

EVALUACION AGRONOMICA DE SIETE HIBRIDOS EXPERIMENTALES F₁ DE ZAPALLO (*Cucurbita moschata* DUCH. EX POIR)

AGRONOMIC EVALUATION OF SEVEN EXPERIMENTAL F₁ HYBRIDS OF ZAPALLO (*Cucurbita moschata* DUCH. EX POIR)

Miguel M. Espitia¹, Franco A. Vallejo² y Hermes Araméndiz¹

Recibido para evaluación: Enero 2006

Aceptado para publicación: Junio 2006

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivos específicos estimar el comportamiento agronómico, la interacción genotipo por semestre (G x S) y la heterosis útil (HU), para el rendimiento planta⁻¹ (RFP), número de frutos planta⁻¹ (NFP) y peso fruto⁻¹ (PPF), en siete híbridos experimentales de zapallo y sus ocho progenitores, durante dos semestres agrícolas (2003B y 2004A) en el municipio de Candelaria (Valle del Cauca). Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cinco repeticiones. Se detectaron diferencias estadísticas ($Pr < 0.05$ ó $Pr < 0.01$) entre semestres para RFP y PPF. Los genotipos mostraron diferencias altamente significativas en los tres caracteres estudiados. La interacción G x S no fue significativa para ninguno de los caracteres. El semestre 2003B presentó las mejores condiciones agroecológicas para la mayor expresión del RFP y PPF. Los híbridos LBV x LA126, LSO x LA34 y LBV x LA34, superaron al testigo comercial 'Bolo Verde' (17.7 kg planta⁻¹), con valores de HU en RFP del 24.9, 24.3 y 11.3%, respectivamente. El híbrido LBV x LA34, sobresalió por sus mayores ventajas agronómicas en relación a 'Bolo Verde', constituyéndose en alternativa potencial para mejorar la competitividad del cultivo de zapallo para el mercado de fruto fresco del interior del país.

Palabras claves: Interacción G x S, heterosis útil, rendimiento, caracteres.

ABSTRACT

The purpose was to estimate the agronomic response, genotype x semester (G x S) interaction and standard heterosis (HU) for plant yield (RFP), number of fruits plant⁻¹ (NFP) and fruit weight (PPF) in seven experimental hybrids of pumpkin and their eight parents, during the 2003B and 2004A semesters. A complete randomized design with five replicates per treatment was used. Statistical differences ($Pr < 0.05$ or $Pr < 0.01$) occurred between semesters for RFP and PPF. The genotypes showed significant differences ($Pr < 0.01$) for the tree characters. The interaction G x S did not show significant differences for the tree

¹Universidad de Córdoba. Departamento de Ingeniería Agronómica Carrera 6 No. 76-103 Tel. 790 8855 - Fax 786 0255
mespitia@sinu.unicordoba.edu.co.

²Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira

characters. During 2003B semester occurred the best environmental conditions for the expression of RFP and PPF. Hybrids LBV x LA126, LSO x LA34, LBV x LA34 were superior to the control 'Bolo Verde' (BV: 17.7 kg plant⁻¹) in RFP with values of 24.9, 24.3 and 11.3% HU respectively. The LBV x LA34 hybrid showed better response than the control 'Bolo Verde' with respect to the main agronomic characters, which makes it a good candidate to improve production of fresh fruit for the interior market of Colombia.

Key words: G x S Interaction, standard heterosis, yield, characters.

INTRODUCCIÓN

La importancia de *C. moschata* en Colombia, ha sido reconocida por su área de siembra, producción, versatilidad en consumo directo, alimento saludable, materia prima para la agroindustria, artesanías, decoración, calidad nutricional, cultivo rústico, potencial de exportación, posible centro de origen, cultivos propios y ligados a pequeños agricultores (Espitia, 2004). El fenómeno mediante el cual un organismo vivo o genotipo cambia su comportamiento con las variaciones del ambiente se le conoce como interacción genotipo por ambiente (G x A). La interacción G x A reduce la correlación entre los valores fenotípicos y genotípicos, disminuye el progreso por selección y dificulta las recomendaciones de nuevos cultivares con amplia adaptabilidad (Cruz y Souza, 2003; Vallejo y Estrada, 2002). Por ello, es necesario evaluar los genotipos (híbridos o variedades) en varios ambientes (semestres, localidades y/o años) con el objeto de corroborar sus ventajas comparativas de adaptabilidad y estabilidad fenotípica, antes de su liberación comercial.

