

Variabilidad en frutos y semillas de *Cucurbita moschata* Duch. y *Cucurbita argyrosperma* subsp. *sororia* L.H. Bailey Merrick & D.M. Bates

Fruit and seeds variability in butternut squash *Cucurbita moschata* Duch. and *Cucurbita argyrosperma* subsp. *sororia* L. H. Bailey Merrick & D.M. Bates

Magda Piedad Valdés Restrepo¹, Sanín Ortiz Grisales¹, Franco Alirio Vallejo Cabrera¹
y Diosdado Baena García¹

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia. AA 237. Palmira, Valle del Cauca, Colombia. Autor para correspondencia: mpvaldesr@unal.edu.co.

Rec.: 03.12.2013 Acep.: 18.01.2014

Resumen

En las cucurbitáceas (zapallo) se presenta una gama amplia de variantes para el color de la semilla, desde blanco a café, que pueden tener significado evolutivo y de distribución geográfica. Se evaluó la variabilidad en semillas de 295 introducciones de *Cucurbita moschata* Duch. y 99 de *Cucurbita argyrosperma* subsp. *sororia*, todas procedentes de libre polinización. El análisis de conglomerados evidenció 11 grupos para cada una de las especies, las cuales expresaron alta variabilidad entre y dentro de las introducciones para los caracteres porcentaje de extracto etéreo en semilla (EE), peso de semilla por fruto (PSPF) y número de frutos por planta (NFP). En *C. moschata* se destacaron dos grupos (5 y 9) por presentar altos promedios para producción por planta (PPL), peso de semilla por fruto (PSPF) y extracto etéreo por planta (EEPP), con coeficientes de variación (CV) entre 52% y 93%. En *C. argyrosperma* subsp. *sororia* se destacaron para los mismos caracteres los grupos 5 y 11, con un CV entre 53% y 79%. Los elevados coeficientes de variación evidenciaron amplia variabilidad entre y dentro de introducciones para los caracteres de importancia agronómica y agroindustrial. Teniendo en cuenta el análisis de agrupamiento y el índice de selección ponderado (ISP) se seleccionaron las seis mejores introducciones en cada especie.

Palabras clave: Extracto etéreo, selección, genotipos, ahuyama, zapallo, cucurbitáceas.

Abstract

The cucurbits presents one range of variants of color in the seed: from white to brown, you may have evolutionary significance and geographical. Variability was evaluated in 295 seed *Cucurbita moschata* Duch introductions and 99 of *Cucurbita argyrosperma* subsp. *sororia*, all from open-pollinated seeds. The cluster analysis revealed 11 groups for each of the species, which expressed high variability between and within introductions for the characters under study: percentage of seed ether extract (EE), seed weight per fruit (SWPF) and number of fruits per plant (NFP). In *C. moschata*, two groups (5 and 9) stood out for the highest averages for yield per plant (PPL), seed weight per fruit (PSPF) and ether extract per plant (EEPP), with coefficients of variation (CV) between 52% and 93%. In *C. argyrosperma* subsp. *sororia*, same characters stood out to groups 5 and 11, with a CV between 53 and 79%. High coefficients of variation showed wide variability between and within introductions to the characters of agronomic and agro industrial importance. Given the cluster analysis and the weighted selection index (PSI) six introductions of each species was selected.

Key words: Ethereal extract, selection, genotypes, pumpkin squash, cucurbitacea.

Introducción

Las cucurbitáceas fueron inicialmente domesticadas por la cantidad y la calidad de las semillas, sin tener en cuenta el contenido de pulpa. En esa época era posible encontrar accesiones con una amplia cavidad placentaria, llena de semillas y escaso contenido de pulpa de sabor amargo. A través del tiempo, la selección se orientó hacia un mayor contenido y calidad de pulpa, color atractivo y sabor agradable, y más recientemente, con métodos de mejoramiento genético convencional, al incremento del contenido macromolecular (almidón, carotenos, proteína) (Valdés, 2010).

Lira *et al.* (1995) señalaron que la variabilidad en el género *Cucurbita* se encuentra en la morfología, el tamaño de frutos y semillas, la coloración, y el tipo y sabor de mesocarpio. El número básico de cromosomas de todas las especies de *Cucurbita* es $2n = 2x = 40$, los cariotipos sugieren que estas especies son de origen alopoliploide (Singh, 1979; Weeden, 1984; Lebeda *et al.*, 2007). No obstante, a pesar de su alto grado de diferenciación, las especies de este género no están completamente aisladas en términos reproductivos.

En las cucurbitáceas se presenta una gama de variantes para el color de la semilla, desde blanco hasta café, lo que posiblemente tiene significado evolutivo y de distribución geográfica. Desde el periodo precolombino la mayor parte de las variedades han crecido en sitios elevados de los Andes donde los frutos presentan, por lo general, semillas de color café, mientras que aquellas cultivadas a bajas altitudes muestran semillas de color blanco (Singh, 1990). La identificación de las formas ancestrales y el lugar de origen han sido los mayores temas de investigación en este género; sin embargo, poco se conoce sobre la semilla como fuente de energía, si se tiene en cuenta el alto contenido de extracto etéreo en las especies *Cucurbita moschata* y *Cucurbita argyrosperma* subsp. *sororia* (Valdés, 2013).

