

## TRANSFERENCIA DEL GEN Bu A POBLACIONES DE ZAPALLO, *Cucurbita* sp. CON CRECIMIENTO POSTRADO

Franco Alirio Vallejo C.<sup>1</sup> - Edson Mosquera S.<sup>2</sup>

### COMPENDIO

El estudio que se llevó a cabo en la Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, utilizó como polinizador y donador del gen Bu a *C. maxima* población 25 con crecimiento compacto y como progenitores femeninos a cinco poblaciones de *C. maxima* (3, 10, 14, 27, y 37) y cinco de *C. moschata* (23, 24, 35, 41 y 44), todas con crecimiento postrado. Sólo el híbrido inter-específico *C. moschata* población 24 x *C. maxima* población 25 produjo semilla viable, en cantidades pequeñas. Todos los híbridos intra-específicos produjeron semilla viable en suficiente cantidad. Las plantas F<sub>1</sub> presentaron crecimiento compacto hasta la aparición del primer o segundo fruto y luego se presentó reversión hacia plantas con crecimiento postrado. El híbrido intra-específico *C. maxima* población 3 x *C. maxima* población 25 manifestó excelentes cualidades agronómicas.

**Palabras claves:** Cucurbitas, zapallo, crecimiento compacto, crecimiento postrado, gen Bu.

### ABSTRACT

#### INTERESPECIFIC AND INTRASPECIFIC TRANSFER OF Bu GENE BETWEEN CUCURBITS POPULATIONS

The present study was carried out in the experimental field of the Universidad Nacional de Colombia-Sede Palmira. *Cucurbita* population 25, with bush habit (Bu gene) was used as male donor. As females were utilized five populations from *C. maxima* (3, 10, 14, 27 and 37) and five populations from *Cucurbita moschata* (23, 24, 35, 41 and 44), with vine habit. Viable seed was obtained from the five intraspecific crossings. Unviable seed was obtained from interspecific crossings, except *C. maxima* population 25 x *C. moschata* population 24. The F<sub>1</sub> hybrids had bush habit until the apparition of the first or second fruit and then taked a vine habit. The intraspecific hybrid *C. maxima* population 3 X *C. maxima* population 25 manifested excellent agronomic qualities.

**Keywords:** Cucurbits, squash, bush habit, vine habit, Bu gene.

### INTRODUCCION

La demanda de zapallo en Colombia, se ha incrementado debido a la versatilidad tanto en su consumo directo (sopas, cremas, dulces, purés, jugos, pastelería y compotas) como en el uso como materia prima para la agroindustria (harinas y deshidratados) y a las altas calidades alimenticias relacionadas con el contenido de carotenos (Provitamina A), ácido ascórbico (Vitamina C), minerales (Calcio, hierro, fósforo) y aminoácidos como tiamina y niacina.

La investigación en zapallo, en Colombia, es relativamente escasa, siendo la más importante la que realiza la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, a través de su programa de investigación en mejoramiento genético y producción de semillas de hortalizas. Uno de los objetivos de este programa es

producir cultivares de zapallo con crecimiento compacto que permitan utilizar una mayor densidad de siembra, facilitar el manejo agronómico y propiciar mayor productividad por unidad de área.

Generalmente, las especies del género *Cucurbita* son plantas con crecimiento abundante en tallos y hojas, de arquitectura postrada o rastrera, con tallos o guías que alcanzan hasta 15 m de longitud, excepto algunas poblaciones de *C. pepo* y *C. maxima* que presentan plantas pequeñas con crecimiento compacto debido a la presencia de entrenudos muy cortos.

No se conoce bien el control genético del tipo de crecimiento en *Cucurbita*, (Whitaker y Davis, 1974); sin embargo, se menciona el gen simple Bu como el responsable del crecimiento compacto (Robinson et al, 1976).

<sup>1</sup> Ph.D., Profesor Titular. Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira. A.A. 237. <sup>2</sup> Estudiante de Pregrado. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja.

La acción del gen Bu es peculiar debido a su dominancia reversa. En *C. pepo* el gen compacto es completamente dominante durante el crecimiento inicial y dominante incompleto en el crecimiento posterior; mientras que en *C. maxima* el gen compacto es completamente dominante durante el crecimiento inicial y completamente recesivo en estados tardíos. Entonces el crecimiento compacto se debe al gen Bu, con dominancia reversa y presencia de genes modificadores, que interactúan en su expresión (Whitaker y Davis, 1974).

