41efghijklm	4,70efghijk	15,21bcdefghijk	1,46ijklmn	10,52	2,07defgh	1,99cdefghij	4,79defgh	3,53	3,35
UN49 X UN43	183	4,87ghijklmno	4,28fghijklm	14,94efghijklmn	1,48ghijklmn	10	1,94ghijklmn	1,91fghijkl	1,88h	3,7	3,64
UN49 X UN45	165	5,49defghijklm	4,77efghijk	14,33lmn	1,29o	11,22	2,01fghijklm	1,92fghijkl	4,38efgh	6,04	5,84
UN52 X SILV	189	5,72defghi	4,82efghijk	15,55bcdefgh	1,71abcd	8,94	2,00fghijklm	1,89ghijklm	7,50cdefgh	3,87	3,59
UN52 X UN36	183	4,64lmno	4,05ijklm	14,95defghijklmn	1,52fghijklm	9,88	1,90klmn	1,88ijklm	4,58defgh	3,63	3,45

Días a cosecha (DAC), Peso de frutos con cáliz (PFC), Peso de fruto sin cáliz (PFSC), Grados Brix (°Bx), Acido cítrico (AC), Índice de madurez (IM), Diámetro ecuatorial del fruto (DEC), Diámetro polar del fruto (DPL), Porcentaje de rajamiento (PR), Rendimiento (Rto) y Rendimiento comercial (RtoC).

Rendimiento Comercial (RtoC). Según el ANDEVA (Tabla 2) en el RtoC no existen diferencias significativas entre los genotipos. Los RtoC para los parentales oscilaron entre 3,50 y 6,11 t/ha/año para Silvania y Kenya, respectivamente. Con respecto a los híbridos, el RtoC oscila entre 2,79 t/ha/año para UN40xUN52 y 6,51 t/ha/año para PERUxUN45.

El coeficiente de variación del experimento fue de 31,28%. Este valor probablemente puede encubrir diferencias importantes entre los genotipos evaluados, por lo cual es conveniente aumentar el número de repeticiones ó mejorar la técnica experimental para obtener mayor precisión en la estimación de los efectos (Gómez, 1997).

Índice de selección (IS) y Heterosis media parental (HMP). A pesar que en el ANDEVA el RtoC no presentó diferencias significativas (Tabla 2), se procedió a determinar el IS teniendo en cuenta que el rendimiento es una variable que se origina de la acción e interacción de muchas variables, que finalmente contribuyen a la producción del órgano que el hombre utiliza, sea semilla, bulbo, o fruto, entre otras. Igualmente, el RtoC como un componente del IS, es necesario para tomar decisiones en cuanto a que genotipos tienen un alto valor agronómico.

En la selección de los 10 mejores híbridos (Tabla 5) se destacan PeruxUN45 (IS=1,89), KenyaxUN19 (IS=1,49) y PeruxNeira (IS=1,13). Mientras en los parentales se encuentra Kenya, Neira y UN48 con valores de 1,29; 0,97 y 0,63 respectivamente.

Los 10 híbridos (Tabla 5) escogidos, muestran un IS igual ó superior a 0,20. Estos representan el 40% del total de los híbridos evaluados. Estos se caracterizan por presentar promedio de RtoC 5,13t/ha/año, PFC 5,63g y °Bx 15,42 y en cuanto a PR valores inferiores a 10,21% En cuanto a los parentales el 70% de la selección es superior al IS 0,2.

De acuerdo con los resultados obtenidos de HMP (Tabla 5) se observa que los híbridos PERUxUN45 con una HMP 51,04 y UN49xUN45 con una HMP de 32,28 obtuvieron una ganancia significativa en comparación al promedio de los parentales.

Tabla 5. Índice de selección (IS) y heterosis media parental (HMP) de los mejores genotipos de uchuva evaluados en el altiplano de Pasto.