La heterosis puede ser expresada de diferentes formas, dependiendo el criterio usado para comparar el comportamiento de un híbrido: a) heterosis media, con base al promedio de los progenitores; b) heterosis útil, con base al promedio de un testigo estándar comercial; y c) heterobeltiosis, con base al promedio del mejor progenitor. Desde el punto de vista práctico, la heterosis útil es la más importante, porque permite desarrollar híbridos deseables

superiores a los genotipos comerciales existentes en los sistemas de producción actual (Alam *et al.*, 2004; Vallejo y Estrada, 2002). Aún cuando se han realizado varios trabajos de evaluación agronómica de zapallo en Colombia (Jaramillo *et al.*, 1985; Jaramillo, 1987; Amariles y López, 1994; Pérez y Tigreros, 1994; García *et al.*, 1996; Pérez, 1997; Escobar y Muriel, 2002; Caicedo y Montes, 2002), todos ellos se han realizado con variedades o poblaciones promisorias y en un solo ambiente (semestre), detectando generalmente diferencias estadísticas entre genotipos en los caracteres considerados. La literatura reporta diferencias estadísticamente significativa entre genotipos e interacción de G x A, para rendimiento / planta, número de frutos / planta y peso / fruto (Korzeniewska y Niemirowicz, 1993; Mohanty y Mishra, 1998, 1999; Gwanama *et al.*, 1998; Mohanty y Mohanty, 1998; Kumaran *et al.*, 1998; Mohanty *et al.*, 1999; Mohanty y Mishra, 2000; Mohanty, 2000a, 2000b, 2001a, 2001b; Sirohi y Behera, 2000; Gwanama *et al.*, 2001; Sudhakar *et al.*, 2002; Mohanty y Prusti, 2002).

La presente investigación tuvo como objetivos específicos estimar el comportamiento agronómico, la interacción genotipo por semestre (G x S) y la heterosis útil (HU), para los caracteres: rendimiento planta⁻¹ (RFP), número de frutos planta⁻¹ (NFP) y peso fruto⁻¹ (PPF), en siete híbridos experimentales de zapallo (cinco híbridos de líneas S₁ y dos híbridos intervarietales) y sus ocho progenitores, durante dos semestres agrícolas (2003B y 2004) en el municipio de Candelaria (Valle del Cauca).

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó durante dos semestres agrícolas: 2003B y 2004A, en el Centro Experimental de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira (CEUNP), ubicado en el municipio de Candelaria (Valle del Cauca). Según la clasificación de Holdridge, la zona pertenece a la formación Bosque Seco Tropical (BS-T) (Rodríguez, 1999).

Materiales vegetales

Se evaluaron 15 genotipos, conformados por cinco híbridos entre líneas S_1 , dos híbridos intervarietales y sus ocho progenitores (cinco líneas S_1 y tres variedades). Los híbridos fueron seleccionados con base en la aplicación de tres criterios: a) el índice de selección múltiple (INDISEL), b) habilidad combinatoria específica (S_{ij}) y c) heterobeltiosis (HB), para cada uno, utilizando los resultados de una evaluación anterior de dos dialélicos de zapallo (*C. moschata*) de cinco progenitores cada uno (uno entre cinco variedades de libre polinización y el otro entre cinco líneas S_1).

Determinación del índice (INDISEL)

Este se construyó teniendo en cuenta las características agronómicas más importantes en la adopción de un cultivar por los productores, además de las propiedades del fruto y la pulpa que exigen los comercializadores y consumidores del mercado de fruto fresco, a saber: rendimiento planta⁻¹ (RFP), número de frutos planta⁻¹ (NFP), peso fruto⁻¹ (PPF), grosor de la pulpa fruto⁻¹ (GPF), color de la pulpa (COP), forma del fruto (FOF) y superficie del fruto (SUF). A continuación se relaciona y define el índice en mención:

INDISEL = [(0.20 x RFP) + (0.15 x NFP) + (0.15 x PPF) + (0.20 x GPF) + (0.20 x COP) + (0.05 x FOF) + (0.05 x SUF)]; Donde el valor que multiplica a cada carácter considerado, corresponde a la ponderación que se le asigna a cada uno en el proceso de selección. En la

tabla 1 se presentan los híbridos y progenitores incluidos en el estudio.

