



Tacaco (*Sechium tacaco*; Cucurbitaceae): cuantificación de la variabilidad en el número de espinas y suturas del fruto

José Eladio Monge-Pérez¹  & Michelle Loría-Coto² 

1. Universidad de Costa Rica, Finca Experimental Interdisciplinaria de Modelos Agroecológicos, Turrialba, Cartago, Costa Rica; jose.mongeperez@ucr.ac.cr
2. Universidad Estatal a Distancia, Escuela de Ciencias Exactas y Naturales, Sabanilla, San José, Costa Rica; michelle_loria@yahoo.com

Recibido 05-VIII-2024 • Corregido 16-IX-2024 • Aceptado 23-IX-2024

DOI: <https://doi.org/10.22458/urj.v16i1.5426>

ABSTRACT. “Tacaco (*Sechium tacaco*; Cucurbitaceae): quantification of the variability in the number of spines and sutures of the fruit”. **Introduction:** The fruits of tacaco, *Sechium tacaco*, a plant endemic to Costa Rica, are primarily consumed as a vegetable or dessert, and few studies have addressed the morphological variability of these fruits. **Objective:** To quantify the variability in the number of spines and longitudinal sutures of the fruit. **Methods:** We collected 6-90 fruits from each of 22 tacaco accessions, between 2013 and 2019. We evaluated longitudinal sutures and number of spines. **Results:** For 20 accessions, the mode was five *complete* longitudinal sutures. For *incomplete* longitudinal sutures, the modes were zero (8 accessions), one (6 accessions) and two (6 accessions). For total number of longitudinal sutures, 10 accessions had a mode of six and 10 accessions a mode of seven. For fruits with spines, six accessions had 15-19 spines per fruit, and four accessions 20-24 spines per fruit. **Conclusion:** The phenotypic variability in spines and longitudinal sutures, suggests that these characteristics are controlled by multiple genes, indicating a polygenic inheritance; this variability could be key for genetic improvement and conservation of the diversity of this species.

Keywords: Cucurbitaceae, Costa Rica, Central America, diversity, vegetable.

RESUMEN. Introducción: Los frutos del tacaco, *Sechium tacaco*, una planta endémica de Costa Rica, se consumen principalmente como vegetal o postre, y pocos estudios han abordado su variabilidad morfológica. **Objetivo:** Cuantificar la variabilidad en el número de espinas y suturas longitudinales del fruto. **Métodos:** Entre 2013 y 2019 recolectamos 6-90 frutos por “accesión”, en 22 accesiones de tacaco. Evaluamos las suturas longitudinales y el número de espinas. **Resultados:** Para 20 accesiones, la moda fue de cinco suturas longitudinales *completas*. Para las suturas longitudinales *incompletas*, las modas fueron cero (8 accesiones), una (6 accesiones) y dos (6 accesiones). Para el número total de suturas longitudinales, 10 accesiones presentaron una moda de seis y 10 accesiones una moda de siete. En cuanto a los frutos con espinas, seis accesiones tenían de 15 a 19 espinas por fruto, y cuatro accesiones de 20 a 24 espinas por fruto. **Conclusión:** La variabilidad fenotípica en espinas y suturas longitudinales sugiere que estas características están controladas por múltiples genes, indicando una herencia poligénica; esta variabilidad podría ser clave para la mejora genética y la conservación de la diversidad de esta especie.

Palabras clave: Cucurbitaceae, Costa Rica, Centroamérica, diversidad, hortaliza.

El tacaco, *Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey, es una planta de la familia Cucurbitaceae, endémica de Costa Rica. Sus frutos son consumidos como hortaliza o postre (Brenes, 1992; Monge-Pérez & Loría-Coto, 2017).