PARENTAL	RtoC	PFC	°Bx	PR	IS	HIBRIDO	RtoC	PFC	°Bx	PR	IS	HIBRIDOS	HMP
KENYA	6,11	8,9	13,42	6,25	1,29	PERUxUN45	6,51	5,87	15,1	4,38	1,89	PERUxUN45	51,04
NEIRA	4,97	5,62	15,82	7,29	0,97	KENYAxUN19	5,6	6,84	15,08	5,21	1,49	UN49xUN45	32,28
UN48	5,82	4,59	14,8	5,42	0,63	PERUxNEIRA	5	6,46	15,9	10,21	1,13	PERUxMANI	24,12
UN52	4,6	4,93	15,76	4,79	0,61	UN48xPURA	5,53	5,21	15,94	10	1,12	UN19xUN36	16,14
UN45	4,44	5,67	15,18	3,34	0,44	COLxUN43	5,16	5,71	15,51	5,84	1,03	UN48xPURA	13,09
UN43	4,7	5,62	14,83	3,55	0,34	UN49xUN45	5,84	5,49	14,33	4,38	0,7	UN34xPURA	12
UN49	4,39	5,2	15,34	7,29	0,05	COLxNEIRA	4,83	5,91	15,69	9,79	0,69	KENYAxUN19	10,45
COL	4,96	5,67	14,94	12,92	-0,1	UN48xSILV	3,66	5,18	16,09	5	0,24	PERUxNEIRA	9,29
PERU	4,18	7,04	14,66	10,63	-0,21	UN48xUN43	4,58	4,95	15,35	5,63	0,23	COLxUN43	6,83
MORA	3,85	5,79	15,4	9,38	-0,25	UN19xUN36	4,57	4,72	15,21	3,54	0,2	UN30xMANI	3,05
Media	4,8	5,9	15,02	7,09	0,38		5,13	5,63	15,42	6,4	0,87		17,83

Los híbridos PerúxUN45 con un RtoC de 6,51 t/ha/año, un PFC 5,87 g y 15,1 °Bx y UN49xUN45 con un RtoC de 5,84t/ha/año, un PFC 5,49 g y 14,33°Bx, ocuparon el primer y sexto lugar, en su orden, con respecto al IS. En la HMP los híbridos PerúxUN45 con 51,04 y UN49xUN45 con 32,28 obtuvieron el mayor valor de heterosis. Por lo tanto, estos híbridos deben ser tenidos en cuenta en un programa de mejoramiento con el objeto de ser evaluados en diferentes ambientes.

CONCLUSIONES

Los diez mejores híbridos presentaron un IS mayor ó igual que 0,2. Los híbridos PERUxUN45, KENYAxUN19, PERUxNEIRA, UN48xPURA, COLxUN43 presentan valores de IS mayores a uno y una HMP positiva. Se destacan los parentales KENYA, NEIRA, UN48 por tener los máximos valores de IS y por participar en los mejores híbridos.

Se recomienda estos parentales y los híbridos anteriores para que se incluyan en programas de mejoramiento para la obtención de poblaciones mejoradas de uchuva para el departamento de Nariño.

BIBLIOGRAFIA

AGROCADENAS. 2005. La cadena de los frutales de exportación en Colombia. Bogotá, Colombia. Consultado el 24-10- 2008. Disponible en: <http://www.agrocadenas.gov.co>

AGRONET. Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario. 2011. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Evaluaciones Agropecuarias. 1993-2009.. Consultado 08-09-11. Disponible en:
<http://www.agronet.gov.co/www/htm3b/ReportesAjax/VerReporte.aspx>

BONILLA, M. y ESPINOSA, K. 2003. Colección, caracterización fenotípica y molecular de poblaciones de uchuva *Physalis peruviana* L. Tesis Ing. Agr. Palmira, Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. 127p.

CAMACHO, G. 2000. Procesamiento. En: FLOREZ, V., FISCHER, G. y SORA, A. 2005. Producción, Poscosecha y Exportación de la Uchuva (*Physalis peruviana* L.). Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. 175p.

