

Tacaco (*Sechium tacaco*): relaciones entre características morfológicas del fruto

Tacaco (*Sechium tacaco*): relations among morphological characteristics of the fruit


José Eladio Monge-Pérez¹, Michelle Loría-Coto²


Fecha de recepción: 16 de octubre, 2024
Fecha de aprobación: 27 de enero, 2025

Monge-Pérez, J.E; Loría-Coto, M. Tacaco (*Sechium tacaco*): relaciones entre características morfológicas del fruto. *Tecnología en Marcha*. Vol. 38, N° 3. Julio-Setiembre, 2025. Pág. 120-136.


 <https://doi.org/10.18845/tm.v38i3.7559>


1 Finca Experimental Interdisciplinaria de Modelos Agroecológicos, Universidad de Costa Rica, Turrialba, Costa Rica.

 jose.mongeperez@ucr.ac.cr

 <https://orcid.org/0000-0002-5384-507X>.

2 Escuela de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Estatal a Distancia, Sabanilla, Costa Rica.

 michelle_loria@yahoo.com

 <https://orcid.org/0000-0003-0456-2230>

Palabras clave

Cucurbitaceae; Costa Rica; correlación de Spearman; fruto; espinas.

Resumen

Se cuantificó la relación entre características morfológicas del fruto de tacaco. Se colectaron frutos de 22 accesiones de tacaco, y se evaluaron las siguientes características: peso (g), longitud (mm), ancho (mm), grosor (mm), número de suturas longitudinales completas, número de suturas longitudinales incompletas, número total de suturas longitudinales, número de espinas, relación longitud:ancho, relación longitud:grosor, y relación ancho:grosor. Se calculó la correlación de Spearman para la relación entre todas las variables, y también para la relación entre la altitud del sitio de recolección y las demás variables. Se compararon las accesiones de tacaco con y sin espinas, mediante la prueba de Kruskal Wallis. Se hallaron 10 correlaciones entre variables que fueron altas ($r \geq 0,63$) y significativas ($p \leq 0,05$). Se obtuvo una correlación positiva moderada entre la altitud del sitio de recolección y: peso ($r=0,40^{**}$), longitud ($r=0,26^{**}$), ancho ($r=0,32^{**}$) y grosor del fruto ($r=0,38^{**}$). Se encontraron diferencias significativas en 10 variables entre las accesiones de tacaco con y sin espinas. Se concluye que, en comparación con los frutos sin espinas, los frutos espinosos mostraron valores significativamente menores en peso, longitud, ancho, grosor, relación longitud:ancho y relación longitud:grosor, y valores mayores en el número de suturas longitudinales incompletas, número total de suturas longitudinales, número de espinas, y relación ancho:grosor. Este trabajo constituye el primer informe sobre el estudio de las relaciones entre características morfológicas de los frutos de tacaco.

Keywords

Cucurbitaceae; Costa Rica; Spearman correlation; fruit; spines.

Abstract

The relationship between morphological characteristics of the tacaco fruit was quantified. Fruits from 22 tacaco accessions were collected, and the following characteristics were evaluated: weight (g), length (mm), width (mm), thickness (mm), number of complete longitudinal sutures, number of incomplete longitudinal sutures, total number of longitudinal sutures, number of spines, length:width ratio, length:thickness ratio, and width:thickness ratio. Spearman's correlation was calculated for the relationship between all variables, and also for the relationship between the altitude of the collection site and the other variables. Spineless and spiny tacaco accessions were compared using the Kruskal Wallis test. Ten correlations were found between variables that were high ($r \geq 0,63$) and significant ($p \leq 0,05$). A moderate positive correlation was found between altitude of the collection site and: weight ($r=0,40^{**}$), length ($r=0,26^{**}$), width ($r=0,32^{**}$) and thickness ($r=0,38^{**}$) of the fruit. Significant differences were found in 10 variables between spineless and spiny tacaco accessions. It is concluded that, compared to spineless fruits, the spiny fruits showed significantly lower values in weight, length, width, thickness, length:width ratio and length:thickness ratio, and higher values in the number of incomplete longitudinal sutures, total number of longitudinal sutures, number of spines, and width:thickness ratio. This work constitutes the first report on the study of the relationships between morphological characteristics of tacaco fruits.

Introducción

El tacaco, *Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey, es una planta endémica de Costa Rica que pertenece a la familia Cucurbitaceae, y sus frutos son consumidos como hortaliza o postre [1] [2].

Entre las principales características morfológicas de los frutos se encuentran: peso, longitud, ancho, grosor, número de suturas longitudinales completas, número de suturas longitudinales incompletas, número total de suturas longitudinales, número de espinas, relación longitud:ancho, relación longitud:grosor, y relación ancho:grosor [2] [3] [4] [5].

En otras investigaciones se han estudiado las relaciones entre diversas características morfológicas de los frutos de varias especies, como pepino [6] [7] [8], tomate [9] [10] [11], melón [12] [13], berenjena [14] [15] [16], pimiento [17] [18] [19], uchuva (*Physalis peruviana*) [20], manzana [21], fresa [22], okra [23], ayote (*Cucurbita moschata*) [24], así como en la cucurbitácea *Benincasa hispida* [25], y la especie *Caesalpinia ebano* [26].

El análisis de correlación mide el grado de asociación entre rasgos cuantitativos [8]. Cuando los datos de una variable no se ajustan a una distribución normal, entonces se requiere del uso de la estadística no paramétrica; en este caso, para el estudio de las relaciones entre variables se utiliza la correlación de Spearman [27] [28].

El objetivo del trabajo fue cuantificar la relación entre características morfológicas del fruto de 22 accesiones de tacaco.

Materiales y métodos

Se realizaron 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 (cuadro 1). Se colectaron entre 6 y 90 frutos sazones por accesión, según la disponibilidad al momento de la colecta, para un total de 1099 frutos evaluados. Se registró la altitud y las coordenadas geográficas de cada sitio de colecta, mediante un medidor modelo GPS-MAP 78S, marca Garmin.