Existen dos variantes en el color de la semilla (blanco y café) y éstas pueden ser un indicativo importante de su linaje evolutivo y de su patrón de distribución. En la actualidad las formas de semilla blanca incluyen todos los cultivares de Norte y Centroamérica y algunas de Suramérica. La distribución del

color café en semilla *C. moschata* durante el periodo precolombino fue, probablemente, restringida a la región de tierras bajas del sur de Panamá, el norte de Colombia, y el noreste de Suramérica, así como en Bolivia y Paraguay (Smart y Simmonds, 1995).

El uso medicinal más difundido y popularizado de la semilla de zapallo está asociado con la concentración de extracto etéreo (aceite), lo cual es sinónimo de energía o capacidad para realizar trabajo (Castro *et al.*, 2007). En Europa el consumo de aceite de semillas de zapallo está relacionado con la prevención de algunas enfermedades y en culinaria se utiliza por su alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (18:1 n-9) (Kost'álová *et al.*, 2009). Martínez (2009) en semillas de este género encontró valores de proteína verdadera entre 275 y 318.3 g/kg y de extracto etéreo entre 335.8 y 346.3 g/kg, lo que las convierte en un alimento rico en proteína y energía.

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la variabilidad existente en la colección del género *Cucurbita* de la Universidad Nacional de Colombia para el contenido de extracto etéreo y algunos de sus componentes en la semilla de las especies *Cucurbita moschata* Duch. y *Cucurbita argyrosperma* subsp. *sororia* L.H. Bailey.

Materiales y métodos

Localización

El trabajo de campo se realizó en el Centro Experimental de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira (CEUNP) localizado en el municipio de Candelaria, Valle del Cauca (Colombia), a 2° 6' N y 63° 3' O (Espitia, 2004), a 972 m.s.n.m. y 26°C de temperatura promedio anual, 1100 mm de precipitación promedio anual y 76% de humedad relativa, con clima sub-húmedo según la clasificación P/B (precipitación/brillo solar) (Valdés *et al.*, 2010).

Material genético

Se evaluaron 394 introducciones de cucurbitáceas del Banco de Germoplasma de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, de las cuales 295 corresponden a

C. moschata Duch. y 99 a *C. argyrosperma* subsp. *sororia* provenientes de México, Centroamérica, Colombia y Brasil. La valoración macromolecular se hizo en el Laboratorio de Semillas de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira.

Variables de respuesta evaluadas

Extracto etéreo (EE). Es la relación porcentual entre la muestra de semilla oleaginosa y el contenido de extracto etéreo de la misma, corregido por la materia seca de la muestra (105 °C por 24 h).

Extracto etéreo por planta (EEPP). Es el producto del número de frutos por planta (NFP) por el peso de la semilla por fruto (PSF) y por el porcentaje de extracto etéreo (EE) en la semilla expresado en gramos (g).

Peso de semilla por fruto (PSPF). Es el peso promedio de las semillas en tres frutos recolectados de cada introducción, acondicionadas a 12% de humedad.

Peso unidad de la semilla (PUS). Es el peso promedio de 100 semillas tomadas al azar en tres frutos de cada introducción acondicionadas a 12% de humedad.

Número de frutos por planta (NFP). Es el promedio del número de frutos por planta a partir de las cinco plantas de cada introducción.

Producción por planta (PPL, kg.). Es el promedio de producción de las cinco plantas de cada introducción.

Peso del fruto por planta (PPF). Es la relación entre el peso (kg) total de frutos al momento de la cosecha en cada planta y el número de frutos por planta,.

Establecimiento en campo y evaluación de introducciones

Inicialmente se estableció un vivero mediante la siembra de dos semillas en vasos de polipropileno de 250 ml. sobre una mezcla de compost, suelo y arena en proporción 1:2:1, para un total de cinco vasos por cada introducción de cucurbitáceas. Al momento de aparición de la primera hoja verdadera, las plántulas fueron trasplantadas al campo en Molisoles y Vertisoles de textura pesada. Se sembraron cinco plantas por introducción, a una distancia entre y dentro de surco de 3 m, para un

total de cinco plantas por unidad experimental a libre polinización, en un área de 16,200 m². El manejo agronómico fue el recomendado por el Programa de Hortalizas de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira.

La cosecha se realizó entre 60 y 70 días después de la antesis, recolectando uno o dos frutos por planta. Del ecuador de cada fruto se tomaron tres muestras de semillas, que fueron pesadas y conservadas en bolsas de papel para determinar la materia seca (MS) mediante la técnica de secado en estufa a 105 °C por 24 h, según el protocolo de Ortiz *et. al.* (2008). Las semillas de cada fruto se beneficiaron por separado y se almacenaron en cuarto frío, identificando el fruto, la planta y la introducción.

Para la cuantificación del extracto etéreo de cada introducción se tomaron por triplicado muestras de 20 g de semillas molidas. La determinación se basó en la propiedad de los lípidos de ser solubles en disolventes orgánicos apolares como éter. Para ello se utilizó un extractor Soxhlet con 150 ml, aproximadamente, de éter de petróleo como disolvente y una muestra de 3 g de semillas de la cucurbitácea a analizar. El balón del extractor se calentó a 165 °C hasta obtener la ebullición del disolvente, el cual en forma de gas pasa por el sifón hasta el refrigerante donde se condensa y acumula en la cámara con la muestra. Cuando el nivel de disolvente con grasa llega a la cima del sifón, el contenido regresa al balón. Después de varios ciclos se retira el dedal que contiene la muestra, el disolvente queda en el sifón y la grasa en el balón. La extracción en continuo tarda entre 4 y 6 h (AOAC, 1990).