Estimación de caracteres

Se estimaron los caracteres rendimiento planta⁻¹ (RFP: kg.), número de frutos planta⁻¹ (NFP) y 3) peso fruto⁻¹ (PPF: kg.). Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar con cinco repeticiones. La distancia de siembra fue de 3 x 3 metros en cuadro. La unidad experimental efectiva consistió de un surco de seis plantas (54 m²). A pesar que los datos se tomaron sobre plantas individuales, los análisis se realizaron con base en los promedios por unidad experimental. Con los datos de los dos semestres se realizaron análisis individual y combinado de varianza y pruebas de medias Duncan, para todos los caracteres antes mencionados.

El modelo estadístico que explica el comportamiento de cualquier genotipo en los dos semestres de evaluación es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + S_k + (B_j)_k + G_i + (GS)_{ik} + \hat{a}_{ijk}$$

Donde: Y_{ijk} es el comportamiento medio del genotipo i en la repetición j en el semestres k , para el carácter de interés; μ , es la media general del experimento durante los dos semestres; S_k , es el efecto del semestre k , $(B_j)_k$, es el efecto de la repetición j dentro del semestre k ; G_i , es el efecto del genotipo i y \hat{a}_{ijk} , es el error experimental combinado. En el análisis combinado de varianza, los genotipos y semestres se consideraron de efectos fijos.

Estimación de la heterosis

La heterosis útil (HU) se estimó en relación al testigo comercial Bolo Verde, a través de la siguiente formula: $HU = [(F1 / TC) \times 100] - 100$; donde F1 = promedio de cada uno de los híbridos en los dos semestres y TC = promedio del testigo comercial. Los análisis estadísticos se realizaron mediante el uso de los programas computacionales GENES versión Windows, 2004.2.1 (Cruz, 2004). El manejo agronómico del lote experimental fue el recomendado por

Tabla 1. Relación de los genotipos, índice de selección múltiple (INDISEL), rendimiento planta⁻¹ (RFP), habilidad combinatoria específica (S_{ij}), habilidad combinatoria general (g_i) y heterobeltiosis (HB), para los siete híbridos de zapallos seleccionados y sus progenitores.

No.	Genotipos	Tipo*	INDISEL	RFP (kg)	S _{ij} ó g _i (kg)	HB (%)
1	LA34 x LSO	HL	8.30	26.0	3.55	66.2
2	LA126 x LBV	HL	7.88	23.7	2.00	73.6
3	LA34 x LBV	HL	7.40	22.8	0.50	66.9
4	LA126 x LSO	HL	7.40	22.0	0.07	40.2
5	LA88 x LBV	HL	7.13	20.4	0.95	49.3
6	A34 x BV	HV	6.81	20.3	0.31	13.6
7	A34 x SO	HV	7.03	19.9	-0.07	16.9
8	LBV	L	5.30	13.6	2.32	
9	LSO	L	5.88	15.7	2.53	
10	LA88	L	4.29	9.2	-3.32	
11	LA34	L	4.51	11.3	-0.47	
12	LA126	L	5.24	11.9	-1.05	
13	BV	V	6.16	17.8	1.73	
14	A34	V	5.40	14.8	1.05	
15	SO	V	6.39	17.0	1.75	

* HL = híbrido entre líneas S₁; HV = híbrido intervarietal; L = línea S₁; V = Variedad.

el Programa de Mejoramiento Genético, Agronomía y Producción de Semillas de Cultivos Tropicales con énfasis en Hortalizas de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira (2001).

Evaluación de las características cualitativas del fruto

Dentro de este grupo de caracteres, se consideraron por su mayor importancia en el mercado fresco, las características del fruto: color externo principal (COF), superficie externa (SUF), forma (FOF) y color de la pulpa (COP). Para facilitar la presentación de los resultados, no se tuvo en cuenta la variación del color secundario de los frutos. Las características cualitativas del fruto se estimaron de manera descriptiva, cuantificando el número de frutos producidos al momento de la cosecha por los genotipos (híbridos o progenitores), en las diferentes

clases fenotípicas para cada carácter, expresado en porcentaje.

RESULTADOS Y DISCUSION

Estimación de caracteres

Hubo diferencias significativas para semestres en el rendimiento planta⁻¹ (RFP: $Pr < 0.05$) y peso fruto⁻¹ (PPF: $Pr < 0.01$), lo que indica que las condiciones agroecológicas ofrecidas por los dos semestres de evaluación, afectaron estadísticamente la expresión de tales variables. Asimismo, hubo diferencias altamente significativas entre genotipos, sugiriendo la existencia de variabilidad genética entre los genotipos, en el sentido que al menos uno de ellos presentó promedio estadísticamente diferente del resto en el rendimiento planta⁻¹ (RFP) y sus componentes primarios (NFP y PPF) (Tabla 2).

