

Cuantificación de la variabilidad entre progenies de tacaco (*Sechium tacaco*)

Quantification of the variability between tacaco progenies (*Sechium tacaco*)

José Eladio Monge Pérez¹

Michelle Loría Coto²

Recibido: 18-12-2017

Apoboado: 22-3-2018

Resumen

Se cuantificó la variación en las características morfológicas de los frutos de dos progenies de tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey], en comparación con la planta original. El estudio se llevó a cabo en Costa Rica. Se evaluaron 10 variables cuantitativas. Se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre la planta original, y al menos una de sus dos progenies, para las siguientes variables del fruto: peso, longitud, ancho, número de suturas longitudinales incompletas, número de espinas, relación longitud/ancho, y relación ancho/grosor. No se encontraron diferencias significativas para las variables grosor del fruto, número de suturas longitudinales completas del fruto, y relación longitud/grosor del fruto. En la presente investigación se informa por primera vez sobre la variabilidad morfológica en frutos entre progenies de tacaco. Los resultados evidencian la magnitud del flujo de genes en esta especie.

Palabras clave: *Sechium tacaco*, peso del fruto, longitud del fruto, ancho del fruto, suturas longitudinales del fruto, genotipo, flujo de genes

Abstract

The variation in the morphological characteristics of fruits from two tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey] progenies was measured with referent to fruits of the original plant. The study was developed in Costa Rica. Ten quantitative variables were evaluated. There were statistically significant differences between fruits of the original plant and those of at least one of its two progenies for the following fruit variables: weight, length, width, number of incomplete longitudinal sutures, number of spines, length/width ratio, and width/thickness ratio. Conversely, there were no significant differences for fruit thickness, number of complete longitudinal fruit sutures, and fruit length/thickness ratio. This investigation provides the first known report in the literature regarding morphological variability in fruits of progenies of tacaco. These results yield evidence of the gene flow magnitude in this species.

Keywords: *Sechium tacaco*, fruit weight, fruit length, fruit width, fruit longitudinal sutures, genotype, gene flow

¹ Máster en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales, Docente de la Sede de Guanacaste e Investigador de la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno, Universidad de Costa Rica. Correo electrónico: melonescr@yahoo.com.mx

² Máster en Administración Educativa, Docente e Investigadora de la Escuela de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica. Correo electrónico: michelle_loria@yahoo.com

1. Introducción

El tacaco es una especie que presenta una planta herbácea, trepadora, anual y monoica; pertenece a la familia Cucurbitaceae y es de interés alimenticio. Su nombre científico es *Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey (Brenes, 1992), (Lira-Saade, 1995).

El centro de origen del tacaco es Costa Rica y es el único país en donde se sabe que la especie es cultivada, por lo que su distribución geográfica se circunscribe únicamente al territorio costarricense (Lira-Saade, 1995), (León, 1987), aunque se tienen informes preliminares de que la especie fue introducida recientemente en Panamá (Monge y Loría, 2017).

Entre 2001 y 2010, la cantidad de tacaco comercializado en el CENADA, Costa Rica, varió entre 32160 y 66050 kg por año; la procedencia de ese producto durante esos años correspondió en su totalidad al cantón de Paraíso, en Cartago. Además, se constató que en este país se producen frutos de tacaco durante todos los meses del año, aunque la producción suele ser menor en los meses de mayo, junio y noviembre, y mayor en los meses de julio y agosto (Programa Integral de Mercadeo Agropecuario, 2010).

El cultivo del tacaco se practica preferentemente en zonas con altitudes entre 500 y 1700 m snm, y es posible realizarlo prácticamente en cualquier época del año (Lira, 1995). En 1992 se tenía información sobre la presencia de tacaco únicamente en el Valle Central (Oriental y Occidental) y en la región Brunca (Pérez Zeledón y Coto Brus) de Costa Rica (Brenes, 1992), pero recientemente se conoce también sobre su presencia en la zona alta de Miramar, así como en Monteverde, ambos sitios localizados en la provincia de Puntarenas, y en las zonas altas del cantón de Tilarán y de la Península de Nicoya, ambos lugares ubicados en la provincia de Guanacaste (Monge y Loría, 2017).