Análisis de datos por agrupamiento o clúster

Las variables fueron analizadas por agrupamiento o clúster, utilizando el software estadístico SAS (SAS Institute NC, 2000). De las 394 introducciones, sobrevivieron 315 en la fase de vivero; 281 de *C. moschata* y 34 de *C. argyrosperma* subsp. *Sororia*, con las cuales se generó una matriz compuesta por los promedios de los caracteres previamente obtenidas. Para la construcción de dendogramas se empleó el criterio de afectación de Ward (SAS Institute NC, 2000).

Selección de introducciones

Para identificar las introducciones sobresalientes se utilizó el Índice de Selección Ponderado (ISP) (Ortiz, 2009) con la participación de los caracteres porcentaje de extracto etéreo en la semilla, producción de semilla por fruto y número de frutos por planta (Cuadro 1). El ISP para cada introducción se estimó a partir de la expresión siguiente:

$$ISP_{(k)} = \sum_1^{394} P_i \frac{\bar{X}_{i(k)} - \bar{X}_{g(i)}}{S_{g(i)}}$$

donde:

$ISP_{(k)}$ = Índice de selección ponderado estandarizado para la k -ésima introducción (k : 1,2,3...394).

P_i = Factor de ponderación asignado a la i -ésima variable (i : 1, 2, 3).

$\bar{X}_{i(k)}$ = Promedio de la i -ésima variable en la k -ésima introducción.

$\bar{X}_{g(k)}$ = Promedio general de la i -ésima variable en la colección

$S_{g(i)}$ = Desviación estándar general de la i -ésima variable.

Resultados y discusión

Características fenotípicas del fruto y la semilla

Las semillas de *C. moschata* poseen diferente coloración de testa, que va desde color habano hasta café con bordes dorados (Foto 1-1). Los frutos generalmente presentan epicarpio blando, pueden ser lisos o acostillados, bu-

foides suave, sardos, de colores determinados, con uno o dos colores en bandas o en manchas y de formato variable (Foto 1-2), el mesocarpio es de color naranja que va desde naranja pálido a naranja intenso (Foto 1-3 y 4), la matriz también es de color naranja intensificando su color al contacto con el aire (oxidación), algunas matrices al contacto con el aire se tornan verde intenso (Foto 1-5), es decir, sufren una alta tasa de oxidación, hasta hacerse completamente negras en pocos minutos, luego de retirar la semilla; este fenómeno se presenta en las introducciones provenientes de Centroamérica.

Las semillas de *C. argyrosperma* subsp. *sororia*, en su mayoría son de color blanco y de tamaño variable (0.7 mm a 3 cm) (Foto 1-6); el epicarpio generalmente es coriáceo, duro a la fractura aún con herramienta de percusión, epicarpio bufoide y acostillado, lo que los hace frutos no atractivos para consumo humano (Foto 1-7). El mesocarpio puede ser incoloro en algunas introducciones y en otras hasta amarillo intenso y sabor amargo, por lo que son poco atractivos para consumo humano y con dificultad para el consumo animal, algunos frutos tienen mesocarpio amarillo salmón, pero al igual que ocurre en *C. moschata*, al contacto con el aire la matriz se torna desde verde intenso hasta completamente negras en pocos minutos luego de retirar la semilla (Foto 1 -8).

Los frutos de *C. moschata* son empleados para consumo humano y tienen una alta demanda en el mercado, mientras los de *C. argyrosperma* subsp. *Sororia*, por sus características, no son empleados para consumo humano ni animal, no obstante por las características de sus semillas se incluyeron en la presente investigación.

Cuadro 1. Índice de selección ponderado (ISP) para la selección de las mejores introducciones de Cucurbitáceas.

Caracter	Factor de ponderación
Extracto etéreo de la semilla (EE)	0.4
Producción de semilla por fruto (PSPF)	0.3
Número de frutos por planta (NFP)	0.3
Total	1.00



1. Semillas de colores habano, café y blanco de *C. moschata*.



2. Variabilidad de frutos de *C. moschata*.



3. Frutos y pulpa de *C. moschata* introducción 218.



4. Pulpa y semillas de *C. moschata* UNAPAL: Dorado, Abanico 75 y Llanogrande. UN Palmira.



5. Variabilidad en forma, tamaño y color de *C. mostacha*.



6. Fruto y semillas de introducciones 68 y 83 de *C. argyrosperma* subsp. *sororia*.



7. Prolifidad por planta y variabilidad de fruto de *C. argyrosperma* subsp. *sororia*.

8. Matriz verde y semilla grande en *C. argyrosperma* subsp. *sororia*.



Foto 1 (1 - 8). Características generales de frutos y semillas de *C. moschata* y *C. argyrosperma* subsp. *sororia* existentes en el Banco de Germoplasma de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira.

El color de los extractos etéreos en ambas especies varía de acuerdo con el color de frutos y semillas (Foto 2), con una amplia gama de colores que van desde blanco traslucido, pasando por rojo hasta marrón, sin embargo, aún no se conoce el perfil de los ácidos grasos de estos genotipos, lo que permitiría establecer si existe correlación entre color y porcentaje de ácidos grasos oleico, linoleico, linolenico, esteárico, entre otros.

Análisis de agrupamiento

En ambas especies, con el objeto de seleccionar las introducciones sobresalientes, se tuvo en cuenta el agrupamiento de las introducciones y el Índice de Selección Ponderado ISP. En total fueron identificados once grupos (Figuras 1 y 2) para cada una de las especies en estudio (*C. moschata* y *C. argyrosperma* subsp. *sororia*). Estos grupos evidenciaron variabilidad genética entre y dentro de cada especie para los caracteres estudiados, en especial para la variable extracto etéreo por planta (EEPP). En *C. moschata* sobresalen los grupos 5 y 9 por su producción por planta (PPL), peso de semilla por fruto (PSPF), peso unidad de semilla (PUS) y extracto etéreo por planta (EEPP) (Cuadro 2).