Los cuadrados medios asociados a la interacción genotipos por semestres (G x S), señalan que la clasificación de los 15 genotipos no varió con las condiciones ambientales que ofrecieron los dos semestres de evaluación, en razón a que la interacción G x S, no mostró diferencias significativas para ninguna de las tres variables. Resultados opuestos han sido encontrados por otros estudios (Mohanty y Mishra, 1998; Gwanama *et al.*, 1998; Mohanty y Mohanty, 1998; Kumaran *et al.*, 1998; Mohanty *et al.*, 1999; Mohanty y Mishra, 2000; Mohanty, 2000a, 2000b, 2001a, 2001b; Sirohi y Behera, 2000; Gwanama *et al.*, 2001; Sudhakar *et al.*, 2002; Mohanty y Prusti, 2002), quienes detectaron interacción G x A significativo ($Pr < 0.05$ ó $Pr < 0.01$). Las

diferencias entre los resultados de este estudio y los otros, pueden explicarse por los distintos genotipos (líneas endogámicas, variedades y/o híbridos F₁) y el número y tipo de ambientes (semestres, años y/o localidades) empleados en los trabajos.

Los coeficientes de variación obtenidos permitieron deducir que la técnica experimental aplicada en la investigación es aceptable para este grupo de variables, dado que ellos oscilaron entre 18.82% (PPF) y 23.93% (RFP). El número de repeticiones en el semestre 2003B fue de cinco, mientras que en el del 2004A, fue de cuatro, en razón a la pérdida de una repetición.

Tabla 2. Cuadros medios (CM) del análisis combinado de varianza para rendimiento planta⁻¹ (RFP), número de frutos planta⁻¹ (NFP) y peso fruto⁻¹ (PPF), en la evaluación de 15 genotipos de zapallo, durante dos semestres.

FV	GL	CM		
		RFP (kg.)	NFP (#)	PPF (kg.)
Semestres (S)	1	680.21*	4.75ns	36.12**
Repetición / S	7	59.25**	1.31ns	1.24*
Genotipos (G)	14	163.95**	4.39**	6.91**
G x S	14	22.25ns	1.16ns	0.703ns
Error	98	14.188	0.787	0.544
Total	134			
Media		15.7	4.4	3.9
CV (%)		23.93	19.97	18.82

Los promedios para los tres caracteres en los dos semestres de evaluación (Tabla 3), señalan que el semestre 2003B ofreció las mejores condiciones de cultivo para que los genotipos expresaran su mayor potencial en RFP y PPF, superando en un 35% y 33% aproximadamente en tales caracteres, al semestre 2004A. Lo anterior obedeció a las ventajas climáticas del 2003B con respecto al 2004A (Tabla 4), ya que el lote en donde

estuvieron sembrados los dos ensayos y el manejo agronómico fueron los mismos. Lo anterior generó un estrés fisiológico en las plantas por exceso de agua, sobre todo en la época de llenado del fruto (después de los 60 días de edad del cultivo) y reducción de la actividad fotosintética (por la menor radiación solar) en el semestre 2004A, que afectó negativamente el RFP y PPF de los genotipos.

Tabla 3. Promedios de los semestres para rendimiento planta⁻¹ (RFP), número de frutos planta⁻¹ (NFP) y peso fruto⁻¹ (PPF) en la evaluación de 15 genotipos de zapallo durante dos semestres.

Semestres	PPF (kg)	NFP (#)	PPF (kg)
2003B	17.8a	4.6a	4.4a
2004A	13.2b	4.2a	3.3b

Promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la prueba Duncan.

Tabla 4. Condiciones climáticas durante los dos semestres de siembra. (2003B y 2004A)

Factores	Semestre	
	2003B	2004A
Climáticos		
Precipitación (mm)	556.3	727
Días con lluvias (días)	46	37
Intensidad lluvias (mm / día)	12.1	19.6
Radiación solar/día (cal./cm ²)	383.4	368.8
Radiación solar total (cal.)	68308	67152