El tacaco es un cultivo de huertos mixtos o traspatio; sus plantaciones son pequeñas, y la producción está destinada principalmente al autoconsumo, y solo en algunos casos en los que se logran generar excedentes,

estos son comercializados en los mercados (Lira, 1995), lo cual sucede principalmente en la zona de La Flor y El Yas de Paraíso, Cartago, Costa Rica (Monge y Loría, 2017). Según diversos investigadores, el tamaño del fruto varía entre 40,0 y 70,0 mm de longitud, entre 30,0 y 45,0 mm de ancho, y entre 15,0 y 35,1 mm de grosor; el peso de los frutos varía entre 22,70 y 49,00 g; y en los genotipos con espinas, la cantidad de espinas por fruto varía entre 7 y 40 (Alfaro, 1941), (Brenes, 1992), (Morales, 1991), (Morales, 1994), (Saborío, 1998), (Saborío, Brenes y Munguía, Comportamiento del rendimiento en una población experimental de tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey], localizada en Barva, Heredia, 1999; Saborío, Brenes y Munguía, Variación de los caracteres morfológicos de frutos y semillas de tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey], a lo largo del ciclo productivo de la planta, 1999; Cerdas y Castro, 2017; Monge y Loría, 2017. Además, el fruto presenta entre cinco y siete suturas longitudinales (o surcos) completas (Alfaro, 1941), (León, 1987), (Morales, 1991), (Morales, 1994), (Lira, 1995) y (Monge y Loría, 2017) y entre ninguna y cinco suturas longitudinales incompletas (que no llegan hasta alguno de los extremos del fruto) (Monge y Loría, 2017).

Se ha informado de una tendencia de reducción en la longitud, ancho, grosor y peso de los frutos conforme transcurren las semanas de producción. Además, también se tienen reportes de que la cantidad de espinas es menor al inicio de la cosecha, y de que tiende al aumento hasta la octava semana de cosecha, después de la cual decrece ligeramente Saborío, Brenes y Munguía, (1999) Estas variaciones se pueden deber a los efectos de la interacción genotipo-ambiente, falta de agua, cambios en la temperatura, entre otros factores.

Según un investigador, algunas plantas tienden a producir frutos sin espinas, y estos suelen estar asociados con un bajo contenido de fibra en el mesocarpo ("estopa") (Morales, 1994), aunque esto realmente no ha sido confirmado científicamente, y más bien estas características parecen heredarse en forma independiente (Monge, datos sin publicar). Otro autor informó que existen cuatro tipologías básicas del fruto: con espinas y con estopa, con espinas y sin estopa, sin espinas y con estopa, y sin espinas y sin estopa (Alfaro, 1941).

También se conoce la existencia de variabilidad en cuanto a otros caracteres del fruto como tamaño, distribución de las espinas, y sabor (Brenes, 1992) (Monge y Loría, 2017).

Algunos productores de tacaco consideran que las espinas dificultan los procesos de cosecha, empaque y limpieza del fruto, por lo que prefieren materiales con pocas espinas o sin ellas, pero otros agricultores prefieren los tacacos con espinas, debido a que consideran que tienen una mayor productividad (Cerdas y Castro, 2017). Sin embargo, hasta el momento no se han realizado investigaciones sobre la relación entre presencia o ausencia de espinas, y la productividad del tacaco.

La unidad de dispersión en el tacaco es el fruto entero con su respectiva semilla. Cuando los frutos maduran, se desprenden de la planta, y es posible observar grandes cantidades de ellos en el suelo, en donde algunos logran germinar y sustituyen a la planta madre. Debido al tamaño del fruto y a la dureza de la cáscara (exocarpo), la dispersión natural de la planta es limitada (Morales, 1994).

La germinación del tacaco es difícil, pues se requiere que la cáscara del fruto y los tejidos del mesocarpo se desintegren para que el embrión pueda desarrollarse. Dado que la viabilidad de la semilla no es muy larga, esto constituye un obstáculo para la dispersión del cultivo. El tipo de unidad de dispersión en el tacaco puede ser uno de los factores que explican el endemismo de la especie (León, 1987).

La forma más común de propagación del tacaco es a través de la reproducción sexual. Los agricultores guardan algunas semillas para la próxima siembra, o en muchas ocasiones, la plantación se regenera a partir de los frutos que cayeron al suelo y cuyas semillas germinan en la siguiente estación lluviosa. Sin embargo, dado que esta especie es alógama, los agricultores no tienen la seguridad de que las nuevas plantas produzcan frutos con las mismas características de la planta madre, sino que lo normal sería que se presente algún grado de variabilidad.