Se evaluaron las siguientes características en los frutos: PF: peso (g); LF: longitud (mm); AF: ancho (mm); GF: grosor (mm); NSLC: número de suturas longitudinales completas; NSLI: número de suturas longitudinales incompletas; NTSL: número total de suturas longitudinales; y NE: número de espinas. Además, se calcularon las relaciones entre longitud y ancho del fruto (L/A), longitud y grosor del fruto (L/G), y ancho y grosor del fruto (A/G). Se utilizó la metodología de evaluación descrita en un trabajo anterior [2].

Para todas las variables, se aplicó la prueba de Shapiro-Wilks modificado, la cual confirmó que los datos de todas las variables no se ajustaron a una distribución normal. Por lo tanto, para el análisis de la relación entre las variables, se calculó el coeficiente de correlación de Spearman, y para aquellas combinaciones de variables en que se encontró una alta correlación ($r \geq 0,63$) y significancia estadística ($p \leq 0,05$), se obtuvo el diagrama de dispersión de los datos. Las correlaciones se obtuvieron tanto entre el total de las 22 accesiones, como según el tipo de fruto (con o sin espinas). También se obtuvo la correlación de Spearman entre cada variable y la altitud del sitio de colecta. Asimismo, se realizó el análisis de varianza no paramétrica para la comparación entre los tacacos con y sin espinas, mediante la prueba de Kruskal Wallis ($p \leq 0,05$), para cada variable. Para todos los análisis de datos se utilizó el paquete estadístico InfoStat [27].

Cuadro 1. Accesiones de tacaco (*Sechium tacaco*) colectadas.

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"	1147	Sí
2	El Yas de Paraíso, Cartago	9° 51' 41,433"	83° 49' 12,375"	1261	Sí
3	La Flor de Paraíso, Cartago	9° 52' 13,048"	83° 48' 28,142"	1264	No
4	La Flor, Paraíso, Cartago	9° 52' 20,127"	83° 48' 54,333"	1387	No
5	El Yas, Paraíso, Cartago	9° 51' 31,143"	83° 49' 5,127"	1213	Sí
7	San Isidro de Alajuela	10° 4' 49,061"	84° 11' 43,073"	1363	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"	1248	No
12	San Isidro, Alajuela, Alajuela	10° 4' 0,205"	84° 11' 40,022"	1288	Sí
13	Tapezco, Zarcerro, Alajuela	10° 13' 18,231"	84° 24' 19,202"	1786	No
14	San Juan, Naranjo, Alajuela	10° 7' 22,217"	84° 24' 8,701"	1254	No
15	Zarcerro, Alajuela	10° 10' 33,549"	84° 24' 4,734"	1619	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"	1111	Sí
18	Copal, Coto Brus, Puntarenas	8° 46' 41,033"	82° 56' 54,569"	1156	Sí
19	Piedades Norte, San Ramón, Alajuela	10° 8' 5,271"	84° 30' 51,834"	1081	Sí
20	Piedades Norte, San Ramón, Alajuela	10° 8' 5,271"	84° 30' 51,834"	1081	Sí
21	San Jerónimo, Naranjo, Alajuela	10° 6' 13,320"	84° 21' 29,455"	1006	Sí
22	Barrio Jesús, Santa Bárbara, Heredia	10° 3' 20,022"	84° 9' 4,286"	1293	Sí
23	Las Trojas, Sarchí, Alajuela	10° 7' 52,576"	84° 19' 22,461"	1397	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 y discusión

En el cuadro 2 se muestran los estimadores estadísticos de las variables evaluadas en este ensayo. La mayor variabilidad de los datos se halló en el número de suturas longitudinales incompletas y en el número de espinas del fruto, mientras que la menor variación se encontró en la relación ancho: grosor, la relación longitud: ancho, y en el grosor del fruto.

Cuadro 2. Estimadores estadísticos de características morfológicas de frutos de tacaco.

Variable	Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación (%)	Valor mínimo	Valor máximo	Mediana
PF	34,79	6,66	19,14	14,60	58,50	35,20
LF	58,58	5,66	9,66	40,60	77,20	58,30
AF	40,43	2,91	7,20	29,40	47,90	40,80
GF	29,20	1,89	6,46	21,10	35,80	29,20
NSLC	5,34	0,57	10,64	4,00	8,00	5,00
NSLI	1,16	1,08	93,66	0	5,00	1,00
NTSL	6,50	1,07	16,44	5,00	10,00	6,00
NE	11,54	10,22	88,53	0	40,00	14,00
L/A	1,45	0,09	6,40	1,24	1,87	1,43
L/G	2,01	0,17	8,64	1,58	2,74	1,99
A/G	1,39	0,07	5,16	1,12	1,65	1,39

Nota: PF: peso del fruto (g); LF: longitud del fruto (mm); AF: ancho del fruto (mm); GF: grosor del fruto (mm); NSLC: número de suturas longitudinales completas del fruto; NSLI: número de suturas longitudinales incompletas del fruto; NTSL: número total de suturas longitudinales del fruto; NE: número de espinas del fruto; L/A: relación longitud: ancho del fruto; L/G: relación longitud: grosor del fruto; A/G: relación ancho: grosor del fruto.

Con respecto a la correlación entre la altitud del sitio de recolección y las diversas características morfológicas del fruto de tacaco, el valor más alto se encontró con el peso del fruto ($r=0,40^{**}$) (cuadro 3); sin embargo, ninguna correlación se consideró como alta.

Cuadro 3. Coeficientes de correlación de Spearman (r) entre la altitud del sitio de recolección y características morfológicas de frutos de tacaco.