Kuabara, Zatarin y Montrazi (1984) obtuvieron en la Universidad de Sao Paulo el cultivar Piramoita (*C. moschata*) con crecimiento compacto mediante la transferencia del gen Bu a partir de *C. pepo*. El objetivo del estudio fue iniciar la producción de poblaciones de zapallo con crecimiento compacto, a partir de cruzamientos intra e interespecíficos, que permitan seleccionar materiales compactos y de buenas características agronómicas.

### PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El trabajo se realizó en el Centro Experimental de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, en dos etapas: 1. Producción de híbridos intra e interespecíficos y 2. evaluación de las poblaciones híbridas conjuntamente con los progenitores.

En la producción de híbridos se utilizó como progenitor masculino la población 25 de *C. maxima*, y como progenitores femeninos las poblaciones 3, 10, 14, 27 y 37 de *C. maxima* y 23, 24, 35, 41 y 44, de *C. moschata* (Figura 1). El progenitor masculino donador del gen Bu, de origen argentino, son plantas pequeñas de crecimiento compacto, floración y cosecha precoz, alto número de frutos por planta, tamaño o peso de fruto muy reducido y baja calidad de los mismos. Los progenitores femeninos son poblaciones de *C. maxima* de origen brasilero y de *C. moschata* de origen colombiano, caracterizadas por tener plantas de gran tamaño con crecimiento postrado, floración y cosecha tardía y gran tamaño y calidad de frutos.

Los híbridos y los progenitores, se evaluaron utilizando un diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones. La unidad experimental estuvo constituida por un surco con cinco plantas.

Las variables de respuesta fueron: efectividad de las polinizaciones controladas, número de semillas formadas por fruto, porcentaje de semilla viable, germinación de la semilla, tipo de crecimiento, días a floración masculina, femenina y cosecha, número de frutos por planta, peso promedio de fruto y producción por planta. Se realizó oel análisis de varianza, la prueba de diferencia mínima significativa y heterosis.

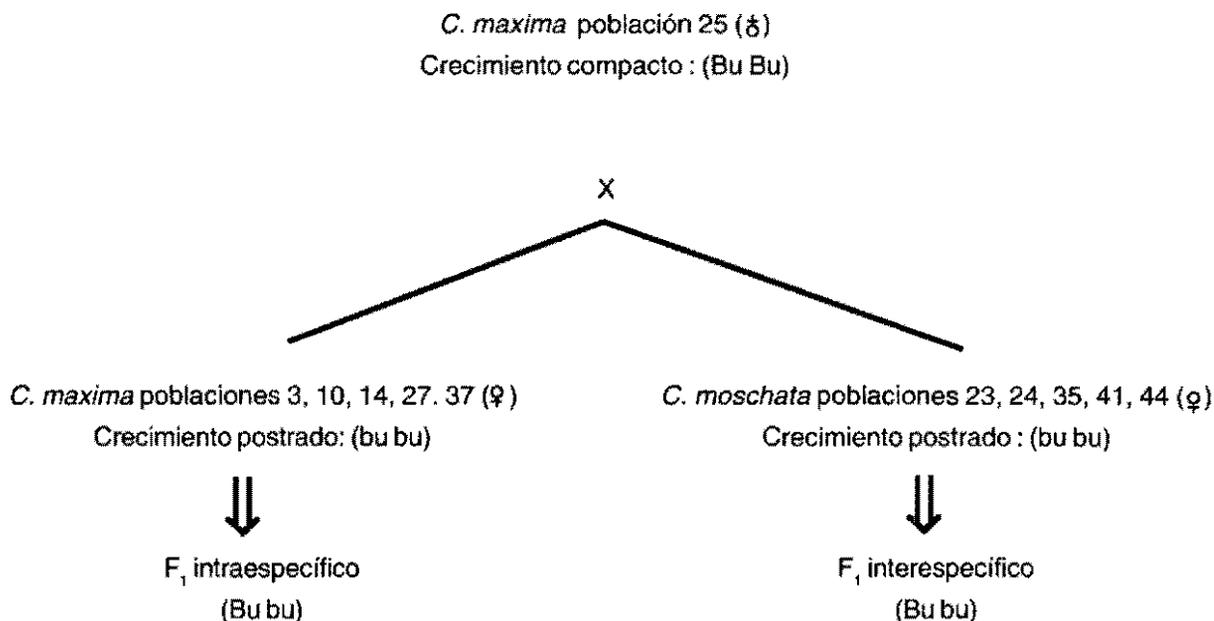


FIGURA 1. Esquema de la transferencia del gen Bu a diferentes poblaciones de *Cucurbita* sp.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Producción de híbridos intra e interespecíficos