El objetivo de esta investigación fue cuantificar la variabilidad morfológica en frutos de tacaco entre dos progenies, en comparación con la planta original.

2. Materiales y métodos

Para este estudio se seleccionó un genotipo de tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey], procedente de San Isidro de Alajuela, Costa Rica (cuadro 1), cuyos frutos prácticamente no poseen espinas en la cáscara, ni tampoco fibras en el mesocarpo. La agricultora que posee este genotipo en su cafetal indicó que ella cultiva esta variedad de tacaco en forma orgánica al menos desde el año 1993, y que las plantas se renuevan todos los años a partir de las semillas de los frutos caídos durante la temporada anterior, las cuales germinan al llegar las lluvias. En este caso, las plantas crecen sobre diferentes tipos de árboles que se encuentran como sombra en el cafetal (Corella, 2013).

Cuadro 1. Sitio de recolección de los frutos de tacaco de la planta original

Identificación	Lugar de recolección	Coordenadas geográficas		Altitud (msnm)
		Latitud Norte	Longitud Oeste	
Planta original	San Isidro de Alajuela	10° 4' 49,061"	84° 11' 43,073"	1363

Fuente: Elaboración propia.

Para esta evaluación, se realizó la colecta de algunos frutos sazones de dicha plantación en junio de 2013. A partir de ellos, se obtuvieron semillas que se pusieron a germinar en macetas, utilizando turba como sustrato. Luego de varios meses se obtuvieron plántulas, las cuales

se sembraron en dos sitios diferentes, pero con una altitud sobre el nivel del mar relativamente similar entre ellos (cuadro 2), aunque con una altitud significativamente mayor que el sitio en que se ubicaba la planta original.

Cuadro 2. Sitios de evaluación de las progenies de tacaco

Identificación	Lugar de recolección	Coordenadas geográficas		Altitud (msnm)
		Latitud Norte	Longitud Oeste	
Progenie 1	Ochomogo de Cartago	9° 54' 20,073"	83° 56' 2,418"	1716
Progenie 2	Fraijanes de Alajuela	10° 8' 19,049"	84° 11' 33,969"	1782

Fuente: Elaboración propia.

A partir de estas plántulas, se llegaron a producir plantas adultas que lograron cosechar frutos sazones. Entonces, se procedió a comparar las características morfológicas de los frutos de las progenies llevadas a Ochomogo (progenie 1; n=53 frutos) y Fraijanes (progenie 2; n=30 frutos), con las características de los frutos de la población original de San Isidro (n=55 frutos). Para esta evaluación, los frutos fueron cosechados entre junio de 2014 y setiembre de 2015 para las tres localidades.

Se evaluaron las siguientes variables:

1. Peso del fruto (g): se evaluó el peso de cada uno de los frutos colectados, y se obtuvo el promedio. Se utilizó una balanza electrónica marca Salter Brecknell, modelo PB500, con una capacidad de $500,0 \pm 0,1$ g.
2. Longitud del fruto (mm): se midió la longitud de cada uno de los frutos colectados, y se calculó el promedio. Para esta variable, así como para el ancho y grosor del fruto, se utilizó un calibrador electrónico marca Pittsburgh con una capacidad de $154,5 \pm 0,1$ mm.
3. Ancho del fruto (mm): se evaluó el ancho de cada uno de los frutos colectados, y se obtuvo el promedio.
4. Grosor del fruto (mm): se midió el grosor de cada uno de los frutos colectados, y se calculó el promedio.

5. Número de suturas longitudinales completas: se registró el número de suturas longitudinales completas de cada uno de los frutos colectados, y se obtuvo el promedio.
6. Número de suturas longitudinales incompletas: se contabilizó el número de suturas longitudinales incompletas (que no llegan hasta alguno de los extremos del fruto) de cada uno de los frutos colectados, y se calculó el promedio.
7. Número de espinas: se registró el número total de espinas presentes en la cáscara de cada uno de los frutos colectados, y se obtuvo el promedio.
8. Relación longitud/ancho del fruto: se obtuvo al dividir la longitud (en mm) entre el ancho (en mm) para cada uno de los frutos, y se calculó el promedio.
9. Relación longitud/grosor del fruto: se halló al obtener el cociente entre la longitud (en mm) y el grosor (en mm) de cada uno de los frutos, y se registró el promedio.
10. Relación ancho/grosor del fruto: se obtuvo al dividir el ancho (en mm) entre el grosor (en mm) para cada uno de los frutos, y se calculó el promedio.