En la tabla 5, se puede corroborar las diferencias estadísticas entre genotipos detectadas para las tres variables en el ANDEVA combinado. El RFP varió entre 8.0 y 22.1 kg planta⁻¹, con una media general de 15.7 kg planta⁻¹. Los tres cruzamientos F₁ de mayor producción fueron los híbridos entre líneas S₁: LBV x LA126; LSO x LA34 y LBV x LA34, los cuales superaron en 25%, 24% y 11%, respectivamente a la variedad testigo BV en promedio de los dos semestres. Los dos híbridos intervarietales incluidos en el estudio (SO x A34 y BV x A34) tuvieron una producción muy parecida a la variedad testigo BV. Los tres híbridos superiores se destacan por tener alrededor de cinco o más frutos planta⁻¹ y frutos de 4.0 a 4.6 kg, lo cual es ventajoso para el mercado de fruto fresco, en especial el híbrido LBV x LA34 (4.0 kg fruto⁻¹), quién presentó NFP y PPF muy similares al testigo BV.

Se destaca en la tabla 5 el fenómeno de depresión por endogamia de las líneas S₁ en comparación con sus variedades progenitoras, ya que todas ellas presentaron los menores promedios para las tres variables. Tal situación es más notoria en las líneas S₁ originadas de variedades no mejoradas (LA126, LA88 y

LA34) que en las obtenidas de variedades mejoradas (LBV y LSO). Ello señala la menor carga genética indeseable en las variedades mejoradas, en comparación con las no mejoradas, lo cual es una consecuencia del aporte del mejoramiento genético en las primeras.

Estimación de heterosis

Los niveles de heterosis útil (HU) con relación al cultivar testigo Bolo Verde (BV) se presentan en la tabla 6 y permiten corroborar la superioridad de los híbridos LBV x LA126, LSO x LA34 y LBV x LA34, en razón a que los valores de HU en RFP fueron del 24.9%, 24.3% y 11.3%, respectivamente. De los anteriores genotipos sobresale LSO x LA34, por presentar la mayor HU del 17% en NFP; mientras que para PPF, sobresale LBV x LA126 con HU del 12.2%; no obstante es de resaltar la HU negativa (-2.4%) del híbrido LBV x LA34, lo cual indica que presenta frutos ligeramente de menor peso con relación al testigo BV, convirtiéndose en una alternativa interesante para el mercado de fruto fresco comparado con los otros dos, ya que los consumidores del interior del país prefieren frutos de 2 a 4 kg de peso, con pulpa salmón (amarilla intensa),

Tabla 5. Promedios para rendimiento planta⁻¹ (RFP), número de frutos planta⁻¹ (NFP) y peso fruto⁻¹ (PPF) en la evaluación de 15 genotipos de zapallo, durante dos semestres.

Genotipos	RFP (kg)	NFP (#)	PPF (kg)
LBV x LA126	22.1a	4.9ab	4.6abc
LSO x LA34	22.0a	5.5a	4.5bcd
LBV x LA34	19.7ab	5.1ab	4.0cde
LBV x LA88	18.2bc	3.8cdef	5.4a
BV	17.7bcd	4.7abc	4.1cde
SO x A34	17.6bcd	4.2bcde	4.9ab
LSO x LA126	17.5bcd	4.9ab	3.8def
BV x A34	16.8bcd	5.0ab	3.7def
SO	15.3cd	3.6def	5.2a
LBV	14.5cd	4.2bcde	3.8def
LSO	14.5cd	4.9ab	3.5efg
A34	13.7d	4.9ab	3.0fg
LA34	9.3e	3.3fe	2.9g
LA126	9.3e	4.5bcd	2.2h
LA88	8.0e	3.1f	3.1fg
Media	15.7	4.4	3.9
CV (%)	23.93	19.97	18.82

Promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes, según la prueba Duncan.

Tabla 6. Heterosis útil (HU) para siete híbridos de zapallo (cinco híbridos entre líneas S₁ y dos híbridos intervarietales), en rendimiento planta⁻¹ (RFP), número de frutos planta⁻¹ (NFP) y peso fruto⁻¹ (PPF) durante dos semestres

Híbridos	HU (%)		
	RFP	NFP	PPF
LBV x LA126	24.9	4.3	12.2
LSO x LA34	24.3	17.0	9.8
LBV x LA34	11.3	8.5	-2.4
LBV x LA88	2.8	-19.1	31.7
SO x A34	-0.6	-10.6	19.5
LSO x LA126	-1.1	4.3	-7.3
BV x A34	-5.1	6.4	-9.8

forma redonda, superficie lisa y color verde del fruto.