El grupo 5 comprende 20 introducciones (37, 72, 90, 119, 125, 126, 127, 129, 136, 138, 141, 142, 148, 153, 154, 160, 161, 163, 251 y 338) (Cuadro 3), donde sobresalen las introducciones 129, 142 y 160 con un rendimiento

(%) de EE de 37.88, 39.38 y 39.89, respectivamente, asociado con una alta PSPF.

El grupo 9 comprende nueve introducciones (1, 5, 32, 43, 44, 48, 144, 313 y 327) donde sobresalen las introducciones 1, 144 y 327 con valores (%) de EE de 38.32, 37.11 y 37.82, respectivamente. En este mismo grupo, las introducciones 44, 144 y 313 sobresalieron por el EEPP (g) de 296.1, 288.0 y 285.7, lo cual significa que la introducción 144 fue la más destacada dentro del grupo; no obstante, teniendo en cuenta que el EEPP es el resultado del número de frutos por planta, el peso de semilla por fruto y extracto etéreo (EEPP = NFP * PSPF * EE) no es suficiente un elevado contenido de EE para que la introducción sea seleccionada, pero sí debe ser tenida en cuenta para futuras investigaciones; por otra parte, las introducciones 1 y 327 no presentan un EEPP sobresaliente en este grupo.

Las introducciones en los demás grupos presentan altos contenidos de EE, sin embargo su contenido de EEPP es moderado, con excepción del grupo 10 que lo conforman introducciones con alto contenido de EE, PSPF y PUS, pero su EEPP es moderado, por tanto este grupo debe ser considerado para futuras investigaciones.

En *C. argyrosperma* subsp. *sororia* sobresalen los grupos 5 y 11; en el primero se incluyen las introducciones 256, 260 y 263 (Cuadro 4), de éstas se destaca la introducción 256 con un elevado contenido de EE

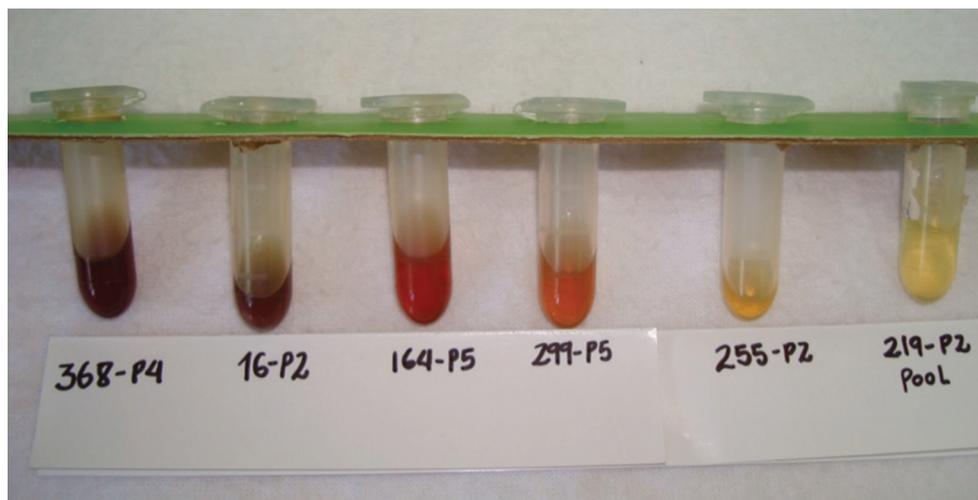


Foto 2. Variabilidad del color del extracto etéreo de *C. moschata* y *C. argyrosperma* subsp. *Sororia*