Entre las características morfológicas del fruto de tacaco, se destacan la presencia (o ausencia) de espinas, y la presencia de suturas longitudinales (Morales, 1994). Antes del año 2000, diversos autores habían indicado que los frutos de tacaco podían tener entre 16 y 26 espinas, o carecer de ellas (Alfaro, 1941; Brenes, 1992; Saborío, 1998; Saborío et al., 1999a; 1999b), aunque un investigador informó que el número de espinas en el fruto podía variar entre nueve y 36 (Morales, 1991). Además, también antes del año 2000 se había informado que los frutos de tacaco tenían cinco suturas longitudinales (llamadas también surcos) (Alfaro, 1941; León, 1987; Lira, 1995; Morales, 1991; Morales, 1994).

Sin embargo, investigaciones recientes revelaron el hallazgo de la existencia de frutos de tacaco con seis y siete suturas longitudinales completas, así como la presencia de entre una y cinco suturas longitudinales incompletas por fruto, o ninguna (Monge-Pérez & Loría-Coto, 2017). Asimismo, se encontró que, en los tacacos sin espinas, algunos frutos podían presentar una o dos espinas; y que en los tacacos con espinas, la cantidad de espinas osciló entre siete y 40 por fruto (Monge-Pérez & Loría-Coto, 2017). Luego, se encontró que, en accesiones de tacaco con espinas, se pueden encontrar algunos frutos sin espinas, o con muy pocas espinas (Monge-Pérez & Loría-Coto, 2018b), y que, en accesiones de tacaco sin espinas, se pueden hallar algunos frutos con hasta tres espinas por fruto (Monge-Pérez & Loría-Coto, 2018a). Más recientemente, se informó del hallazgo de la existencia de frutos de tacaco con cuatro y ocho suturas longitudinales completas (Monge-Pérez & Loría-Coto, 2022).

El objetivo de esta investigación fue cuantificar la variabilidad en el número de espinas y de suturas del fruto, en 22 accesiones de tacaco.

MATERIALES Y MÉTODOS

Realizamos colectas de frutos de 22 accesiones de tacaco (*Sechium tacaco*), desde junio de 2013 hasta setiembre de 2019, provenientes de seis de las siete provincias de Costa Rica (Tabla 1). Colectamos entre seis y 90 frutos por accesión, según la disponibilidad al momento de la colecta, para un total de 1099 frutos evaluados. Registramos la altitud y las coordenadas geográficas de cada sitio de colecta, mediante un medidor modelo GPS-MAP 78S, marca Garmin.

En cada fruto evaluamos las siguientes características: número de suturas longitudinales completas; número de suturas longitudinales incompletas; número total de suturas longitudinales; y número de espinas; utilizamos la metodología de evaluación descrita en un trabajo anterior (Monge-Pérez & Loría-Coto, 2017).

Para cada variable y accesión, registramos la frecuencia de los frutos, según las siguientes categorías:

- a) Número de suturas longitudinales completas por fruto: cuatro, cinco, seis, siete y ocho.
- b) Número de suturas longitudinales incompletas por fruto: cero, uno, dos, tres, cuatro y cinco.
- c) Número total de suturas longitudinales por fruto: cinco, seis, siete, ocho, nueve y diez.
- d) Número de espinas por fruto en tacacos con espinas: cero, 1-4, 5-9, 10-14, 15-19, 20-24, 25-29, y 30-40.
- e) Número de espinas por fruto en tacacos sin espinas: cero, uno, dos, tres y cuatro.

Establecimos las categorías con base en un análisis preliminar de la distribución de los datos. Realizamos la distribución de frecuencia de los frutos (Di Rienzo et al., 2008), y calculamos el porcentaje de frutos en cada categoría, para cada accesión y variable; además, destacamos la categoría predominante (moda) en cada caso.