La efectividad de la polinización controlada en los cruzamientos intraespecíficos, fue de 57.01%, con variaciones muy pequeñas: 55.17%, para el híbrido Población 14 x Población 25 y 59.09%, para el híbrido Población 27 x Población 25. En los cruzamientos interespecíficos la efectividad de la polinización fue de 39.26%, con fluctuaciones muy grandes: 19.23%, para el híbrido Población 23 x Población 25 y 100%, para el híbrido Población 44 x Población 25 (Cuadro 1).

El número promedio de semillas formadas por fruto, en los cruzamientos intraespecíficos fue de 244.80, fluctuando entre 171.80 y 338. En cambio, para los cruzamientos interespecíficos, el promedio fue bajo (80.40) y con grandes fluctuaciones (0,00 y 217.00) (Cuadro 1).

El porcentaje de semilla viable, para los cruzamientos interespecíficos fue de 94.16, fluctuando entre 86.40 y 99.03. Todos los cruzamientos interespecíficos presentaron semilla inviable, con excepción del cruzamiento Población 24 x Población 25 que presentó 9.24% de semilla llena (Cuadro 1).

La germinación de semilla, en los cruzamientos intraespecíficos, fue alta (90.40%), fluctuando entre 80.00 y 100.00%. El híbrido interespecífico Población

24 x Población 25 presentó 79% de germinación. (Cuadro 1).

Los cruzamientos intraespecíficos fueron exitosos en la producción de semilla híbrida viable; en cambio la hibridación interespecífica parece dificultarse debido probablemente a la presencia de formas de incompatibilidad que impiden el flujo de genes entre las especies del género *Cucurbita*. Los resultados concordaron con los obtenidos por Pinto (1977) y Whitaker y Davis (1962) quienes afirmaron la dificultad de la hibridación interespecífica en *Cucurbita* debido a la presencia de incompatibilidad génica. Es necesario, por tanto, explorar otras técnicas de hibridación como los cruzamientos puentes, cultivo de embriones, fusión de protoplastos, ingeniería genética con el fin de superar las barreras de incompatibilidad que existen entre las especies del género *Cucurbita* y así aprovechar la enorme variabilidad genética del género.

### Evaluación de progenitores e híbridos F<sub>1</sub>

#### Tipo de crecimiento

Los híbridos F<sub>1</sub> presentaron crecimiento intermedio (Cuadro 2). En los primeros estados mostraron crecimiento compacto y después de la aparición del primero o segundo fruto, el tallo o guía principal incrementó su longitud, lo cual se explica por el concepto de dominancia reversa: el gen es completamente dominante durante el crecimiento inicial de la planta pero completamente recesivo durante la fase tardía (Whitaker y Davis, 1974).

**CUADRO 1. Número de polinizaciones controladas, efectividad de polinización controlada, semillas formadas por fruto, semillas viables y germinación de semillas en los híbridos intra e interespecíficas de *Cucurbita* spp.**

Híbrido ♂ X ♀	Tipo de híbrido	No. de polinizaciones controladas	Efectividad de la polinización (# frutos) %	Semillas formadas por fruto	Semillas viables (%)	Germinación de semilla (%)
Pobl.3 x pobl 25	intraespecífico	21	57.14	171.00	99.03	100.00
Pobl.10 x pobl 25	intraespecífico	23	56.52	262.00	86.40	88.00
Pobl.14 x pobl 25	intraespecífico	29	55.17	269.00	97.18	88.00
Pobl.27 x pobl 25	intraespecífico	22	59.09	184.00	99.43	96.00
Pobl.34 x pobl 25	intraespecífico	14	57.14	338.00	88.76	80.00
Promedio		21.80	57.01	244.80	94.16	90.40
Pobl.23 x pobl 25	interespecífico	26	19.23	217.00	0.00	-
Pobl.24 x pobl 25	interespecífico	48	27.08	102.00	9.24	70.00
Pobl.35 x pobl 25	interespecífico	24	16.67	83.00	0.00	0.00
Pobl.41 x pobl 25	interespecífico	6	33.33	0.00	0.00	0.00
Pobl.44 x pobl 25	interespecífico	2	100.00	0.00	0.00	0.00
Promedio		21.20	39.26	80.40	1.85	14.00