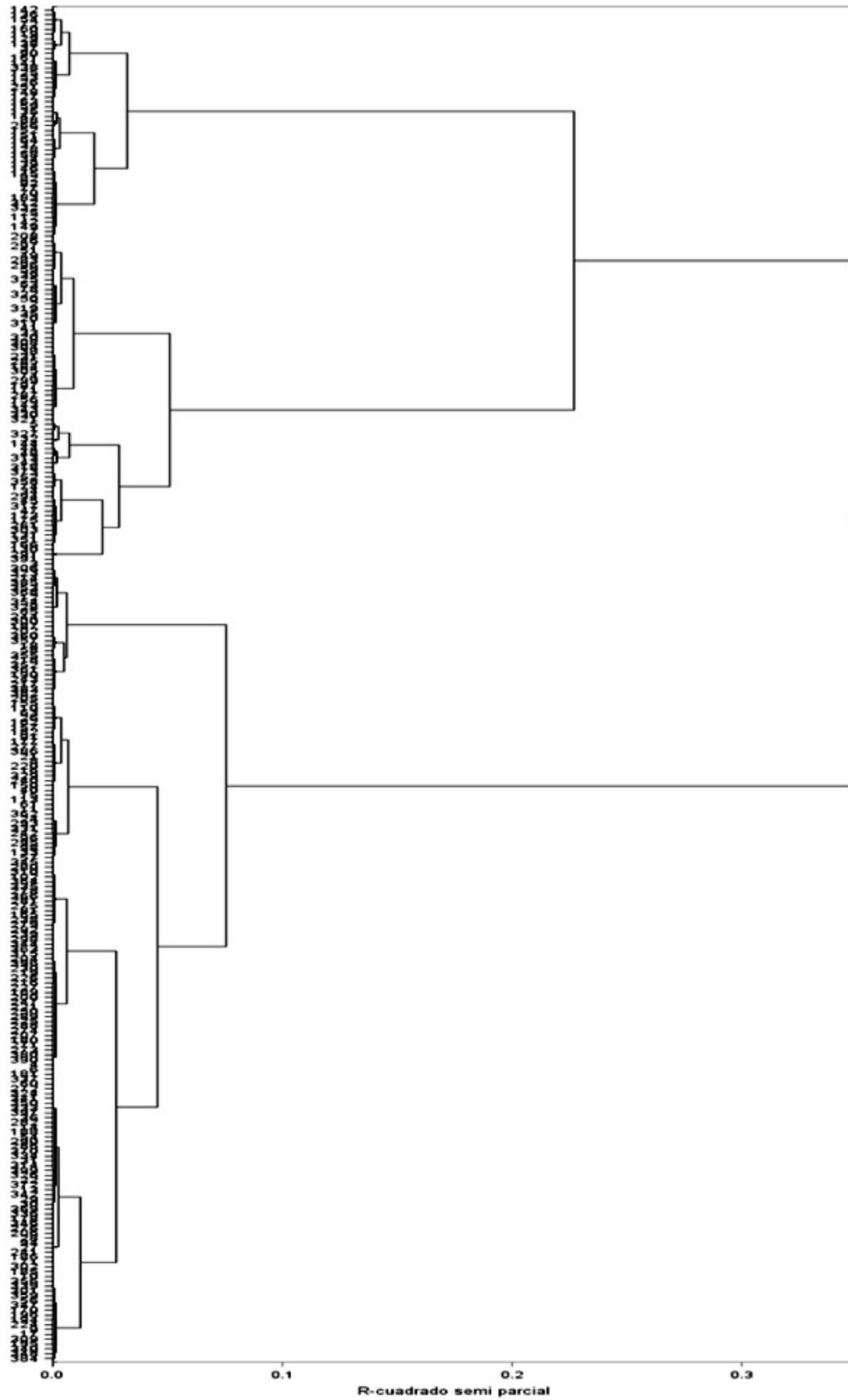


Figura 1. Dendrograma de agrupamiento en la especie *C. moschata* compuesta por 281 introducciones. UN-Palmira.

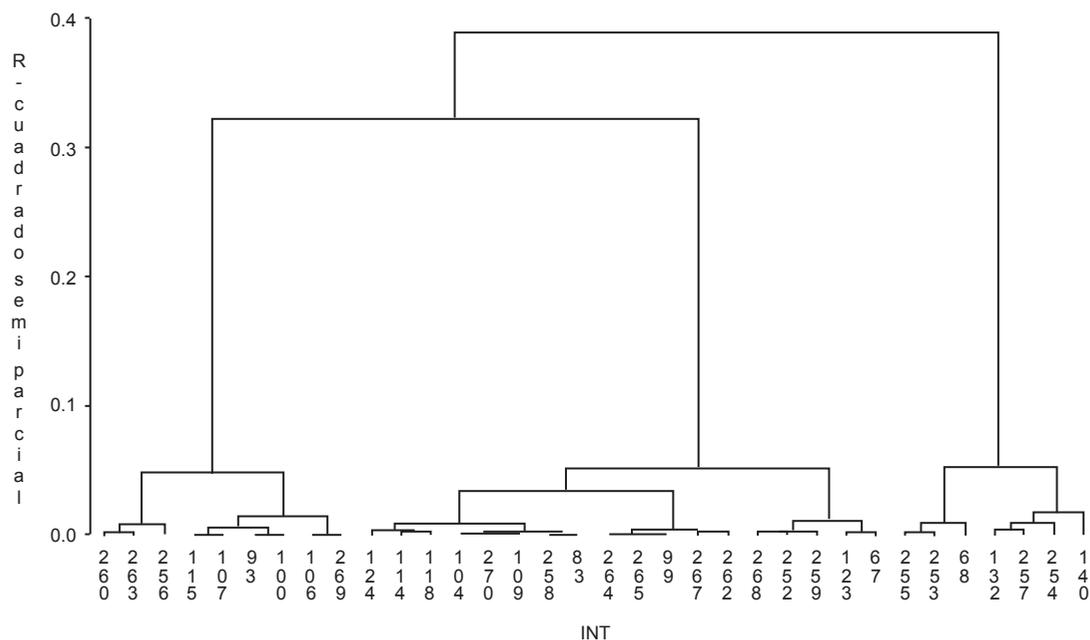


Figura 2. Dendrograma de agrupamiento en la especie *C. argyrosperma* subsp. *sororia* compuesta por 34 introducciones.

Cuadro 2. Promedios para los descriptores evaluados en once grupos de las especies *Cucurbita moschata* y *Cucurbita argyrosperma* subsp. *sororia*.