TABLA 1
Accesiones de tacaco (*Sechium tacaco*) usadas en el ensayo

Accesión	Lugar de recolección	Coordenadas geográficas		Altitud (msnm)	Presencia de espinas en el fruto
		Latitud Norte	Longitud Oeste		
1	Escazú, San José	9° 54' 55,545"	84° 8' 3,581"	1 147	Sí
2	El Yas de Paraíso, Cartago	9° 51' 41,433"	83° 49' 12,375"	1 261	Sí
3	La Flor de Paraíso, Cartago	9° 52' 13,048"	83° 48' 28,142"	1 264	No
4	La Flor, Paraíso, Cartago	9° 52' 20,127"	83° 48' 54,333"	1 387	No
5	El Yas, Paraíso, Cartago	9° 51' 31,143"	83° 49' 5,127"	1 213	Sí
7	San Isidro de Alajuela	10° 4' 49,061"	84° 11' 43,073"	1 363	No
9	El Dos de Tilarán, Guanacaste	10° 22' 41,174"	84° 53' 57,627"	939	Sí
11	Pilas Arriba, Alajuela, Alajuela	10° 3' 55,614"	84° 11' 43,205"	1 248	No
12	San Isidro, Alajuela, Alajuela	10° 4' 0,205"	84° 11' 40,022"	1 288	Sí
13	Tapezco, Zarcerro, Alajuela	10° 13' 18,231"	84° 24' 19,202"	1 786	No
14	San Juan, Naranjo, Alajuela	10° 7' 22,217"	84° 24' 8,701"	1 254	No
15	Zarcerro, Alajuela	10° 10' 33,549"	84° 24' 4,734"	1 619	Sí
16	Aguas Claras, Coto Brus, Puntarenas	8° 51' 9,326"	82° 57' 54,122"	909	Sí
17	Copalito, Coto Brus, Puntarenas	8° 46' 9,612"	82° 57' 1,888"	1 111	Sí
18	Copal, Coto Brus, Puntarenas	8° 46' 41,033"	82° 56' 54,569"	1 156	Sí
19	Piedades Norte, San Ramón, Alajuela	10° 8' 5,271"	84° 30' 51,834"	1 081	Sí
20	Piedades Norte, San Ramón, Alajuela	10° 8' 5,271"	84° 30' 51,834"	1 081	Sí
21	San Jerónimo, Naranjo, Alajuela	10° 6' 13,320"	84° 21' 29,455"	1 006	Sí
22	Barrio Jesús, Santa Bárbara, Heredia	10° 3' 20,022"	84° 9' 4,286"	1 293	Sí
23	Las Trojas, Sarchí, Alajuela	10° 7' 52,576"	84° 19' 22,461"	1 397	No
24	Naranjo de Platanares, Pérez Zeledón, San José	9° 12' 22,496"	83° 37' 50,109"	718	Sí
25	Barrio Jesús, Atenas, Alajuela	9° 58' 10,938"	84° 26' 4,352"	987	Sí

RESULTADOS

Detallamos la distribución de frecuencia según el número de suturas longitudinales completas del fruto (Tabla 2). Para 20 accesiones, la moda fue de cinco, mientras que para la accesión 25 la moda fue de seis, y para la accesión 2 la moda fue cinco y seis.

Para el total de los frutos evaluados, la moda fue de cinco (70% del total), mientras que el conjunto de los frutos con 4 u 8 suturas longitudinales completas fue inferior al 1%. En todas las accesiones hallamos variabilidad en el número de suturas longitudinales completas; los frutos se distribuyeron en dos, tres o cuatro categorías por accesión.

En la distribución de frecuencia según el número de suturas longitudinales incompletas del fruto (Tabla 3), para 8 accesiones la moda fue de cero, mientras que para 6 accesiones fue de uno, y para 6 accesiones fue de dos. Asimismo, la accesión 5 mostró tres modas (cero, uno y dos), y la accesión 24 tuvo dos modas (dos y tres).