Variable	Altitud (msnm)
PF	0,40 ^{**}
LF	0,26 ^{**}
AF	0,32 ^{**}
GF	0,38 ^{**}
NSLC	0,16 ^{**}
NSLI	-0,06 [*]
NTSL	-0,09 ^{**}
NE	-0,31 ^{**}
L/A	0,07 [*]
L/G	0,07 [*]
A/G	0,01 ^{ns}

Nota: PF: peso del fruto (g); LF: longitud del fruto (mm); AF: ancho del fruto (mm); GF: grosor del fruto (mm); NSLC: número de suturas longitudinales completas del fruto; NSLI: número de suturas longitudinales incompletas del fruto; NTSL: número total de suturas longitudinales del fruto; NE: número de espinas del fruto; L/A: relación longitud: ancho del fruto; L/G: relación longitud: grosor del fruto; A/G: relación ancho: grosor del fruto; altitud: altitud sobre el nivel del mar (msnm); ns: no significativa; *: significativa ($p \leq 0,05$); **: altamente significativa ($p \leq 0,01$).

Las correlaciones positivas moderadas halladas para el peso, longitud, ancho y grosor del fruto sugieren que los valores de dichas variables tienden a aumentar conforme aumenta la altitud del sitio de recolección, al menos para las 22 accesiones de tacaco evaluadas. Esto podría deberse a las diferentes condiciones ambientales en cada sitio de recolección, en especial la temperatura, que es menor conforme aumenta la altitud; sin embargo, no hay datos en la literatura sobre el efecto de las variables ambientales en las características morfológicas del fruto de tacaco. Por otra parte, en el cultivo de chayote (*Sechium edule*), que comparte el mismo género que el tacaco, se encontró un resultado contrario al hallado en la presente investigación, pues se halló una correlación negativa entre la altitud y las características de peso, longitud, ancho y grosor del fruto; es decir, a mayor altitud, menores valores para dichas variables [29].

Con respecto a la comparación entre las accesiones de tacaco con espinas y sin espinas en el fruto, se hallaron diferencias significativas para 10 de las características evaluadas; únicamente no se encontró diferencias para el número de suturas longitudinales completas (cuadro 4). En general, en comparación con los frutos sin espinas, los frutos espinosos mostraron valores significativamente menores en peso, longitud, ancho, grosor, relación longitud:ancho y relación longitud:grosor, y valores significativamente mayores en el número de suturas longitudinales incompletas, número total de suturas longitudinales, número de espinas, y relación ancho:grosor.

Cuadro 4. Comparación estadística entre accesiones de tacaco con y sin espinas.

Variable	Accesiones	
	Con espinas	Sin espinas
PF	33,30 a	37,68 b
LF	56,80 a	62,03 b
AF	40,07 a	41,11 b
GF	28,87 a	29,84 b
NSLC	5,31 a	5,40 a
NSLI	1,28 b	0,92 a
NTSL	6,58 b	6,33 a
NE	17,44 b	0,08 a
L/A	1,42 a	1,51 b
L/G	1,97 a	2,08 b
A/G	1,39 b	1,38 a

Nota: PF: peso del fruto (g); LF: longitud del fruto (mm); AF: ancho del fruto (mm); GF: grosor del fruto (mm); NSLC: número de suturas longitudinales completas del fruto; NSLI: número de suturas longitudinales incompletas del fruto; NTSL: número total de suturas longitudinales del fruto; NE: número de espinas del fruto; L/A: relación longitud:ancho del fruto; L/G: relación longitud:grosor del fruto; A/G: relación ancho:grosor del fruto; medias que comparten una misma letra no muestran diferencias significativas, según prueba Kruskal Wallis ($p \leq 0,05$).

En el cuadro 5 se muestran los coeficientes de correlación de Spearman entre todas las variables evaluadas. Se hallaron 10 correlaciones entre variables que fueron altas ($r \geq 0,63$) y significativas ($p \leq 0,05$).

Cuadro 5. Coeficientes de correlación de Spearman (r) entre características morfológicas de frutos de tacaco.

	LF	AF	GF	NSLC	NSLI	NTSL	NE	L/A	L/G	A/G
PF	0,79**	0,92**	0,79**	0,20**	0,02 ^{ns}	0,04 ^{ns}	-0,22**	0,14**	0,28**	0,26**
LF		0,66**	0,46**	0,17**	-0,05 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	-0,30**	0,63**	0,72**	0,37**
AF			0,71**	0,16**	0,08**	0,07*	-0,09**	-0,09**	0,22**	0,45**
GF				0,24**	0,04 ^{ns}	0,10**	-0,20**	-0,07*	-0,19**	-0,22**
NSLC					-0,01 ^{ns}	0,40**	0,14**	0,17**	0,08**	0,05 ^{ns}
NSLI						0,85**	0,16**	-0,09**	-0,03 ^{ns}	0,08**
NTSL							0,10**	-0,09**	-0,11**	-0,03 ^{ns}
NE								-0,32**	-0,18**	0,12**
L/A									0,76**	0,04 ^{ns}
L/G										0,63**

Nota: PF: peso del fruto (g); LF: longitud del fruto (mm); AF: ancho del fruto (mm); GF: grosor del fruto (mm); NSLC: número de suturas longitudinales completas del fruto; NSLI: número de suturas longitudinales incompletas del fruto; NTSL: número total de suturas longitudinales del fruto; NE: número de espinas del fruto; L/A: relación longitud:ancho del fruto; L/G: relación longitud:grosor del fruto; A/G: relación ancho:grosor del fruto; ns: no significativa; *: significativa ($p \leq 0,05$); **: altamente significativa ($p \leq 0,01$).

A continuación, se detallan los coeficientes de correlación en general, y según la presencia o ausencia de espinas, así como el diagrama de dispersión de los datos, para esas correlaciones.