Características cualitativas del fruto

Los resultados para las características del fruto: color externo principal (COF), superficie externa (SUF), forma (FOF) y color de la pulpa (COP) se presentan en la tabla 7. Los frutos maduros de los 15 genotipos presentaron a la cosecha sólo dos colores principales externos verde (VER) y amarillo (AMA). Los tres híbridos de más alta producción: LSO x LA34, LBV x LA126 y LBV x LA34, en general exhibieron más del 90% de sus frutos de color principal verde, siendo esta característica muy similar a la variedad testigo BV, la cual presentó el 97.8% de sus frutos con tal carácter. Esto señala que los nuevos genotipos promisorios no difieren de la variedad testigo en este aspecto.

En lo que tiene que ver con la superficie del fruto (SUF), todos los genotipos presentaron entre dos y tres tipos de frutos: con superficie

lisa (LIS), acostillado (ACO) y semiacostillado (SAC). Sobresalieron por esta característica la línea S₁ 34 (LA34) y la accesión 34 (A34), con más del 80% de sus frutos de superficie lisa. Entre los tres híbridos promisorios sobresalió el cruzamiento LBV x LA34, por presentar el 44.4% y 53.4% de sus frutos lisos y semiacostillados muy parecidos a los de BV. Esto le confiere cierta ventaja comparativa en relación a los otros dos para el mercado en fresco del interior del país, el cual prefiere frutos de superficie lisa.

En general los 15 genotipos evaluados, exhibieron cuatro formas de frutos (FOF): globular (GLO), aplanado (APL), ovalado (OVA) y acorazonado (ACO). El mercado de fruto fresco para el interior del país prefiere frutos redondos o globulares. Con base en esta característica, sobresalieron los genotipos Accesión 34 (A34), el híbrido LBV x LA34 y la líneas S₁ derivada de A34 (LA34), con el 95.7, 93.3 y 92.5% de sus frutos globulares, respectivamente. El híbrido LBV x LA34,

Tabla 7. Color principal (COF), superficie (SUF), forma (FOF) y color de la pulpa del fruto (COP) para 15 genotipos de zapallo durante dos semestres.

Genotipos	COF (%)		SUF (%)			FOF (%)				COP (%)		
	VER	AMA	LIS	ACO	SAC	GLO	APL	OVA	ACO	SAL	AMA	APA
LSO x LA34	100.0		14.9	6.4	78.7		85.1	12.8	2.1	55.3	40.4	4.3
LBV x LA126	91.1	8.9	2.2	86.7	11.1		28.9	8.9	62.2	28.9	68.9	2.2
LBV x LA34	95.6	4.4	44.4	2.2	53.4	93.3		4.4	2.2	51.1	42.2	6.7
LSO x LA126	84.5	15.5	2.2	84.5	13.3		48.9	6.7	44.4	40.0	48.9	11.1
LBV x LA88	85.1	14.9		74.5	25.5		36.2	34.0	29.8	57.5	42.6	
BV x A34	87.0	13.0	41.3	10.9	47.8	76.1		17.4	6.6	60.9	34.8	4.4
SO x A34	86.6	13.3	16.7	22.9	60.4		95.8		4.2	50.0	45.8	4.2
LBV	95.6	4.4	24.5	2.2	73.3	84.4		13.3	2.2	64.4	35.6	
LSO	95.8	4.3		59.6	40.4		100.0			70.2	27.7	2.1
LA88	78.6	21.4	10.7	64.3	25.0	39.3	10.7	17.9	32.1	25.0	67.9	7.1
LA34	100.0		95.0		5.0	92.5		7.5		45.0	40.0	15.0
LA126	84.6	15.4	5.2	89.7	5.1		5.1	2.6	92.3	5.1	66.7	28.2
BV	97.8	2.2	60.0	8.9	31.1	62.2		37.8		73.3	22.2	4.4
A34	89.4	10.6	80.8		19.2	95.7		4.3		68.1	29.8	2.1
SO	100.0			55.6	44.4		97.8	2.2		62.2	35.6	2.2

superó a los otros dos promisorios porque los frutos en alto porcentaje fueron de forma aplanada y / o acorazonada.