TABLA 2

Distribución de frecuencia según el número de suturas longitudinales completas del fruto

Accesión	Número de suturas longitudinales completas					Total
	4	5	6	7	8	
18	1 (2)	44 (86)	6 (12)	0	0	51
4	1 (1)	75 (85)	11 (12)	1 (1)	0	88
5	0	55 (96)	2 (4)	0	0	57
9	0	48 (89)	6 (11)	0	0	54
15	0	79 (88)	11 (12)	0	0	90
3	0	24 (86)	4 (14)	0	0	28
16	0	47 (85)	8 (15)	0	0	55
24	0	55 (77)	14 (20)	2 (3)	0	71
21	0	24 (73)	8 (24)	1 (3)	0	33
23	0	48 (71)	20 (29)	0	0	68
12	0	42 (68)	19 (31)	1 (2)	0	62
1	0	22 (65)	12 (35)	0	0	34
7	0	33 (60)	21 (38)	1 (2)	0	55
17	0	6 (60)	4 (40)	0	0	10
11	0	39 (59)	23 (35)	4 (6)	0	66
19	0	25 (58)	16 (37)	1 (2)	1 (2)	43
22	0	29 (54)	21 (39)	4 (7)	0	54
13	0	3 (50)	2 (33)	0	1 (17)	6
20	0	9 (47)	8 (42)	2 (11)	0	19
2	0	13 (46)	13 (46)	2 (7)	0	28
14	0	26 (42)	20 (32)	13 (21)	3 (5)	62
25	0	24 (37)	36 (55)	5 (8)	0	65
Total	2 (0,2)	770 (70)	285 (26)	37 (3)	5 (0,5)	1099

Nota: el número entre paréntesis corresponde al porcentaje por categoría para cada accesión; el número en letra negrita corresponde a la moda.

Para el total de los frutos evaluados, la moda fue de uno, con 367 frutos (33% del total), mientras que 362 frutos no mostraron suturas longitudinales incompletas (33% del total). El conjunto de los frutos con cinco suturas longitudinales incompletas fue inferior al 1%. En todas las accesiones encontramos variabilidad en el número de suturas longitudinales incompletas; los frutos se distribuyeron entre tres y seis categorías por accesión.

Detallamos la distribución de frecuencia según el número total de suturas longitudinales del fruto (Tabla 4). Para 10 accesiones, la moda fue de seis, mientras que para otras 10 accesiones fue de siete; por otra parte, la accesión nueve tuvo una moda de cinco, y la accesión 24 tuvo una moda

de ocho.

Para el total de los frutos evaluados, la moda fue de seis (36% del total), mientras que el conjunto de los frutos con 10 suturas longitudinales totales fue inferior al 1%. En todas las accesiones obtuvimos variabilidad en el número de suturas longitudinales completas; los frutos se distribuyeron entre tres y seis categorías por accesión.

TABLA 3

Distribución de frecuencia según el número de suturas longitudinales incompletas del fruto

Accesión	Número de suturas longitudinales incompletas						Total
	0	1	2	3	4	5	
9	43 (80)	10 (19)	1 (2)	0	0	0	54
11	42 (64)	20 (30)	4 (6)	0	0	0	66
7	32 (58)	20 (36)	3 (5)	0	0	0	55
1	19 (56)	8 (24)	5 (15)	1 (3)	1 (3)	0	34
14	33 (53)	20 (32)	8 (13)	0	1 (2)	0	62
13	3 (50)	2 (33)	1 (17)	0	0	0	6
22	25 (46)	20 (37)	5 (9)	4 (7)	0	0	54
12	26 (42)	23 (37)	13 (21)	0	0	0	62
5	16 (28)	16 (28)	16 (28)	5 (9)	3 (5)	1 (2)	57
15	12 (13)	42 (47)	30 (33)	6 (7)	0	0	90
25	12 (18)	30 (46)	14 (22)	8 (12)	1 (2)	0	65
18	21 (41)	22 (43)	8 (16)	0	0	0	51
4	33 (37)	36 (41)	13 (14)	5 (6)	1 (1)	0	88
19	8 (19)	17 (40)	12 (28)	3 (7)	3 (7)	0	43
3	4 (14)	10 (36)	9 (32)	4 (14)	0	1 (4)	28
17	1 (10)	3 (30)	5 (50)	0	1 (10)	0	10
21	4 (12)	8 (24)	14 (42)	4 (12)	3 (9)	0	33
16	5 (9)	11 (20)	21 (38)	14 (25)	4 (7)	0	55
20	5 (26)	4 (21)	7 (37)	1 (5)	2 (11)	0	19
2	8 (29)	7 (25)	10 (36)	3 (11)	0	0	28
23	8 (12)	20 (29)	24 (35)	12 (18)	3 (4)	1 (1)	68
24	2 (3)	18 (25)	21 (30)	21 (30)	7 (10)	2 (3)	71
Total	362 (33)	367 (33)	244 (22)	91 (8)	30 (3)	5 (0,5)	1099

Nota: el número entre paréntesis corresponde al porcentaje por categoría para cada accesión; el número en letra negrita corresponde a la moda.