Con respecto a la relación entre longitud y peso del fruto (cuadro 6 y figura 1), la correlación fue alta, positiva y altamente significativa, tanto para el total de accesiones, como para los frutos con y sin espinas. Esta relación es lógica, pues un fruto más largo generalmente tiene mayor peso. Para esta relación, al igual que en el presente estudio, también se encontró una correlación alta y positiva en pepino ($r=0,68-0,99^{**}$) [6] [7] [8], berenjena ($r=0,98^{**}$) [15], tomate ($r=0,64-0,69^{**}$) [9] [10], melón ($r=0,76^{**}$) [12], *Caesalpinia ebano* ($r=0,98^{**}$) [26], *Benincasa hispida* ($r=0,86^{**}$) [25], y ayote (*Cucurbita moschata*) ($r=0,91^*$) [24], mientras que en manzana la correlación fue moderada ($r=0,59^*$) [21], al igual que en pimiento ($r=0,62^{**}$) [17] y berenjena ($r=0,60^{**}$) [14]. Por el contrario, en otro estudio en pimiento la correlación hallada entre estas variables fue negativa y moderada ($r=-0,50^{**}$) [19], mientras que dicha correlación no fue significativa en los cultivos de uchuva [20], fresa [22], berenjena [16], y en otro estudio en pimiento [18].

Cuadro 6. Coeficientes de correlación de Spearman entre longitud y peso del fruto de tacaco.

Tipo de fruto	Coeficiente de correlación (r)	Probabilidad
Total (n=22)	0,79	**
Con espinas (n=15)	0,76	**
Sin espinas (n=7)	0,77	**

Nota: **: altamente significativa ($p \leq 0,01$).

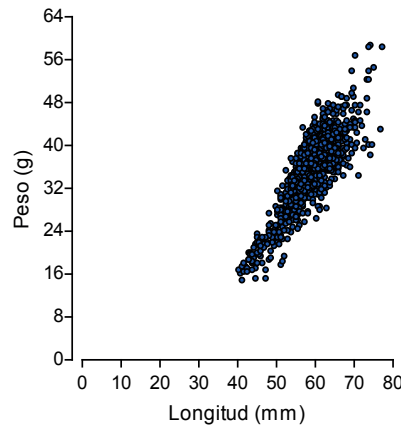


Figura 1. Diagrama de dispersión de la relación entre longitud y peso del fruto de 22 accesiones de tacaco.

En cuanto a la relación entre ancho y peso del fruto (cuadro 7 y figura 2), la correlación fue alta, positiva y altamente significativa, tanto para el total de accesiones, como para los frutos con y sin espinas. Esta relación es lógica, pues un fruto más ancho generalmente tiene mayor peso. Para esta relación, al igual que en el presente ensayo, en otra investigación con pepino también se obtuvo una correlación alta y positiva ($r=0,66-0,67^{**}$) [6] [7], y lo mismo se halló en pimiento ($r=0,89^{**}$) [19], berenjena ($r=0,76-0,92^{**}$) [14] [15], tomate ($r=0,75^{**}$) [9], melón ($r=0,84-0,88^{**}$) [12] [30], *Caesalpinia ebano* ($r=0,80^{**}$) [26], *Benincasa hispida* ($r=0,91^{**}$) [25], y ayote (*Cucurbita moschata*) ($r=0,95^{**}$) [24]. Sin embargo, en otro ensayo con pepino se halló una correlación moderada ($r=0,39^{**}$) entre estas variables [8], y lo mismo sucedió en uchuva ($r=0,43^*$) [20], pimiento ($r=0,57-0,61^{**}$) [17] [18], fresa ($r=0,59^{**}$) [22], manzana ($r=0,59^*$) [21], y berenjena ($r=0,47^{**}$) [16]. Por otra parte, en otro estudio en tomate, esta correlación no fue significativa [10].

Cuadro 7. Coeficientes de correlación de Spearman entre ancho y peso del fruto de tacaco.

Tipo de fruto	Coefficiente de correlación (r)	Probabilidad
Total (n=22)	0,92	**
Con espinas (n=15)	0,94	**
Sin espinas (n=7)	0,94	**

Nota: **: altamente significativa ($p \leq 0,01$).

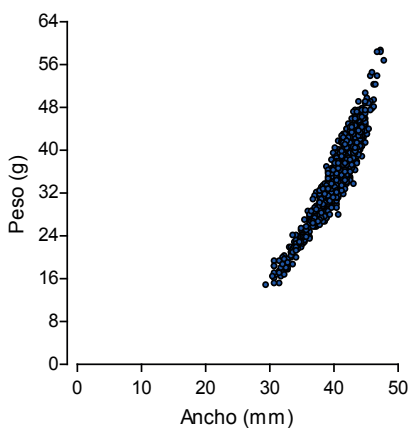


Figura 2. Diagrama de dispersión de la relación entre ancho y peso del fruto de 22 accesiones de tacaco.

Para la relación entre grosor y peso del fruto (cuadro 8 y figura 3), la correlación fue alta, positiva y altamente significativa, tanto para el total de accesiones, como para los frutos con y sin espinas. Esta relación es lógica, pues un fruto más grueso generalmente tiene mayor peso. Para esta relación, en *Benincasa hispida* se halló una correlación alta y positiva ($r=0,78^{**}$) [25], al igual que en el presente trabajo en tacaco; de forma contraria, en *Caesalpinia eburnea* dicha correlación no fue significativa [26].

Cuadro 8. Coeficientes de correlación de Spearman entre grosor y peso del fruto de tacaco.

Tipo de fruto	Coefficiente de correlación (r)	Probabilidad
Total (n=22)	0,79	**
Con espinas (n=15)	0,82	**
Sin espinas (n=7)	0,74	**

Nota: **: altamente significativa ($p \leq 0,01$).