CRIOLLO, H., LAGOS, T.C., RUIZ, H. Y MOSQUERA, C. 2001. Evaluación de cultivares de uvilla o uchuva (*Physalis peruviana* L) con base en sus capacidad productiva. Revista de Ciencias Agrícolas (Colombia). 18(1): 70-85.

FISCHER, G. 2000. Crecimiento y desarrollo. En: FLOREZ, V., FISCHER, G. y SORA, A. 2005. Producción, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) Bogotá, Universidad Nacional de Colombia. 175 p.

GÓMEZ, H. 1997. Estadística experimental con aplicaciones a las ciencias agrícolas. Imprenta Universidad Nacional. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. 571 p.

HEJEILE, H. E IBARRA, A. 2001. Colección y caracterización de los recursos genéticos de la uvilla (*Physalis peruviana* L.) en algunos municipios del sur del departamento de Nariño. Tesis Ing. Agr. Pasto, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. 123 p.

ICONTEC. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. 1999. Bogotá, ICONTEC. Norma técnica Colombiana NTC 4580: Frutas frescas, Uchuva. 15 p.

IDEAM. INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. 2009. Sistema de información de precipitación ambiental. Fecha de proceso 10 Noviembre de 2011.

LAGOS, T., CRIOLLO, H., y CHECA, O. 2003. Divergencia Genética y Heterosis. Revista de Ciencias Agrícolas. 20(1-2): 9-26.

LAGOS, T. 2006. Biología reproductiva, citogenética, diversidad genética y heterosis en parentales de uvilla o uchuva *Physalis peruviana* L. Tesis Ph.D. Palmira, Universidad Nacional de Colombia. 129p.

LEIVA, M., PROHENS, J. Y NUEZ, F. 2001. Genetic analyses indicate superiority of performance of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.). J. New Seeds 3(3), 71-84. En: LAGOS, T. 2006. Biología reproductiva, citogenética, diversidad genética y heterosis en parentales de uvilla o uchuva *Physalis peruviana* L. Tesis Ph.D. Palmira, Universidad Nacional de Colombia. 129p.

LIGARRETO, G., LOBO, M. y CORREA, A. 2005. Recursos genéticos del género *Physalis* en Colombia. En: FISHER, G., MIRANDA, D., PIEDRAHITA, W. Y ROMERO,

J. Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en Colombia. Bogotá, Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. 222p.

MÁRQUEZ, C., TRILLOS, O., CARTAGENA, J. y COTES, J. 2009. Evaluación físico-química y sensorial de frutos de uchuva (*Physalis peruviana* L.). Vitae 16(1). (Enero-Abril). Consultado el 15-08-11. Disponible en:
<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=169815393005>> ISSN 0121-4004

MEJIA, M. 2010. Evaluación productiva de veinte genotipos de uchuva (*Physalis peruviana* L.) en dos localidades del oriente antioqueño. Informe final de práctica profesional. Medellín, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. 70p.

MORILLO, A. y VILLOTA, D. 2010. Caracterización morfológica y molecular de 18 introducciones de uchuva *Physalis peruviana* L. de la colección de la Universidad de Nariño. Trabajo de grado Ingeniería Agroforestal. Pasto, Universidad de Nariño. 23 p.

NAVAS, A. 2007. Selección y producción de nuevos cultivares de uchuva (*Physalis peruviana* L.) con calidad para la exportación. Sistema integral de gestión de proyectos MADR. Rionegro, CORPOICA C.I. La Selva. 69p.

PROHENS, J., RODRIGUEZ-BURRUEZO, A. y NUEZ, F. 2004. Breeding Andean Solanaceae fruit crops for adaptation to subtropical climates. Acta Hort. 129: 137. En: LAGOS, T. 2006. Biología reproductiva, citogenética, diversidad genética y heterosis en parentales de uvilla o uchuva *Physalis peruviana* L. Tesis Ph.D. Palmira, Universidad Nacional de Colombia. 129p.

RODRIGUEZ, N. y BUENO, N. Estudio de la diversidad citogenética de *Physalis peruviana* L. Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá. 11p.