Para los frutos de tacaco con espinas, en la distribución de frecuencia del número de espinas (Tabla 5), para seis accesiones la moda fue de 15-19, mientras que para cuatro accesiones fue de 20-24, y para dos accesiones fue de 1-4. Además, para la accesión dos la moda fue de 30-40; para la accesión 17 fue de 10-14 y 15-19; y para la accesión 18 la moda fue de 15-19 y 20-24.

Para el total de los frutos evaluados, la moda fue de 15-19 (32% del total), mientras que el conjunto de los frutos sin espinas fue del 1%. En todas las accesiones encontramos variabilidad en el número de espinas; los frutos se distribuyeron entre tres y siete categorías por accesión.

TABLA 4

Distribución de frecuencia según el número total de suturas longitudinales del fruto

Accesión	Número total de suturas longitudinales						Total
	5	6	7	8	9	10	
9	37 (69)	16 (30)	1 (2)	0	0	0	54
13	0	4 (67)	1 (17)	1 (17)	0	0	6
7	13 (24)	35 (64)	7 (13)	0	0	0	55
15	4 (4)	47 (52)	33 (37)	6 (7)	0	0	90
11	20 (30)	34 (52)	11 (17)	1 (2)	0	0	66
18	17 (33)	25 (49)	9 (18)	0	0	0	51
12	14 (23)	29 (47)	16 (26)	3 (5)	0	0	62
22	9 (17)	25 (46)	15 (28)	4 (7)	1 (2)	0	54
4	25 (28)	40 (45)	17 (19)	5 (6)	1 (1)	0	88
1	10 (29)	15 (44)	6 (18)	2 (6)	1 (3)	0	34
20	1 (5)	6 (32)	4 (21)	5 (26)	3 (16)	0	19
17	0	2 (20)	6 (60)	1 (10)	1 (10)	0	10
23	3 (4)	12 (18)	36 (53)	12 (18)	4 (6)	1 (1)	68
25	2 (3)	14 (22)	33 (51)	12 (18)	4 (6)	0	65
2	3 (11)	5 (18)	14 (50)	4 (14)	2 (7)	0	28
21	1 (3)	8 (24)	13 (39)	8 (24)	3 (9)	0	33
19	3 (7)	12 (28)	16 (37)	9 (21)	3 (7)	0	43
3	3 (11)	9 (32)	10 (36)	5 (18)	0	1 (4)	28
14	11 (18)	19 (31)	21 (34)	10 (16)	1 (2)	0	62
16	4 (7)	11 (20)	18 (33)	16 (29)	6 (11)	0	55
5	15 (26)	16 (28)	17 (30)	5 (9)	3 (5)	1 (2)	57
24	1 (1)	13 (18)	17 (24)	31 (44)	6 (8)	3 (4)	71
Total	196 (18)	397 (36)	321 (29)	140 (13)	39 (4)	6 (0,5)	1099

Nota: el número entre paréntesis corresponde al porcentaje por categoría para cada accesión; el número en letra negrita corresponde a la moda.