Para los frutos cosechados en San Isidro (planta original) y en Ochomogo (progenie 1), se evaluaron las diez variables anteriores, pero en el caso de los frutos provenientes de Fraijanes (progenie 2), solamente se pudo evaluar el peso del fruto, el número de suturas longitudinales (completas e incompletas), y el número de espinas, debido a que en ese momento no se contaba con la disposición del calibrador electrónico.

Para la evaluación del número de suturas longitudinales (tanto completas como incompletas) del fruto, se siguió la metodología descrita anteriormente por los autores (Monge y Loría, 2017).

Para cada una de las variables se evaluó la normalidad de los datos, por medio de la prueba Shapiro-Wilks (modificado). Posteriormente, se realizó una comparación entre las medias obtenidas por cada tratamiento, para descartar o confirmar diferencias significativas entre ellas. Esto se hizo por medio de un análisis de varianza y una prueba de LSD Fisher con una significancia del 5 % (en el caso de variables con datos disponibles para las dos progenies y la planta original); o solamente mediante una prueba de t de Student con una significancia de 5 %

(en el caso de variables con datos disponibles únicamente para la progenie 1 y la planta original). Además, para cada variable se obtuvo el rango de los datos, la mediana, y el coeficiente de variación.

Asimismo, en el caso de las variables que solamente se evaluaron en San Isidro (planta original) y Ochomogo (progenie 1), se calculó el porcentaje de variación entre los promedios de ambos sitios; para esto se procedió a dividir el número mayor entre el número menor; al cociente obtenido se le restó 1, y el resultado se multiplicó por 100 para expresarlo en términos de porcentaje.

3. Resultados y discusión

En el cuadro 3 se muestran los datos para el peso del fruto. Se presentan diferencias significativas entre los materiales genéticos para esta variable, tanto entre la planta original y sus progenies, como entre ambas progenies entre sí. El peso del fruto fue significativamente superior para la planta original, en comparación con sus progenies; y también fue significativamente mayor para la progenie 1 con respecto a la progenie 2.

Cuadro 3. Peso del fruto (g), según material genético, para un genotipo de tacaco

Material genético	Peso del fruto (g)			
	Promedio	Rango	Mediana	Coefficiente de variación (%)
Planta original	40,30 c	32,60-48,90	40,40	7,52
Progenie 1	35,18 b	31,20-39,30	35,20	5,98
Progenie 2	30,33 a	23,00-36,00	30,50	8,97

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.

Nota: Valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$); d.m.s calculado = 1,10799.

Los datos de la longitud del fruto se presentan en el cuadro 4. Se hallaron diferencias altamente significativas para esta variable entre la planta original y la progenie 1 ($p = 0,0066$). La planta original obtuvo frutos con mayor longitud que los producidos por la progenie 1. La disminución en la longitud del fruto en la progenie 1 fue de 1,91 %, en relación a la planta original, lo que influyó en la reducción en el peso del fruto.

En el cuadro 5 se muestran los datos para el ancho del fruto. Se encontraron diferencias altamente significativas entre la planta original y la progenie 1 para esta característica ($p < 0,0001$). La planta original produjo frutos más anchos que los obtenidos por la progenie 1. Se presentó una disminución del 5,40 % en el ancho del fruto de la progenie 1, en comparación con la planta original, y esto definitivamente influyó en la reducción en el peso del fruto.

Cuadro 4. Longitud del fruto (mm), según material genético, para un genotipo de tacaco

Material genético	Longitud del fruto (mm)			
	Promedio	Rango	Mediana	Coefficiente de variación (%)
Planta original	63,61	56,60-67,70	64,00	3,32
Progenie 1	62,42	57,80-68,60	62,10	3,80
Variación (%)	1,91			

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.

Nota: Valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba t de Student ($p \leq 0,05$).

Cuadro 5. Ancho del fruto (mm), según material genético, para un genotipo de tacaco

Material genético	Ancho del fruto (mm)			
	Promedio	Rango	Mediana	Coefficiente de variación (%)
Planta original	41,57	39,20-44,50	41,60	2,72
Progenie 1	39,44	37,90-41,10	39,50	2,11
Variación (%)	5,40			

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.

Nota: Valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba t de Student ($p \leq 0,05$).