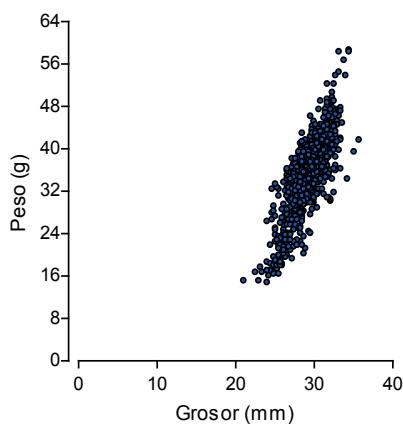


Figura 3. Diagrama de dispersión de la relación entre grosor y peso del fruto de 22 accesiones de tacaco.

Con respecto a la relación entre longitud y ancho del fruto (cuadro 9 y figura 4), la correlación fue alta, positiva y altamente significativa, tanto para el total de accesiones, como para los frutos con y sin espinas. Esta relación no es necesariamente lógica; sin embargo, es una característica importante a tener en cuenta en programas de fitomejoramiento, pues permitiría utilizar como criterio de selección únicamente una de estas variables, por ejemplo, la longitud del fruto. De la misma forma que en el presente ensayo, en berenjena la correlación entre estas variables fue positiva y alta ($r=0,66-0,95^{**}$) [14] [15], y lo mismo se obtuvo en ayote (*Cucurbita moschata*) ($r=0,90^*$) [24], pepino ($r=0,86^{**}$) [6], melón ($r=0,86^{**}$) [12], tomate ($r=0,67^{**}$) [9], *Caesalpinia eban* ($r=0,73^*$) [26], *Benincasa hispida* ($r=0,73^*$) [25], y uchuva ($r=0,75^{**}$) [20]. Por el contrario, en otro estudio en pepino se halló una correlación moderada ($r=0,47-0,49^{**}$) entre estas variables [31] [8], y lo mismo se obtuvo en pimiento ($r=0,25^{**}$) [17] y okra ($r=0,55^{**}$) [23], mientras que en otro estudio en pimiento la correlación hallada fue negativa ($r=-0,76^{**}$) [19], al igual que en fresa ($r=-0,29^*$) [22], y berenjena ($r=-0,47^{**}$) [16]. Por otra parte, dicha correlación no fue significativa en manzana [21], ni en otros estudios en tomate [10] y pimiento [18].

Cuadro 9. Coeficientes de correlación de Spearman entre longitud y ancho del fruto de tacaco.

Tipo de fruto	Coefficiente de correlación (r)	Probabilidad
Total (n=22)	0,66	**
Con espinas (n=15)	0,71	**
Sin espinas (n=7)	0,63	**

Nota: **: altamente significativa ($p \leq 0,01$).

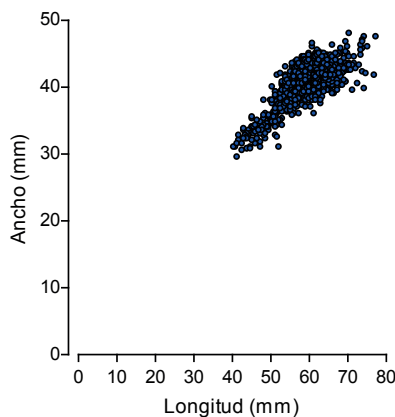


Figura 4. Diagrama de dispersión de la relación entre longitud y ancho del fruto de 22 accesiones de tacaco.

En cuanto a la relación entre longitud y relación longitud:ancho del fruto (cuadro 10 y figura 5), la correlación fue alta, positiva y altamente significativa, tanto para el total de accesiones, como para los frutos sin espinas, pero no fue alta para los frutos espinosos. Esta es una relación lógica, debido a que la variable LF corresponde al numerador de la relación L/A. Para esta relación, al igual que en el presente ensayo, en fresa también se encontró una correlación alta y positiva ($r=0,79^{**}$) [22], y lo mismo se obtuvo en manzana ($r=0,81^*$) [21].

Cuadro 10. Coeficientes de correlación de Spearman entre longitud y relación longitud:ancho del fruto de tacaco.

Tipo de fruto	Coefficiente de correlación (r)	Probabilidad
Total (n=22)	0,63	**
Con espinas (n=15)	0,44	**
Sin espinas (n=7)	0,80	**

Nota: **: altamente significativa ($p \leq 0,01$).

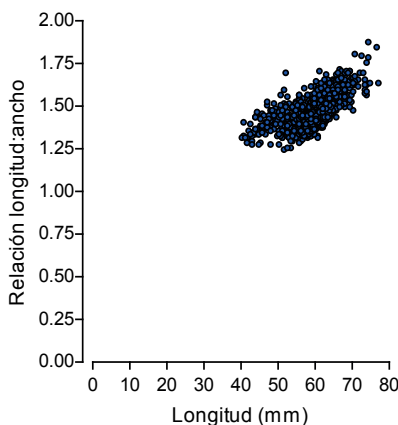


Figura 5. Diagrama de dispersión de la relación entre longitud y relación longitud:ancho del fruto de 22 accesiones de tacaco.

Para la relación entre longitud y relación longitud: grosor del fruto (cuadro 11 y figura 6), la correlación fue alta, positiva y altamente significativa, tanto para el total de accesiones, como para los frutos con y sin espinas. Nuevamente, esta es una relación lógica, ya que la variable LF corresponde al numerador de la relación L/G. No se encontraron referencias en la literatura sobre esta relación.

Cuadro 11. Coeficientes de correlación de Spearman entre longitud y relación longitud:grosor del fruto de tacaco.

Tipo de fruto	Coefficiente de correlación (r)	Probabilidad
Total (n=22)	0,72	**
Con espinas (n=15)	0,64	**
Sin espinas (n=7)	0,80	**

Nota: **: altamente significativa ($p \leq 0,01$).