Grupo	Introd. (No.)	EEPP (g)	EE (%)	Valores promedios				
				PSPF (g)	NFPL	PUS (g)	PPF (kg)	PPL (kg)
<i>Cucurbita moschata</i>								
1	59	30.0	33.42	39.20	2.23	10.22	2.41	4.93
2	38	124.6	35.16	68.28	5.11	13.65	3.95	18.54
3	35	39.7	38.38	53.75	1.89	12.96	3.06	5.31
4	45	63.1	34.02	54.28	3.40	11.92	3.24	9.64
5	20	198.3	38.32	121.55	4.25	21.36	5.18	19.85
6	16	96.1	36.75	79.67	3.29	15.38	4.02	12.10
7	18	107.5	31.20	51.47	6.55	11.23	2.98	17.79
8	28	41.6	29.31	34.53	3.97	8.79	2.00	7.61
9	9	203.2	35.00	70.28	8.11	13.56	4.81	33.27
10	12	105.4	40.42	105.74	2.46	18.42	5.16	11.21
11	1	86.5	27.82	17.47	17.80	6.37	0.29	5.73
Total	281				Promedios			
		99.6	34.53	63.29	5.37	13.08	3.37	13.27
<i>Cucurbita argyrosperma</i> subsp. <i>sororia</i>								
1	8	104.5	31.86	22.08	15.00	4.91	0.22	2.81
2	4	224.4	33.19	25.05	27.20	6.62	0.23	6.28
3	5	195.1	35.42	36.98	14.88	8.68	0.38	4.98
4	2	260.8	32.51	42.62	19.70	8.10	0.54	10.29
5	3	359.0	32.12	24.67	47.18	4.88	0.16	7.27
6	3	37.3	33.52	22.62	5.21	7.29	0.28	1.30
7	2	56.8	34.42	35.52	4.20	11.31	1.00	2.67
8	2	91.0	34.04	70.92	3.65	14.89	2.88	10.08
9	3	77.0	34.74	58.37	3.80	16.59	1.78	5.85
10	1	83.1	37.84	78.50	2.80	17.87	4.30	11.50
11	1	425.7	37.73	81.77	13.80	15.73	1.01	13.23
Total	34				Promedios			
		174.1	34.31	45.37	14.31	10.62	1.16	6.93

Introd. No. = Número de introducciones; EEPP = Extracto etéreo por planta; EE = Extracto etéreo; PSPF = Peso de semilla por fruto; NFPL = Número de frutos por planta; PUS = Peso unidad de semilla; PPF = Peso promedio de fruto; PPL = Producción por planta. * Los grupos de mejor desempeño se resaltan en negrilla.

Cuadro 3. Grupos de introducciones con mejor desempeño en *Cucurbita moschata*.

Grupo	Valores promedios							
	Introd. (No.)	EEPP (g)	EE (%)	PSPF (g)	NFPL	PUS (g)	PPF (kg)	PPL (kg)
5	37	140.3	39.43	84.75	4.20	15.25	8.34	33.22
	72	201.1	40.23	142.80	3.50	22.00	6.67	22.21
	90	235.8	40.13	117.50	5.00	22.42	3.87	19.54
	119	197.5	37.25	155.90	3.40	21.20	5.14	17.03
	125	206.3	38.03	123.30	4.40	22.70	3.74	15.72
	126	120.3	35.95	64.33	5.20	25.80	3.77	18.62
	127	86.1	32.23	114.50	2.33	17.25	6.95	13.82
	129	292.1	37.88	146.88	5.25	22.00	5.51	26.65
	136	168.5	36.82	122.00	3.75	22.00	9.25	22.82
	138	200.3	37.46	111.40	4.80	22.60	5.35	24.84
	141	228.3	43.09	115.17	4.60	21.33	4.34	18.63
	142	381.4	39.38	149.00	6.50	32.00	3.30	20.45
	148	174.9	38.26	114.30	4.00	18.30	3.78	15.20
	153	163.1	37.21	116.92	3.75	16.92	4.99	19.63
	154	196.1	38.49	159.20	3.20	21.20	7.13	21.88
	160	275.2	39.89	150.00	4.60	24.00	3.93	17.11
	161	156.5	36.23	120.00	3.60	19.80	5.61	19.47
163	181.0	37.71	109.07	4.40	19.00	3.73	15.09	
251	191.5	43.90	87.23	5.00	20.10	3.40	16.76	
338	171.4	36.88	126.75	3.67	21.50	4.94	18.43	
9	1	128.9	38.32	58.00	5.80	16.27	6.86	38.51
	5	125.3	33.45	81.43	4.60	14.30	10.49	44.89
	32	168.6	36.54	64.07	7.20	14.20	4.92	34.01
	43	92.3	26.51	43.53	8.00	9.00	4.46	35.84
	44	296.1	36.28	75.57	10.80	14.33	3.53	36.77
	48	235.8	35.27	68.56	9.75	14.44	2.83	28.35
	144	288.0	37.11	79.20	9.80	15.60	2.56	19.37
	313	285.7	33.73	86.85	9.75	11.65	2.87	27.51
	327	208.9	37.82	75.33	7.33	12.33	4.80	34.22

Introd. No. = Número de introducciones; EEPP = Extracto etéreo por planta; EE = Extracto etéreo; PSPF = Peso de semilla por fruto; NFPL = Número de frutos por planta; PUS = Peso unidad de semilla; PPF = Peso promedio de fruto; PPL = Producción por planta. * Las introducciones de mejor desempeño se resaltan en negrilla.

Cuadro 4. Grupos de introducciones con mejor desempeño en la especie *C. argyrosperma* subsp. *sororia*.

Grupo	Promedios							
	Introd. (No.)	EEPP (g)	EE (%)	PSPF (g)	NFPL	PUS (g)	PPF (kg)	PPL (kg)
5	256	518.7	34.83	36.50	40.80	6.10	0.24	9.52
	260	282.6	27.31	23.13	44.75	4.46	0.14	6.20
	263	275.7	34.24	14.38	56.00	4.08	0.11	6.11
11	140	425.7	37.73	81.77	13.8	15.73	1.01	13.23

Introd. (No.) = Número de introducciones; EEPP = Extracto etéreo por planta; EE = Extracto etéreo; PSPF = Peso de semilla por fruto; NFPL = Número de frutos por planta; PUS = Peso unidad de semilla; PPF = Peso promedio de fruto; PPL = Producción por planta.