Los datos del grosor del fruto se presentan en el cuadro 6. No se hallaron diferencias significativas entre la planta original y la progenie 1 para esta variable ($p = 0,2018$). Se produjo una disminución de únicamente el 0,80 % en el grosor del fruto para la progenie 1, en comparación con la planta original.

En el cuadro 7 se muestran los resultados obtenidos para el número de suturas longitudinales completas del fruto. No se encontraron diferencias significativas entre la planta original y sus progenies para esta variable. Este resultado evidencia la estabilidad de esta característica en este genotipo de tacaco, entre diferentes progenies.

Cuadro 6. Grosor del fruto (mm), según material genético, para un genotipo de tacaco

Material genético	Grosor del fruto (mm)			
	Promedio	Rango	Mediana	Coefficiente de variación (%)
Planta original	30,40	28,10-32,60	30,40	3,25
Progenie 1	30,16	28,20-32,00	30,00	3,15
Variación (%)	0,80			

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.

Nota: Valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba t de Student ($p \leq 0,05$).

Cuadro 7. Número de suturas longitudinales completas del fruto, según material genético, para un genotipo de tacaco

Material genético	Número de suturas longitudinales completas del fruto			
	Promedio	Rango	Mediana	Coefficiente de variación (%)
Planta original	5,42 a	5 - 7	5	9,85
Progenie 1	5,26 a	5 - 6	5	8,46
Progenie 2	5,30 a	5 - 7	5	10,09

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.

Nota: Valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$); d.m.s calculado = 0,21063.

Los datos del número de suturas longitudinales incompletas del fruto se presentan en el cuadro 8. No se presentaron diferencias significativas para esta característica entre la planta original y la progenie 1, pero sí se encontraron diferencias significativas entre esos dos materiales genéticos y la progenie 2. Se debe resaltar que esta variable presentó un coeficiente de variación muy alto, en comparación con las otras variables. El aumento

observado en los valores de la media de esta variable también se vio reflejado a nivel de la mediana, que pasó de 0 a 1 entre la planta original y la progenie 2. Estos datos demuestran la alta variabilidad de esta característica en este genotipo de tacaco, dado que en una de las progenies el número de suturas longitudinales incompletas del fruto aumentó significativamente, pero en la otra progenie se mantuvo igual que en la planta original.

Cuadro 8. Número de suturas longitudinales incompletas del fruto, según material genético, para un genotipo de tacaco

Material genético	Número de suturas longitudinales incompletas del fruto			
	Promedio	Rango	Mediana	Coefficiente de variación (%)
Planta original	0,47 a	0 - 2	0	127,80
Progenie 1	0,40 a	0 - 1	0	124,62
Progenie 2	0,93 b	0 - 3	1	105,03

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.

Nota: Valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$); d.m.s calculado = 0,28046.

En el cuadro 9 se muestran los resultados obtenidos para el número de espinas en el fruto. No se presentaron diferencias significativas para esta variable entre la planta original y la progenie 1, pero sí se encontraron diferencias significativas entre esos dos materiales genéticos y la progenie 2. En este caso, el coeficiente de variación obtenido fue sumamente alto. Estos datos evidencian la posibilidad de que, en un genotipo originalmente con muy pocas espinas o sin ellas, la cantidad de espinas presente en los frutos pueda aumentar, a través de diversas

progenies. Estos datos evidencian la alta variabilidad de esta característica en este genotipo de tacaco, pues en la progenie 2 el número de espinas del fruto aumentó significativamente, pero en la progenie 1 se mantuvo igual que en la planta original.

Los datos de la relación longitud/ancho del fruto se presentan en el cuadro 10. Se hallaron diferencias altamente significativas entre la planta original y la progenie 1 para esta característica ($p < 0,0001$).

La relación longitud/ancho del fruto fue significativamente superior para la progenie 1, en comparación con la planta original. Se presentó un aumento en la relación longitud/ancho de los frutos del 3,27 % en la progenie 1, con

respecto a la planta original, lo cual se debe a que en la progenie 1, la disminución en el ancho del fruto (5,40 %) fue mayor que la reducción en la longitud del mismo (1,91 %).

Cuadro 9. Número de espinas del fruto, según material genético, para un genotipo de tacaco

Material genético	Número de espinas del fruto			
	Promedio	Rango	Mediana	Coefficiente de variación (%)
Planta original	0,13 a	0 - 2	0	339,96
Progenie 1	0,08 a	0 - 2	0	438,61
Progenie 2	0,47 b	0 - 3	0	156,49

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.