TABLA 5

Distribución de frecuencia según el número de espinas en frutos de tacaco con espinas

Accesión	Número de espinas en el fruto								Total
	0	1-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-40	
16	5 (9)	36 (65)	14 (25)	0	0	0	0	0	55
22	2 (4)	30 (56)	14 (26)	3 (6)	2 (4)	2 (4)	1 (2)	0	54
19	0	1 (2)	2 (5)	11 (26)	10 (23)	14 (33)	4 (9)	1 (2)	43
17	0	0	2 (20)	4 (40)	4 (40)	0	0	0	10
24	0	0	2 (3)	14 (20)	36 (51)	16 (23)	3 (4)	0	71
15	0	0	2 (2)	8 (9)	29 (32)	34 (38)	14 (16)	3 (3)	90
9	0	0	1 (2)	5 (9)	25 (46)	19 (35)	4 (7)	0	54
2	0	0	0	7 (25)	5 (18)	3 (11)	5 (18)	8 (29)	28
18	0	0	0	10 (20)	18 (35)	18 (35)	5 (10)	0	51
20	0	0	0	3 (16)	9 (47)	4 (21)	3 (16)	0	19
21	0	0	0	5 (15)	17 (52)	5 (15)	5 (15)	1 (3)	33
1	0	0	0	3 (9)	8 (24)	12 (35)	9 (26)	2 (6)	34
12	0	0	0	4 (6)	33 (53)	20 (32)	5 (8)	0	62
25	0	0	0	3 (5)	28 (43)	26 (40)	6 (9)	2 (3)	65
5	0	0	0	0	9 (16)	22 (39)	18 (32)	8 (14)	57
Total	7 (1)	67 (9)	37 (5)	80 (11)	233 (32)	195 (27)	82 (11)	25 (3)	726

Nota: el número entre paréntesis corresponde al porcentaje por categoría para cada accesión; el número en letra negrita corresponde a la moda.

Para los frutos de tacaco sin espinas, en la distribución de frecuencia del número de espinas (Tabla 6), para las 7 accesiones la moda fue de cero, y lo mismo ocurrió para el total de los frutos evaluados (94% del total), mientras que el conjunto de los frutos con dos o más espinas fue menor del 2%. En las accesiones tres y 11 no hallamos variabilidad en el número de espinas, pues todos sus frutos carecieron de ellas; en las restantes cinco accesiones sí obtuvimos variabilidad en esta característica; y los frutos se distribuyeron entre dos y cuatro categorías por accesión.

TABLA 6

Distribución de frecuencia según el número de espinas en frutos de tacaco sin espinas

Accesión	Número de espinas en el fruto					Total
	0	1	2	3	4	
11	66 (100)	0	0	0	0	66
3	28 (100)	0	0	0	0	28
4	87 (99)	1 (1)	0	0	0	88
14	59 (95)	3 (5)	0	0	0	62
7	50 (91)	3 (5)	2 (4)	0	0	55
23	58 (85)	7 (10)	2 (3)	0	1 (1)	68
13	4 (67)	2 (33)	0	0	0	6
Total	352 (94)	16 (4)	4 (1)	0	1 (0,3)	373

Nota: el número entre paréntesis corresponde al porcentaje por categoría para cada accesión; el número en letra negrita corresponde a la moda.

DISCUSIÓN

Se ha informado de una alta variabilidad en el número de espinas en diversas especies vegetales. Por ejemplo, en diferentes especies del género *Neobuxbaumia*, se informó que, dentro de cada especie, se hallaron accesiones (colectas) con diferente número de espinas radiales por areola (Tapia et al., 2016), y lo mismo se encontró entre diferentes accesiones de *Opuntia jaliscana* (López-Borja et al., 2017). Asimismo, en achiote (*Bixa orellana*) se halló una alta variabilidad entre accesiones para el número de espinas en el fruto (cápsula) (Duque et al., 2022), y en naranjilla (*Solanum quitoense*) se informó de una importante variabilidad en el número de espinas en el haz de la hoja (entre cero y 11) entre diversas accesiones (Lobo et al., 2007). En berenjena, *Solanum melongena*, se encontraron diferencias en el número de espinas en la hoja y en el cáliz entre diferentes genotipos (Arguedas-García & Monge-Pérez, 2017), y en mora, *Rubus* sp., se halló una alta variabilidad en el número de espinas en la hoja, entre diversas accesiones (Espinosa et al., 2016). También se ha informado sobre la amplia variabilidad en el número de espinas en el fruto de chayote, *Sechium edule* (Avendaño-Arrazate et al., 2017). Todos estos resultados coinciden con nuestros hallazgos en el presente estudio, para el número de espinas en el fruto de tacaco.