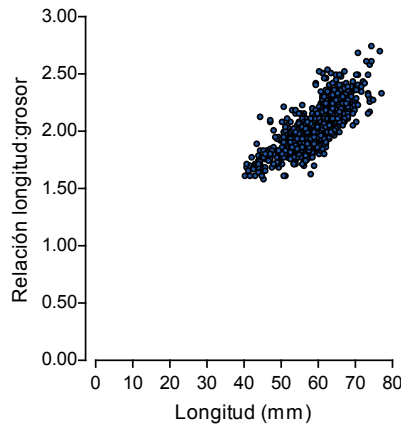


Figura 6. Diagrama de dispersión de la relación entre longitud y relación longitud:grosor del fruto de 22 accesiones de tacaco.

Con respecto a la relación entre ancho y grosor del fruto (cuadro 12 y figura 7), la correlación fue alta, positiva y altamente significativa, tanto para el total de accesiones, como para los frutos con y sin espinas. Esta relación no es necesariamente lógica; sin embargo, es una característica importante a tener en cuenta en programas de selección y fitomejoramiento. Para esta relación, de la misma forma que en el presente estudio, en la especie *Benincasa hispida* se obtuvo una correlación positiva y alta ($r=0,81^{**}$) [25], pero en *Caesalpinia ebano* esta correlación no fue significativa [26].

Cuadro 12. Coeficientes de correlación de Spearman entre ancho y grosor del fruto de tacaco.

Tipo de fruto	Coefficiente de correlación (r)	Probabilidad
Total (n=22)	0,71	**
Con espinas (n=15)	0,70	**
Sin espinas (n=7)	0,73	**

Nota: **: altamente significativa ($p \leq 0,01$).

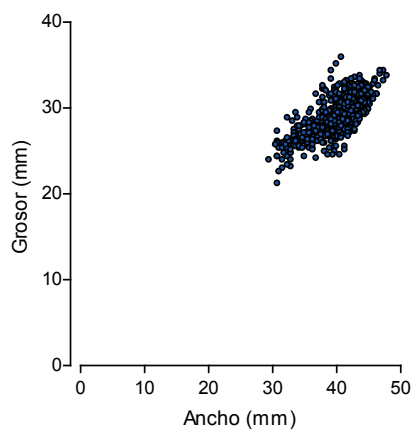


Figura 7. Diagrama de dispersión de la relación entre ancho y grosor del fruto de 22 accesiones de tacaco.

En cuanto a la relación entre número de suturas longitudinales incompletas y número total de suturas longitudinales del fruto (cuadro 13 y figura 8), la correlación fue alta, positiva y altamente significativa, tanto para el total de accesiones, como para los frutos con y sin espinas. Esta es una relación lógica, pues el NSLI es parte del NTSL. Para esta relación no se hallaron informes en la literatura.

Cuadro 13. Coeficientes de correlación de Spearman entre número de suturas longitudinales incompletas y número total de suturas longitudinales del fruto de tacaco.

Tipo de fruto	Coeficiente de correlación (r)	Probabilidad
Total (n=22)	0,85	**
Con espinas (n=15)	0,88	**
Sin espinas (n=7)	0,76	**

Nota: **: altamente significativa ($p \leq 0,01$).

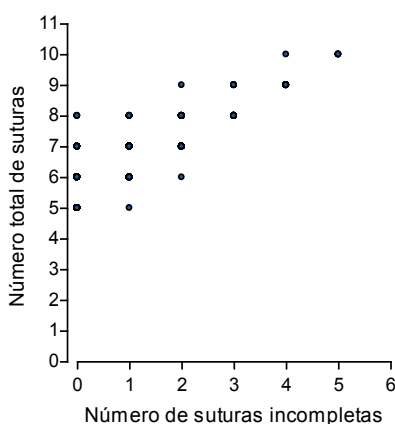


Figura 8. Diagrama de dispersión de la relación entre número de suturas longitudinales incompletas y número total de suturas longitudinales del fruto de 22 accesiones de tacaco.

Para la correlación entre relación longitud:ancho y relación longitud: grosor del fruto (cuadro 14 y figura 9), la correlación fue alta, positiva y altamente significativa, tanto para el total de accesiones, como para los frutos con y sin espinas. Esta es una relación lógica, pues ambas variables comparten a LF en el numerador. Para esta relación no se hallaron informes en la literatura.

Cuadro 14. Coeficientes de correlación de Spearman entre relación longitud:ancho y relación longitud:grosor del fruto de tacaco.

Tipo de fruto	Coeficiente de correlación (r)	Probabilidad
Total (n=22)	0,76	**
Con espinas (n=15)	0,64	**
Sin espinas (n=7)	0,92	**

Nota: **: altamente significativa ($p \leq 0,01$).

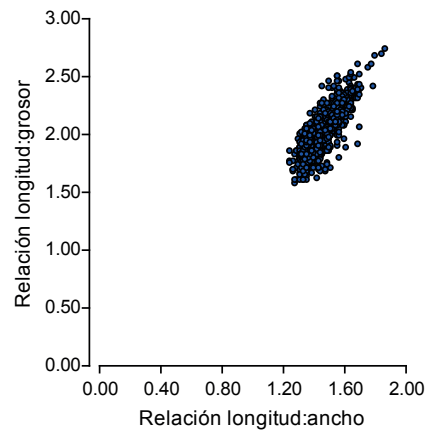


Figura 9. Diagrama de dispersión de la relación entre relación longitud:ancho y relación longitud:grosor del fruto de 22 accesiones de tacaco.

Con respecto a la correlación entre relación longitud:grosor y relación ancho:grosor del fruto (cuadro 15 y figura 10), la correlación fue alta, positiva y altamente significativa, tanto para el total de accesiones, como para los frutos con y sin espinas. Esta es una relación lógica, pues ambas variables comparten a GF en el denominador. No se hallaron informes en la literatura para esta relación.

Cuadro 15. Coeficientes de correlación de Spearman entre relación longitud:grosor y relación ancho:grosor del fruto de tacaco.