Nota: Valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$); d.m.s calculado = 0,20206.

Cuadro 10. Relación longitud/ancho del fruto, según material genético, para un genotipo de tacaco

Material genético	Relación longitud/ancho del fruto (g)			
	Promedio	Rango	Mediana	Coefficiente de variación (%)
Planta original	1,53	1,43-1,63	1,53	3,02
Progenie 1	1,58	1,48-1,72	1,57	3,72
Variación (%)	3,27			

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.

Nota: Valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba t de Student ($p \leq 0,05$).

En el cuadro 11 se muestran los datos de la relación longitud/grosor del fruto. No se encontraron diferencias significativas entre la planta original y la progenie 1 para esta variable ($p = 0,2378$). Se presentó una disminución de únicamente el 0,97 % en la relación longitud/grosor del fruto en la progenie 1, con respecto a la planta original.

Los datos de la relación ancho/grosor del fruto se presentan en el cuadro 12. Para esta característica, se hallaron diferencias altamente significativas entre la

planta original y la progenie 1 ($p < 0,0001$). La relación ancho/grosor del fruto fue mayor para la planta original, en relación con la progenie 1. La reducción en el valor de esta variable para la progenie 1, en relación con la planta original, fue del 4,58 %. Esto se puede explicar dado que en la progenie 1, la disminución en el ancho del fruto (5,40 %) fue mayor que la reducción en el grosor del mismo (0,80 %).

Cuadro 11. Relación longitud/grosor del fruto, según material genético, para un genotipo de tacaco

Material genético	Relación longitud/grosor del fruto			
	Promedio	Rango	Mediana	Coficiente de variación (%)
Planta original	2,09	1,94-2,27	2,09	3,56
Progenie 1	2,07	1,88-2,32	2,05	5,12
Variación (%)	0,97			

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.

Nota: Valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba t de Student ($p \leq 0,05$).

Cuadro 12. Relación ancho/grosor del fruto, según material genético, para un genotipo de tacaco

Material genético	Relación ancho/grosor del fruto			
	Promedio	Rango	Mediana	Coficiente de variación (%)
Planta original	1,37	1,29-1,43	1,36	1,96
Progenie 1	1,31	1,24-1,37	1,30	2,34
Variación (%)	4,58			

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.

Nota: Valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba t de Student ($p \leq 0,05$).

La variación hallada a lo largo del tiempo en algunas de las características morfológicas del fruto entre la planta original y sus progenies (una de ellas o ambas) en este genotipo de tacaco, se puede explicar como resultado del flujo de genes provenientes de otras poblaciones de tacaco cercanas, probablemente a través del transporte de polen por parte de los insectos polinizadores, dado que el tacaco es una especie alógama. En el tacaco se ha informado que sus flores son visitadas por los insectos *Scaptotrigona luteipenis* y *Trigona aff. corvina* (ambos de la familia Apidae), así como por *Agelaiia* sp. (familia Vespidae) (Lira, 1995).

Tanto las flores masculinas como las femeninas del tacaco poseen nectarios, los cuales son circulares y están cubiertos por numerosos tricomas multicelulares glandulares (Morales, 1994). La presencia de estos nectarios parece evidenciar la importancia de la polinización entomófila en esta especie.

Otra alternativa para explicar la variación en la morfología de los frutos de tacaco entre la planta original y sus progenies, es la eventual ocurrencia de mutaciones naturales en la población, o el posible efecto de la segregación genética, que son mecanismos cuyos efectos se expresan en las diferentes progenies.

Sin embargo, otro factor por tomar en cuenta es el ambiente, dado que los sitios en que se sembraron las progenies se hallan a una mayor altitud sobre el nivel del mar (1716 y 1782 m s.n.m.) en comparación al lugar en el que se ubicaba la planta original (1363 m s.n.m.), por lo que se infiere que las progenies crecieron a temperaturas menores que la planta original, y esto pudo haber provocado la disminución en la longitud, el ancho y el peso de los frutos. Este efecto se presenta frecuentemente en otras especies de la familia Cucurbitaceae (como melón), pues cuando hay temperaturas bajas, los frutos de estas plantas presentan un menor tamaño y peso, en comparación a los frutos producidos en otros momentos en que la temperatura es mayor (Díaz y Monge, 2017)

Conclusiones

En comparación con los frutos de la planta original del genotipo de tacaco evaluado, los frutos de las progenies (ambas o una de ellas, según el caso) presentaron una disminución significativa en su longitud y ancho, y por ende en el peso de este, así como un aumento significativo en la relación longitud/ancho del fruto, y una disminución significativa en la relación ancho/grosor del fruto. Otras variables que mostraron un aumento significativo en la progenie 2 con respecto a la planta original (pero no en la progenie 1 en relación a la planta original) fueron el número de suturas longitudinales incompletas del fruto y el número de espinas del fruto.