(34.29%) y un contenido de EEPP de 518.7 g. El grupo 11 lo compone únicamente la introducción 140, con 37.73% de EE y 425.7 g de EEPP.

El porcentaje de EE en ambas especies es similar, pero cuando se calcula el EEPP

resulta más alto en *C. argyrosperma* subsp. *sororia* debido a la abundancia de frutos que caracteriza esta especie (Cuadro 2). Es necesario señalar que cada uno de los grupos que integran la especie *C. moschata* está conformado con un alto número de introducciones,

lo cual enmascara la producción de EE real de cada una de ellas, por esta condición se calculó el ISP.

Selección de introducciones

De las 394 introducciones solo 315 (79.94%) sobrevivieron —281 de *C. moschata* y 34 de *C. argyrosperma* subsp. *sororia*— De estas fueron seleccionadas las seis mejores con base en el valor del ISP en cada una de las especies (Cuadro 5).

Para las 281 introducciones de *C. moschata* los promedios, entre paréntesis, de NFP (3.70), PSPF (62.17 g) y EEPP (85.1 g) presentaron un coeficiente de variación entre 52 y 93% (Cuadro 5).

En las 34 introducciones de *C. argyrosperma* subsp. *sororia* estos promedios fueron: NFP (16.4), PSPF (36.39 g) y EEPP (160.5 g), con un coeficiente de variación entre 53 y 79% para los tres caracteres en estudio. Lo anterior refleja una amplia variabilidad genética

disponible entre y dentro de especies para los tres caracteres de importancia económica, agronómica y agroindustrial.

En *C. moschata* los valores mínimos de NFP, PSPF y EEPP fueron, respectivamente, de 1.00, 6.50 g y, 3.3 g y los máximos de 24.00, 224.g, 670.9 g. Para *C. argyrosperma* subsp. *sororia* estos valores fueron de 1.00, 14.38 g, y 4.9 g y máximos de 71.00, 144.00 g, y 988.4 g, respectivamente, lo que refleja la alta variabilidad de los tres caracteres de interés que son inter dependientes uno del otro.

En ambas especies es evidente que la mayoría de las introducciones de interés, desde el punto de vista productivo, provienen de Centroamérica. *Cucurbita moschata* se caracteriza por un bajo número de frutos, pero se destaca por su alto contenido de semillas por fruto y elevado contenido de EEPP.

En *C. argyrosperma* subsp. *sororia* existen dos casos particulares: (1) la proliferación de frutos por planta, lo que hace

Cuadro 5. Introducciones seleccionadas con base en el índice (ISP) para *C. moschata* y *C. argyrosperma* subsp. *sororia*.

Origen	Introducción	EEPP	PSPF	NFP	ISP	Posición
<i>Cucurbita moschata</i>						
Colombia	308	646.0	131	12	3.10	1
Centroamérica	129	628.0	185	8	3.09	3
	142	598.5	169	8	3.06	4
	144	670.9	78	23	3.10	2
	136	635.9	178	9	3.00	5
	160	401.7	173	5	2.42	6
Prom. introducciones seleccionadas		596.8	152.33	10.8		
Prom. de la colección*		85.1	62.17	3.70		
Min.		3.3	6.50	1.00		
Max.		670.9	224.00	24.00		
CV (%)		93	52	68		
<i>Cucurbita argyrosperma</i> subsp. <i>sororia</i>						
Centroamérica	256	988.4	43	62	2.34	1
	140	769.5	144	15	1.71	2
	260	573.2	38	42	1.25	3
	132	94.6	92	3	-0.10	3
México	107	559.0	48	35	1.05	72
	68	55.8	68	2	0.62	22
Prom. introducciones seleccionadas		506.7	72.2	26.5		
Prom. de la colección*		160.5	36.39	16.4		
Min.		4.9	14.38	1.00		
Max		988.4	144.00	71.00		
CV (%)		70	53	79		

que el moderado contenido de semillas por fruto aumente su contenido de EE, debido al producto de las variables NFP, PSPF, EE que conforman el EEPP; y (2) es notorio que las introducciones 132 y 68 presentaron bajos NFP, PSPF y EEPP; no obstante el tamaño de la semilla, de aproximadamente 3 cm, llenas y con contenidos de EE de 34.26% (introducción 132) y 41.37% (introducción 68), su posición fue debida al bajo número de frutos, por tanto es indudable que aumentando el NFP en estas introducciones será posible mejorar su rendimiento en EEPP. Además, en ambas introducciones las plantas son de arquitectura compacta, de aproximadamente 6 m², de ciclo vegetativo corto (90 días) y más tolerantes al ataque del pasador del fruto que las demás introducciones de la colección de *C. argyrosperma* subsp. *sororia*.