**CUADRO 2. Tipo de crecimiento, días a floración y cosecha, número de frutos por planta, peso promedio de fruto y producción por planta en los diferentes progenitores e híbridos, de *Cucurbita spp.***

Poblaciones	Tipo crecimiento	Días a floración		Días a cosecha	No. de frutos/planta	Peso prom. fruto(kg)	Producción planta (kg)
		♂	♀				
<i>C. Máxima</i> pobl. 25 (♂)	Compacto	35	37	83	3.56	0.26	1.25
<i>C. Máxima</i> pobl. 3 (♀)	Postrado	60	76	133	1.00	1.26	1.26
<i>C. Máxima</i> pobl. 10 (♀)	Postrado	49	84	131	1.11	2.10	2.44
<i>C. Máxima</i> pobl. 14 (♀)	Postrado	49	81	134	1.00	1.44	1.44
<i>C. Máxima</i> pobl. 27 (♀)	Postrado	45	52	98	1.00	1.55	1.55
<i>C. maxima</i> pobl. 37 (♀)	Postrado	48	52	101	1.00	2.08	2.08
<i>C. moschata</i> pobl 24 (♀)	Posgrado	82	83	137	3.56	3.20	10.53
Promedio progenitores femeninos		55.50	71.33	122.33	1.45	1.94	3.22
Pobl. 3 x pobl 25	Intermedio	38	65	111	2.56	1.11	2.89
Pobl.10 x pobl 25	Intermedio	38	64	112	2.44	0.62	1.64
Pobl.14 x pobl 25	Intermedio	38	42	80	3.33	0.58	1.91
Pobl.24 x pobl 25	Intermedio	85	87	140	4.11	0.43	1.98
Pobl.27 x pobl 25	Intermedio	38	53	89	1.89	0.82	1.64
Pobl.34x pobl 25	Intermedio	40	66	111	2.11	0.92	1.90
Promedio de los híbridos		46.17	62.83	107.17	2.74	0.75	1.98
Promedio general		49.62	64.77	103.77	2.21	1.26	2.50
Significancia		**	**	**	**	**	**
DMS (0.55)		4.43	41.45	8.17	1.14	0.77	1.52

El desdoblamiento de los híbridos (Bu bu) permitirá seleccionar genotipos compactos (Bu Bu) y con buenas características agronómicas, especialmente las relacionadas con el peso promedio de fruto y calidad.

#### Precocidad

El progenitor masculino, de crecimiento compacto, fue muy precoz para la producción de flores masculinas, femeninas y cosecha (35, 37 y 83 días, respectivamente). Los progenitores femeninos fueron tardíos para estos mismos caracteres (55.50, 71.33 y 122.33 días, respectivamente). Los híbridos fueron intermedios (46.17, 62.83 y 107.17 días, respectivamente) (Cuadro 2).

Se destacan por su precocidad de cosecha los híbridos *C. maxima* población 14 x *C. maxima* población 25 y *C. maxima* población 27 X *C. maxima* población 25, con 80, 89 días, respectivamente. El híbrido interespecífico *C. moschata* población 24 x *C. maxima* población 25 fue el más tardío con 140 días para cosecha (Cuadro 2).

#### Producción por planta y sus componentes

La producción del progenitor masculino, de crecimiento compacto, fue baja (1.25 kg por planta), como resultado de cosechar 3.56 frutos, con peso

promedio demasiado bajo (0.26 kg.). Los progenitores femeninos produjeron 3.22 kg por planta, provenientes de una cosecha de 1.45 frutos con un peso promedio de 1.94 kg (Cuadro 2).

Los híbridos presentaron resultados intermedios: 1.98 kg por planta, 2.74 frutos por planta y 0.75 kg de peso promedio (Cuadro 2).