Esta variación hallada entre la planta original y sus progenies (ambas o una de ellas) en algunas de las características morfológicas de los frutos, se pudo deber al flujo de genes provenientes de otras poblaciones de tacaco cercanas, posiblemente a través del acarreo de polen por parte de los insectos polinizadores, dado que esta es una especie alógama; o también se pudo deber a la ocurrencia de mutaciones naturales en la población, al efecto de la segregación genética, o al efecto de las variables ambientales sobre la planta, en especial la temperatura.

No se presentaron diferencias significativas entre la planta original y sus progenies para las variables grosor del fruto, número de suturas longitudinales completas del fruto, y relación longitud/grosor del fruto, lo que puede indicar una diferente heredabilidad de estos caracteres con respecto a las variables que sí mostraron diferencias significativas entre las progenies.

En este trabajo se informa por primera vez sobre la variabilidad morfológica de los frutos entre una planta madre (original) y sus progenies, para un genotipo de tacaco. Asimismo, los resultados obtenidos evidencian la magnitud del flujo de genes en esta especie.

Agradecimientos

Los autores agradecen el financiamiento recibido por parte de la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica, así como la colaboración de Cristina Arguedas y María de los Ángeles Corella, para la realización de este trabajo, y de Mario Monge en la revisión de la traducción del resumen al idioma inglés.

Referencias bibliográficas

- Brenes, A. (1992). Situación actual y perspectivas del tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey] en Costa Rica. *Boletín Agrario*, 11 (39), 1-23.
- Lira, R. (1995). *Estudios taxonómicos y ecogeográficos de las Cucurbitaceae latinoamericanas de importancia económica*. Roma, Italia: International Plant Genetic Resources Institute.
- León, J. (1987). *Botánica de los cultivos tropicales*. San José, Costa Rica: IICA.
- Programa Integral de Mercadeo Agropecuario. (2010). *Estadísticas sobre la comercialización de tacaco en el CENADA, Costa Rica*. Heredia, Costa Rica: Sistema de Información de Mercados Mayoristas, PIMA.
- Morales, J. (1994). Morfología general del tacaco, *Sechium tacaco* (Cucurbitaceae). *Revista de Biología Tropical*, 42 (1-2), 59-71.
- Alfaro, M. (1941). *El tacaco*. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Morales, J. (1991). *Morfología de Sechium tacaco* (Pitt.) Jeffrey. *Cucurbitaceae*. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Saborío, J. C. (1998). *Estudio fenológico del tacaco [Sechium tacaco (Pittier) C. Jeffrey], en Santa Lucía, Barva, Heredia*. Heredia, Costa Rica: Universidad Nacional.

- Saborío, J., Brenes, A. y Munguía, S. (1999). Comportamiento del rendimiento en una población experimental de tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey], localizada en Barva, Heredia. *Memoria XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 19-23 julio*. San José, Costa Rica.
- Saborío, J., Brenes, A. y Munguía, S. (1999). Variación de los caracteres morfométricos de frutos y semillas de tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey], a lo largo del ciclo productivo de la planta. *Memoria XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 19-23 julio*. San José, Costa Rica.
- Cerdas, M., Castro, J. (2017). “Caracterización poscosecha de frutos de tacaco (*Sechium edule*) en Cartago, Costa Rica”. *Agronomía Mesoamericana*, 28 (1), 141-148.
- Monge, J. y Loría, M. (2017). “Caracterización de frutos de cinco genotipos de tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey] en Costa Rica”. *Tecnología en Marcha*, 30 (3), 71-84.
- Corella, M. (25 de Junio de 2013). *Producción de tacaco en San Isidro de Alajuela, Costa Rica*. San Isidro. Alajuela, Costa Rica.
- Díaz, J. y Monge, J. (2017). “Efecto de la poda y la densidad de siembra sobre el rendimiento y calidad de melón Cantaloupe (*Cucumis melo* L.) cultivado bajo invernadero”. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 11 (1), 21-29.