Se ha planteado que la evolución en las características del fruto responde en forma importante a las interacciones con frugívoros; por ejemplo, los frutos con colores poco atractivos, como el color verde (como el tacaco), está asociado con su ingestión y dispersión por parte de mamíferos, mientras que los frutos grandes y con semillas grandes son consumidos frecuentemente por animales de cuerpo grande (Nascimento et al., 2020). Por otra parte, la evolución de características defensivas está dirigida por relaciones antagonistas; las características defensivas mecánicas, como las espinas (especialmente en la hoja), son una estrategia de defensa de las plantas contra mamíferos herbívoros; se ha hallado una relación negativa entre la presencia de espinas y el tamaño del fruto (Nascimento et al., 2020).

Por otra parte, no se encontraron referencias en la literatura sobre la variabilidad en el

número de suturas de los frutos.

La amplia variabilidad fenotípica hallada en tacaco para el número de espinas y de suturas longitudinales del fruto, sugiere que dichas características están gobernadas por muchos genes (variables poligénicas), tal y como ha sido planteado por otros investigadores en otros cultivos (Boyle et al., 2017; Lai et al., 2024); esta variabilidad podría ser clave para futuros programas de mejoramiento genético y conservación de la diversidad de esta especie.

Este trabajo constituye el primer informe sobre la variabilidad en el número de espinas y suturas longitudinales del fruto en tacaco, entre accesiones de tacaco.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el financiamiento recibido de parte de la Universidad de Costa Rica, para la realización de esta investigación.

ÉTICA, CONFLICTO DE INTERESES Y DECLARACIÓN DE FINANCIAMIENTO

Declaramos haber cumplido con todos los requisitos éticos y legales pertinentes, tanto durante el estudio como en la preparación de este documento; que no hay conflictos de interés de ningún tipo, y que todas las fuentes financieras se detallan plena y claramente en la sección de agradecimientos. Asimismo, estamos de acuerdo con la versión editada final de esta publicación. El respectivo documento legal firmado se encuentra en los archivos de la revista.

La declaración de contribución de cada autor es la siguiente: J.E.M.P. y M.L.C.: Diseño del estudio, recolección y análisis de datos. Todos los coautores: preparación y aprobación final del manuscrito.

REFERENCIAS

- Alfaro, M. (1941). *El tacaco*. [Tesis de Licenciatura] Universidad de Costa Rica.
- Arguedas-García, C., & Monge-Pérez, J. E. (2017). Caracterización morfológica de dos genotipos de berenjena (*Solanum melongena*) cultivados en invernadero en Costa Rica. *Cuadernos de Investigación UNED*, 9(2), 266-272. <https://tinyurl.com/288tm9dr>
- Avendaño-Arrazate, C. H., Cadena-Iñiguez, J., Cisneros-Solano, V. M., Ramírez-Rodas, Y. C., & Mejía-Montoya, G. B. (2017). Variación morfológica a nivel inter e infraespecífico en *Sechium* spp. *Agroproductividad*, 10(9), 58-63. <https://tinyurl.com/26jdvswj>
- Boyle, E. A., Li, Y. I., & Pritchard, J. K. (2017). An expanded view of complex traits: from polygenic to omnigenic. *Cell*, 169, 1177-1186. <https://tinyurl.com/2xkfpd92>
- Brenes, A. (1992). Situación actual y perspectivas del tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey] en Costa Rica. *Boletín Agrario*, 11(39), 1-23.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., González, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2008). *Infostat, versión 2008*. Córdoba, Argentina: Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba.
- Duque, E. N., Aguirre-Saltos, M. B., & Tamayo-Domínguez, A. C. (2022). Caracterización fenotípica, genotípica y ensayos de autopolinización en 18 accesiones de achote (*Bixa orellana* L.) en Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 46(2), 117-134. <https://doi.org/10.15517/rac.v46i2.52052>