El progenitor *C. moschata* población 24 presentó la mayor producción por planta (10.53 kg) y el híbrido *C. maxima* población 3 x *C. maxima* población 25 fue el más rendidor (2.89 kg). La prolificidad en número de frutos por planta del progenitor masculino (3.56) se reflejó en los híbridos (2.74) que superaron al promedio de los progenitores femeninos (1.45); igualmente el peso promedio, demasiado bajo del progenitor masculino (0.26 kg) se reflejó en los híbridos (0.75 kg) que fue inferior al promedio de los progenitores femeninos (1.94 kg) (Cuadro 2).

En el proceso de producción de poblaciones compactas es necesario recuperar el tamaño y la calidad del fruto que fue afectado negativamente por el progenitor masculino, labor que puede desarrollarse a través de retrocruzamientos hacia el progenitor de mayor tamaño de fruto o selecciones recurrentes.

### Heterosis

Todos los híbridos F<sub>1</sub> fueron más tardíos para floración y cosecha, en comparación con la población 25 que fue el progenitor más precoz. Para el carácter número de frutos por planta, los híbridos F<sub>1</sub> presentaron un comportamiento inferior en comparación con la población 25 que fue la más prolífica, con excepción del cruzamiento población 24 x población 25 en donde se logró una ganancia de 15.40 % para este carácter (Cuadro 3).

Todos los híbridos F<sub>1</sub> presentaron excesiva disminución del peso promedio del fruto, en comparación con los

progenitores femeninos. La reducción del tamaño es deseable, pero sólo hasta lograr frutos que se ajusten a estándares de tamaño nacionales e internacionales (2.0 -2.5 kg/fruto).

El carácter producción por planta, sólo se incrementó en los cruzamientos población 3 x población 25, población 14 x población 25 y población 27 x población 25 en 129.40, 32.60 y 5.80%, respectivamente (Cuadro 3). Se destaca el híbrido población 3 x población 25 por el aumento considerable en el producción por planta, buen tamaño de fruto y demás características agronómicas, como material promisorio para la producción de variedades de zapallo con crecimiento compacto.

**CUADRO 3. Heterosis relativa (HR) y Heterobeltiosis (HB) para los híbridos F<sub>1</sub> de *Cucurbita* spp.**

Híbrido		Días a floración		Días a cosecha	No. de frutos/planta	Peso prom. fruto	Producción por planta
		masculina	femenina				
Pobl.3 x pobl 25	HR	79.60	114.70	103.10	112.30	146.00	229.40
	HB	109.00	173.80	134.00	71.90	81.10	229.40
Pobl.10 x pobl 25	HR	89.80	105.00	104.40	104.30	52.50	89.10
	HB	109.00	170.80	134.60	68.50	29.50	67.20
Pobl.14 x pobl 25	HR	91.10	70.90	74.00	164.00	68.20	142.50
	HB	106.60	112.60	96.80	93.50	40.30	132.60
*Pobl.24 x pobl 25	HR	147.20	145.00	127.50	115.40	24.90	32.10
	HB	247.20	239.40	169.00	115.40	13.40	18.00
Pobl.27 x pobl 25	HR	96.90	118.40	98.90	82.90	90.10	117.10
	HB	111.2	142.40	107.50	53.10	52.90	105.80
Pobl.37 x pobl 25	HR	96.50	149.10	120.10	92.50	78.60	114.50
	HB	115.102	178.50	133.20	59.30	44.20	91.40

\* Cruzamiento interespecífico

### BIBLIOGRAFIA

KUABARA, M.; ZATARIN, M. y S. MONTRAZI. Aspectos genéticos, citogenéticos e contribuição para o melhoramento do genero *Cucurbita*. Piracicaba : Universidade de Sao Paulo, 1984. 66 p.

PINTO, C.A. Melhoramento da abobora. En: Melhoramento de hortaliças. Piracicaba : Universidad de Sao Paulo, 1977. p. 179-195.

ROBINSON, R.W. et al. Genes of the *Cucurbitaceae*. En: Hort. Science. 11(6): 554-568. 1976.

WHITAKER, T.W. and DAVIS, G.N. *Cucurbits: botany, cultivation and utilization*. New York : Interscience, 1962. 250 p.

WHITAKER, T.W. and G.N. DAVIS. *Cucurbita*. Handbook of genetics. New York : Plenum press, 1974. Vol. 2. p. 135-142.