Los genotipos estudiados, mostraron una tendencia marcada en el color de la pulpa de los frutos (COP), hacia el color salmón (SAL) y amarillo (AMA), no obstante, algunos de los tratamientos presentaron entre el 11% y 28% de sus frutos con pulpa de color amarillo pálido (APA): LSO x LA126, LA34 y LA126. El color de la pulpa es muy importante dado que el contenido de beta caroteno está correlacionado directa y significativamente con la intensidad del color amarillo en la misma. Por esta característica, se destacaron los genotipos: BV x A34, SO, LBV, A34, LSO y BV, por haber exhibido los más altos porcentajes de frutos con pulpa salmón, oscilando sus valores entre 60% y 73.3%. Los tres híbridos promisorios fueron inferiores en el porcentaje de frutos con pulpa salmón (28.9% a 55.3%), en relación con la variedad testigo BV (73.3%). A pesar de lo anterior ellos presentaron más del 90% de sus frutos con pulpa entre amarilla y salmón, lo cual se puede considerar aceptable para su comercialización sin ningún castigo en el precio de venta. Adicionalmente, se pudo observar que cada uno de los híbridos varietales e híbridos entre líneas S_1 presentaron variabilidad fenotípica en los cuatro aspectos cualitativos del fruto analizados (COF, SUF, FOF y COP), ello puede explicarse por la diversidad genética de los gametos que produjeron sus respectivos progenitores (variedades y líneas S_1), lo cual era de esperarse, al no ser éstos líneas endogámicas puras. Vale la pena resaltar el excelente comportamiento de la accesión 34 (A34) y la línea S_1 derivada de ella (LA34), en las cualidades del fruto color verde (COF > 89% frutos), superficie lisa (SUF > 80% frutos), forma globular o redonda (FOF > 92% frutos) y color de la pulpa (COP > 45% frutos). Estos caracteres los convierten en excelentes poblaciones para explotar los efectos aditivos de los genes por selección recurrente y obtener

variedades mejoradas para el mercado de fruto fresco del interior del país e igualmente continuar aislando líneas endogámicas para la explotación de la heterosis al cruzarlas con otras de poblaciones que mostraron ser heteróticas con estas poblaciones.

Conviene aclarar que el énfasis en la discusión e interpretación de los resultados, tiene como base solamente los requerimientos del mercado para consumo de fruto fresco para el interior del país, no obstante sí consideramos otras zonas productoras y otros mercados potenciales, como el Caribe Colombiano y la demanda de zapallo para diferentes usos agroindustriales en los cuales las propiedades y parámetros de calidad del fruto relacionadas con PPF, SUF, COF y FOF no son limitantes; es posible entonces considerar los híbridos promisorios LSO x LA34 y LBV x LA126 como buenas alternativas para mejorar los rendimientos, ya que éstos fueron deficientes en estas características, pero mostraron excelente comportamiento en los otros caracteres agronómico de interés.

CONCLUSIONES

- Los híbridos derivados de líneas endogámicas (LBV x LA126, LSO x LA34 y LBV x LA34) constituyen una buena alternativa potencial para mejorar la competitividad del cultivo para el mercado de fruto fresco del interior del país.
- La variabilidad de las formas y la calidad de la pulpa, señalan la necesidad de mejorar las poblaciones con métodos que impliquen incremento de la frecuencia de genes favorables, para la obtención de variedades e híbridos según la demanda del mercado.
- Se detectó mayor depresión endogámica en las poblaciones no mejoradas que en las mejoradas