- Espinosa, N., Ligarreto, G. A., Barrero, L. S., & Medina, C. I. (2016). Variabilidad morfológica de variedades nativas de mora (*Rubus* sp.) en los Andes de Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 10(2), 211-221. <http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2016v10i2.4755>
- Lai, W. Y., Nolte, V., Jaksic, A. M., & Schlötterer, C. (2024). Evolution of phenotypic variance provides insights into the genetic basis of adaptation. *Genome Biology and Evolution*, 16(4), 1-15. <https://tinyurl.com/25evx9ru>
- León, J. (1987). *Botánica de los cultivos tropicales*. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- Lira, R. (1995). Estudios taxonómicos en el género *Sechium* P. Br. (Cucurbitaceae). [Tesis Doctoral, Universidad Nacional Autónoma de México]. <https://tinyurl.com/27twwhfg>
- Lobo, M., Medina, C. I., Delgado, O. A., & Bermeo, A. (2007). Variedad morfológica de la colección colombiana de lulo (*Solanum quitoense* Lam.) y especies relacionadas de la sección *Lasiocarpa*. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 60(2), 3939-3964. <https://tinyurl.com/2ybnyvvo>
- López-Borja, E. N., Romo-Campos, R. d., Arreola-Nava, H. J., Muñoz, A., & Loza-Cornejo, S. (2017). Variación morfológica en *Opuntia jaliscana* (Cactaceae). *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 74(1), 1-12. <https://doi.org/10.3989/ajbm.2431>
- Monge-Pérez, J. E., & Loría-Coto, 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. <https://doi.org/10.18845/tm.v30i3.3274>
- Monge-Pérez, J. E., & Loría-Coto, M. (2018a). Cuantificación de la variabilidad entre progenies de tacaco (*Sechium tacaco*). *Revista Pensamiento Actual*, 18(30), 67-77. <https://doi.org/10.15517/pa.v18i30.33813>
- Monge-Pérez, J. E., & Loría-Coto, M. (2018b). Variabilidad morfológica en frutos de una población de tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey] a través del tiempo. *Tecnología en Marcha*, 31(4), 15-24. <https://doi.org/nkmp>
- Monge-Pérez, J. E., & Loría-Coto, M. (2022). Novedad: Presencia de cuatro y ocho suturas longitudinales completas en frutos de tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey]. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 26, 42-46. <https://doi.org/10.53897/RevAIA.22.26.03>
- Morales, J. (1991). *Morfología de Sechium tacaco* (Pitt.) Jeffrey, Cucurbitaceae. [Tesis de Maestría] Universidad de Costa Rica.
- Morales, J. (1994). Morfología general del tacaco, *Sechium tacaco* (Cucurbitaceae). *Revista de Biología Tropical*, 42(1-2), 59-71.
- Nascimento, L. F., Guimarães, P. R., Onstein, R. E., Kissling, W. D., & Pires, M. M. (2020). Associated evolution of fruit size, fruit colour and spines in Neotropical palms. *Journal of Evolutionary Biology*, 33(6), 858-868. <https://doi.org/10.1111/jeb.13619>
- Saborío, J. C. (1998). *Estudio fenológico del tacaco [Sechium tacaco (Pittier) C. Jeffrey], en Santa Lucía, Barva, Heredia*. [Tesis de Licenciatura] Universidad Nacional.
- Saborío, J. C., Brenes, A., & Munguía, S. (1999a). *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. San José, Costa Rica.
- Saborío, J. C., Brenes, A., & Munguía, S. (1999b). *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. San José, Costa Rica.
- Tapia, H. J., Arias, S., Yáñez-Espinosa, L., & Terrazas, T. (2016). El uso de espinas del tallo en la identificación de las especies de *Neobuxbaumia* (Cactaceae). *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(2), 288-300. <https://doi.org/gwvh3g>