Tipo de fruto	Coefficiente de correlación (r)	Probabilidad
Total (n=22)	0,63	**
Con espinas (n=15)	0,69	**
Sin espinas (n=7)	0,73	**

Nota: **: altamente significativa ($p \leq 0,01$).

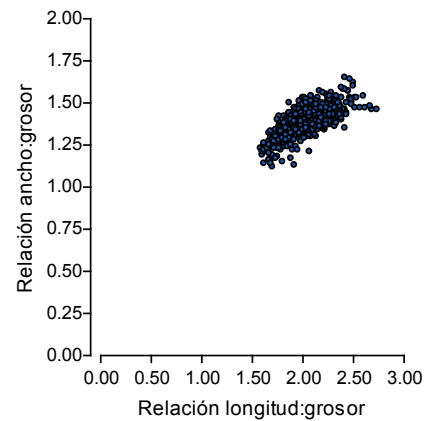


Figura 10. Diagrama de dispersión de la relación entre relación longitud:grosor y relación ancho:grosor del fruto de 22 accesiones de tacaco.

Como comentario adicional, en varias otras especies se ha informado sobre una relación negativa entre la presencia de espinas y el tamaño del fruto [32]; un resultado similar se halló en el presente ensayo, pues la correlación entre el peso y el número de espinas del fruto fue negativa ($r=-0,22^{**}$); sin embargo, dicha correlación no fue alta.

Conclusiones

Se hallaron 10 correlaciones entre características morfológicas de los frutos de tacaco, que fueron altas ($r\geq 0,63$) y significativas ($p\leq 0,05$).

En comparación con los frutos sin espinas, los frutos espinosos mostraron valores significativamente menores en peso, longitud, ancho, grosor, relación longitud:ancho y relación longitud:grosor, y valores significativamente mayores en el número de suturas longitudinales incompletas, número total de suturas longitudinales, número de espinas, y relación ancho:grosor.

Este trabajo constituye el primer informe sobre el estudio de las relaciones entre características morfológicas de los frutos de tacaco.

Agradecimientos

Los autores agradecen el financiamiento recibido de parte de la Universidad de Costa Rica, para la realización de esta investigación.

Referencias

- [1] A. Brenes, «Situación actual y perspectivas del tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey] en Costa Rica,» *Boletín Agrario*, vol. 11, nº 39, pp. 1-23, 1992.
- [2] J. E. Monge-Pérez y M. Loría-Coto, «Caracterización de frutos de cinco genotipos de tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey] en Costa Rica,» *Tecnología en Marcha*, vol. 30, nº 3, pp. 71-84, 2017.
- [3] J. E. Monge-Pérez y M. Loría-Coto, «Cuantificación de la variabilidad entre progenies de tacaco (*Sechium tacaco*),» *Revista Pensamiento Actual*, vol. 18, nº 30, pp. 67-77, 2018.
- [4] J. E. Monge-Pérez y M. Loría-Coto, «Variabilidad morfológica en frutos de una población de tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey] a través del tiempo,» *Tecnología en Marcha*, vol. 31, nº 4, pp. 15-24, 2018.
- [5] J. E. Monge-Pérez y M. Loría-Coto, «Morfometría básica de frutos espinosos de "accesiones" de tacaco (*Sechium tacaco*; Cucurbitaceae),» *Cuadernos de Investigación UNED*, vol. 16, p. e5268, 2024.
- [6] O. A. Umeh, I. S. Umeh, J. I. Uiasi, E. R. Keyagha y C. O. Cooney, «Principal component and correlation analyses study on fruit yield in cucumber (*Cucumis sativus* L.) genotypes,» *Electronic Journal of Plant Breeding*, vol. 15, nº 2, pp. 532-537, 2024.
- [7] K. Chacón-Padilla y J. E. Monge-Pérez, «Producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo invernadero: correlaciones entre variables,» *Revista Posgrado y Sociedad*, vol. 18, nº 2, pp. 53-70, 2020.
- [8] J. A. Cruz-Coronado, J. E. Monge-Pérez y M. Loría-Coto, «Pepino (*Cucumis sativus* L.) cultivado en ambiente protegido: correlaciones entre variables,» *Tecnología en Marcha*, vol. 34, nº 4, pp. 75-91, 2021.
- [9] D. Arya, A. K. Pal, A. K. Singh, B. Kumar y A. Rathour, «Studies of correlation and path coefficients for tomato yield and quality attributes (*Solanum lycopersicum* L.),» *International Journal of Environment and Climate Change*, vol. 13, nº 10, pp. 381-388, 2023.
- [10] Y. Kousar, B. Tooheed, M. Z. Khan, H. Murad, M. Ramzan, I. Khadim, A. Fatima y S. Shakoore, «Correlation analysis for yield and yield contributing traits in tomato (*Solanum lycopersicon* L.),» *Life Science Journal*, vol. 18, nº 6, pp. 65-70, 2021.
- [11] J. E. Monge-Pérez y M. Loría-Coto, «Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cultivado bajo invernadero: correlaciones entre variables,» *Tecnología en Marcha*, vol. 32, nº 3, pp. 37-54, 2019.
- [12] T. Khomphet, W. Intana, A. Promwee y S. S. Islam, «Genetic variability, correlation, and path analysis of Thai commercial melon varieties,» *International Journal of Agronomy*, vol. 2022, nº 7877239, pp. 1-6, 2022.