BIBLIOGRAFIA

- Alam, M.; Khan, M.; Nuruzzaman, M.; Parvez, S.; Swaraz, A.; Alam, I. y Ahsan, N. 2004. Genetic basis of heterosis and inbreeding depression in rice (*Oryza sativa* L.). J. Zhejiang Univ. Sc. 5(4):406-411.
- Amariles, C. y López, A. 1994. Aumento, caracterización, evaluación y selección de poblaciones promisorias de zapallo. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Colombia, Palmira.
- Caicedo, L. y Montes, P. 2002. Formación de poblaciones mejoradas de zapallo (*C. moschata*), a través de la recombinación de genotipos segregantes seleccionados. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Colombia, Palmira
- Cruz, C. y Souza, C. 2003. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Editora UFV. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 585p
- Cruz, C. 2004. Programa GENES. Versão Windows. Aplicativo Computacional em Genética e Estatística. Universidade Federal de Viçosa, <http://www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm> [Accedido: 06 - 09 - 2005]
- Escobar, G. y Muriel, V. 2002. Evaluación y selección de poblaciones promisorias de zapallo *Cucurbita* spp. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Colombia, Palmira.
- Espitia, M. 2004. Estimación y análisis de parámetros genéticos en cruzamientos dialélicos de zapallo (*Cucurbita moschata* Duch. Exp Poir). Tesis Ph.D., Universidad Nacional de Colombia, Palmira
- García, A.; León, P. y Sierra, D. 1996. Evaluación de dos poblaciones promisorias de zapallo, *C. moschata* y *C. maxima* bajo condiciones de un lote experimental en Roldadillo. Tesis INTEP.
- Gwanama, C.; Botha, A. y Labuschagne, M. 2001. Genetic effects and heterosis of flowering and fruit characteristics of tropical pumpkin. Plant Breeding 120(3):271-272
- Gwanama, C.; Mwala, M. y Nichterlein, K. 1998. Path analysis of fruit yield components of *Cucurbita moschata* Duch. Tropical Agricultural Research and Extension 1(1):19-22
- Jaramillo, J. 1987. Características de los cultivares de zapallo *Cucurbita maxima* colectadas en Colombia. Informe de progreso programa de hortalizas 1986 - 1987, ICA, Palmira, 70p.
- Jaramillo, J.; Palacio, J. y Holl, M. 1985. Evaluación de colecciones de *Cucurbitas* sp en condiciones del Valle del Cauca. II Seminario Recursos Vegetales Promisorios, Universidad Nacional de Colombia, Palmira, p.103-121
- Korzeniewska, A. y Niemirowicz-Szczytt, K. 1993. Combining ability and heterosis effects on winter squash (*Cucurbita maxima* Duch.). Genetica-Polonica 34(3):259-272
- Kumaran, S.; Natarajan, S. y Thamburaj, S. 1998. Correlation and path analysis studies in pumpkin (*Cucurbita moschata* Poir). South Indian Horticulture 46(3):138-142

- Mohanty, B. y Prusti, A. 2002. Heterosis and combining ability for polygenic characters in pumpkin. *Indian Agriculturist* 46(1-2):27-36
- Mohanty, B. 2001a. Genetic analysis of yield and its components in pumpkin. *Madras Agricultural Journal* 88(1-3):53-56
- Mohanty, B. 2001b. Genetics of economic traits in pumpkin. *Indian Agriculturist* 45(3-4):135-140
- Mohanty, B. 2000a. Gene action for quantitative characters in pumpkin. *Indian Agriculturist* 44(3-4):157-163
- Mohanty, B. 2000b. Combining ability for yield and its components in pumpkin. *Indian Journal of Genetics & Plant Breeding* 60(3):373-379
- Mohanty, B. y Mishra, R. 2000. Studies on combining ability for flowering traits in pumpkin. *Hary Journal of Horticultural Sciences* 29(3-4):220-222
- Mohanty, B.; Mohanty, S. y Mishra, R. 1999. Genetics of yield and yield components in pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch. Ex Poir). *Indian Journal of Agriculture Sciences* 69(11):781- 783
- Mohanty, B. y Mishra, R. 1999. Heterosis for yield and yield components in pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch. ex. Poir.). *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding* 59(4):505-510
- Mohanty, B. y Mishra, R. 1998. Genetic studies in pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch. Ex.Poir.). *Orissa Journal of Horticulture* 26(1):40-43
- Mohanty, B. y Mohanty, S. 1998. Genetics of certain flowering characters in *Cucurbita moschata* Duch. ex Poir. *Orissa Journal of Horticulture* 26(2):1-3
- Pérez, S. 1997. Evaluación del rendimiento y calidad del fruto de tres poblaciones promisorias de zapallo *Cucúrbita* sp. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Colombia, Palmira
- Pérez, R. y Tigreros, E. 1994. Selección y evaluación de una población promisorias de zapallo (*Cucurbita maxima*). Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Colombia, Palmira
- Programa de Investigación en Hortalizas. 2001. El cultivo de Zapallo: Unapal – Bolo Verde y Unapal – Mandarino. Cartilla Divulgativa, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 9 p.
- Rodriguez, C. 1999. Efecto de cuatro métodos de labranza sobre las propiedades físicas de un suelo vertisol ústico y sobre la producción de *Sorghum bicolor* en el Valle del Cauca. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Colombia, Palmira
- Sirohi, P. y Behera, T. 2000. Inheritance of yield and its attributing characters in pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch ex. Poir). *Journal of Applied Horticulture* 2(2):117-118
- Sudhakar, P.; Jagdish, S.; Upadhyay, A. y Ram, D. 2002. Genetic variability for antioxidants and yield components in pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch. ex Poir.). *Vegetable Science* 29(2):123-126
- Vallejo, F. y Estrada, S. 2002. Mejoramiento genético de plantas, Editorial Feriva S.A., Palmira 402p.