Los frutos tanto de *C. moschata* como de *C. argyrosperma* subsp. *sororia* fueron susceptibles a *Diaphania nitidalis* Stoll, especialmente la segunda especie. *Diaphania* causó daños en flores y frutos y para reducir los índices de infestación se utilizaron productos químicos agrícolas. También se observaron reducciones en el número y daños en abejas (*Apis mellifera*), insectos esenciales en la polinización y formación de frutos de cucurbitáceas McGregor (1976); Free, (1993); Wolfenbarger, (1965) y Lord, (1985), lo que explica el bajo número de frutos

Conclusiones

- En los ejemplares de la colección de *Cucurbita moschata* y *Cucurbita argyrosperma* subsp. *sororia*, del Programa de Hortalizas de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, se observó variabilidad entre y dentro de las introducciones para el carácter producción de extracto etéreo por planta y sus componentes.
- Según el índice de selección ponderado, las introducciones con mejor comportamiento para la producción de extracto etéreo en la especie *C. moschata* fueron: 129, 142, 144, 136, 160 y 308 y para *C. argyrosperma* subsp. *sororia* las introducciones: 68, 107, 132, 140, 256 y 260. Las introducciones 68 y 132 tienen un gran potencial, pero es necesario aumentar y fijar el número

de frutos por planta, ya que esta característica presenta un alto coeficiente de variación.

Agradecimientos

Al Programa Mejoramiento Genético, Agronomía y Producción de Semillas de Hortalizas y a la División de Investigación DIPAL de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira.

Referencias

- AOAC. Official Methods of Analysis 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official analytical chemists. Arlington, Virginia, USA. Método número 920. 39p.
- Castro, P.; Coello, J.; y Castillo, L. 2007. Opciones para la producción y uso del biodiésel en el Perú. Soluciones Prácticas-ITDG. Lima, Perú. p. 176.
- Espitia, C. M. 2004. Estimación y análisis de parámetros genéticos en cruzamientos dialélicos de zapallo *Cucurbita moschata* Dusch. Ex Poir. en el Valle del Cauca. Tesis Doctoral. Escuela de Posgrados Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. 206 pp.
- Free, J. F. 1993. Insect pollination of crops. Academic Press, Inc.; San Diego, C.A., 544 p.
- Kost'álová, Z.; Hromádková, Z.; y ebringerová, A. 2009. Chemical evaluation of seeded fruit biomass of oil pumpkin (var. Styaca): Chemical Papers 63:406.
- Lebeda, A.; Widrlechner, M. P.; Staub, J.; Ezura H.; Zalapa J.; y Křistová, E. 2007. Cucurbits (Cucurbitaceae; *Cucumis* spp., *Cucurbita* spp., *Citrullus* spp.). En: R J Singh (ed.). Genetic resources, chromosome engineering, and crop improvement. CRC. Press. Boca Raton, FL, USA. Vegetable Crops 3:271 - 376.
- Lira-Saade, R. 1995. Estudios taxonómicos y eco-geográficos de las cucurbitaceae latinoamericanas de importancia económica: *Cucurbita*, *Sechium*, *Sicana* y *Cyclanthera*. Systematic and Ecogeographic Studies on Crop Gene Pools. 9. International Plant Genetic Resources Institute. Roma. 281 p.
- Lord, W. G. 1985. Pollination of horticultural crops in North Carolina. Am. Bee J. 125:127 - 128.
- Martínez, A. Y. 2009. Caracterización química de la harina de semilla de calabaza (*Cucurbita*) y su empleo en la alimentación de gallinas ponedoras y pollos de ceiba. Tesis Doctoral en Ciencias Veterinarias. Universidad de Granma. p. 147.
- McGregor, S. E. 1976. Insect pollination of cultivated crop plants. Agriculture handbook 496. United

- States Department of Agriculture. Washington, DC. 411 p.
- Ortiz, G. S. 2009. Estudios genéticos en caracteres relacionados con el rendimiento y calidad del fruto de zapallo *Cucurbita moschata* Duch. para fines agroindustriales. Tesis Doctoral en Ciencias Agropecuarias con Enfoque en Mejoramiento de Plantas. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. P. 206.
- Ortiz, G. S.; Sánchez, L. J.; Valdés, R. M.; Baena, G. D.; y Vallejo, C. F. 2008. Retención de caroteno total en fruto de zapallo *Cucurbita moschata* Duch acondicionado por osmodeshidratación y secado. *Acta Agronómica* 57(4):269 - 274.
- SAS Institute. 2000. SAS campus drive. Cary, NC.
- Singh, A. K. 1979. Cucurbitaceae and polyploidy. *Cytologia* 74:897 - 905.
- Singh, A. K. 1990. Cytogenetics and evolution in the Cucurbitaceae. En: D. M. Bates; R. W. Robinson y C. Jeffrey (eds.). *Biology and utilization of the Cucurbitaceae*. Ithaca, N.Y. p. 10 - 16.
- Smart, J. y Simmonds, N. W. 1995. Evolution of crop plants. Segunda edición. Longmann Scientific and technical. 670 p.
- Valdés, R. M.; Ortiz, G. S.; Baena, G. D.; y F. A. Vallejo C. 2010. Evaluación de poblaciones de zapallo *Cucurbita moschata* Duch. por caracteres de importancia agroindustrial. *Acta Agronómica* 59(1):91 - 96.
- Valdés, R. M. 2013. Variabilidad y heterosis para la producción de extracto etéreo en la semilla, y caracteres asociados a la producción de frutos por planta, en las especies *Cucurbita moschata* Duch. y *Cucurbita argyrosperma* subsp. *sororia* L.H. Bailey. Tesis Doctoral en Ciencias Agropecuarias con énfasis en mejoramiento de plantas. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. pp. 176.
- Weeden, N. F. 1984. Isozyme studies indicate that the genus *Cucurbita* is an ancient tetraploid. *Cucurbit Genetics Cooperation Reporter* 7:84 - 85.
- Wolfenbarger, D. D. 1965. Honey bees increase squash yields. *Am. Bee J.* 105:52.