- [13] J. E. Monge-Pérez y M. Loría-Coto, «Melón (*Cucumis melo* L.) cultivado bajo invernadero: correlaciones entre variables,» *Tecnología en Marcha*, vol. 32, nº 1, pp. 134-150, 2019.
- [14] I. Musa, U. Magaji, S. C. Chukwu, S. Swaray y A. S. Kiri, «Phenotypic and genotypic association of yield and yield-related traits in eggplant (*Solanum melongena* L.) evaluated for two seasons,» *Innovations in Agriculture*, vol. 6, pp. 1-7, 2023.
- [15] J. E. Monge-Pérez, C. Arguedas-García y M. Loría-Coto, «Relaciones entre variables en berenjena (*Solanum melongena*),» *Tecnología en Marcha*, vol. 37, nº 1, pp. 40-50, 2024.
- [16] G. Chetan, M. M. Pandya, N. A. Patel, R. J. Joshi y B. Desai, «Correlation and path analysis in brinjal (*Solanum melongena* L.) for yield and yield related traits,» *Electronic Journal of Plant Breeding*, vol. 14, nº 4, pp. 1549-1552, 2023.
- [17] D. L. Chavan, D. P. Waskar, V. S. Khandare y S. P. Mehtre, «Correlation and coefficient analysis in chilli (*Capsicum annum* L.),» *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, vol. 10, nº 2, pp. 1848-1851, 2021.
- [18] J. Srinivas, K. R. Reddy, P. Saidaiah, K. Anitha, S. R. Pandravada y M. Balram, «Correlation and path analysis study in chilli (*Capsicum annum* L.) genotypes,» *International Research Journal of Pure & Applied Chemistry*, vol. 21, nº 21, pp. 1-11, 2020.
- [19] E. Elizondo-Cabalca y J. E. Monge-Pérez, «Pimiento (*Capsicum annum*) cultivado bajo invernadero: correlaciones entre variables,» *Revista Posgrado y Sociedad*, vol. 17, nº 2, pp. 33-60, 2019.
- [20] P. Dahiya, K. Kour, P. Bakshi, S. Kour, D. B. Singh y B. Bhushan, «Correlation and path analysis using growth, flowering, fruiting and biochemical parameters in cape gooseberry,» *Indian Journal of Horticulture*, vol. 79, nº 2, pp. 145-150, 2022.
- [21] P. Verma, N. Chauhan y S. Bodh, «Correlation and path coefficient analyses for some yield-related traits in apple (*Malus domestica* Borkh) under mid-hill conditions of Himachal Pradesh, India,» *Electronic Journal of Plant Breeding*, vol. 15, nº 1, pp. 263-269, 2024.
- [22] S. Jan, J. A. Baba, Z. A. Dar, G. Ali, S. A. Mir, S. Qurat y T. Angmo, «Studies on correlation and path coefficient analysis for various traits in different strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) cultivars under temperate climatic conditions of Kashmir,» *The Pharma Innovation Journal*, vol. 11, nº 7, pp. 3564-3567, 2022.
- [23] S. Awasthi, D. P. Singh, P. Singh, A. Upadhyay y B. Lal, «Estimation of correlation and path coefficient for morphological and quantitative traits in okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench),» *Vegetable Science*, vol. 49, nº 2, pp. 176-182, 2022.
- [24] M. B. Aguilar-Jiménez, L. Serrano-Cervantes, F. Lara-Ascencio y M. Pérez-Ascencio, «Caracterización morfoagronómica de seis cultivares de ayote (*Cucurbita moschata* Duch.) e incidencia de artrópodos y enfermedades,» *Revista Agrociencia*, vol. 1, nº 1, pp. 45-55, 2017.
- [25] M. M. Espitia-Camacho, H. Araméndiz-Tatis y C. E. Cardona-Ayala, «Correlaciones y análisis de sendero entre características del fruto y la semilla de *Benincasa hispida* [(Thunb.) Cogn.],» *Temas Agrarios*, vol. 26, nº 1, pp. 36-45, 2021.
- [26] R. D. Blanco-Fuentes, L. J. Castro-Torres, M. M. Espitia-Camacho, H. Araméndiz-Tatis y C. Cardona-Ayala, «Análisis de sendero entre características biométricas del fruto de *Caesalpinia ebano* H. Karst,» *Revista de Ciencias Agrícolas*, vol. 39, nº 2, pp. 186-197, 2022.
- [27] J. A. Di Rienzo, F. Casanoves, M. G. Balzarini, L. González, M. Tablada y C. W. Robledo, «Infostat, versión 2008,» Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina, 2008.
- [28] M. A. Mondragón, «Uso de la correlación de Spearman en un estudio de intervención en fisioterapia,» *Movimiento Científico*, vol. 8, nº 1, pp. 98-104, 2014.
- [29] J. Rubí, O. Varela, L. Granados, A. Vargas y K. Villalobos, «Efecto de la altitud sobre las características morfológicas y sensoriales vinculadas a la calidad del fruto de chayote (*Sechium edule*) tipo "quelite" producido en el Valle de Ujarrás, Costa Rica,» *Perspectivas Rurales*, vol. 17, nº 33, pp. 177-195, 2019.
- [30] J. E. Monge-Pérez y M. Loría-Coto, «Parámetros de selección para el rendimiento en melón (*Cucumis melo*) cultivado bajo invernadero,» *Cuadernos de Investigación UNED*, vol. 12, nº 2, pp. 1-11, 2020.
- [31] J. E. Monge-Pérez, K. Chacón-Padilla y M. Loría-Coto, «Criterios de selección para el rendimiento en pepino (*Cucumis sativus*) cultivado en invernadero en época seca,» *Cuadernos de Investigación UNED*, vol. 13, nº 1, pp. 1-11, 2021.
- [32] L. F. Nascimento, P. R. Guimarães, R. E. Onstein, W. D. Kissling y M. M. Pires, «Associated evolution of fruit size, fruit colour and spines in Neotropical palms,» *Journal of Evolutionary Biology*, vol. 33, pp. 858-868, 2020.

Declaración sobre uso de Inteligencia Artificial (IA)

Los autores aquí firmantes declaramos que no se utilizó ninguna herramienta de IA para la conceptualización, traducción o redacción de este artículo.