

# Composición química de variedades de semilla de algodón y efecto del medio ambiente sobre su contenido de gossipol.\*1

—————RICARDO BRESSANI\*\*, ROBERTO JARQUIN\*\*\*, LUIZ G. ELIAS\*\*\*,  
CONSTANTINO ALBERTAZZI\*\*\*\*

## ABSTRACT

*Studies were carried out to determine the effect of variety and of environment on the chemical composition and gossypol content of cottonseed grown in Guatemala. Results are reported for three groups of 13, 17 and 19 selections of cotton grown in one locality, and of 263 samples of the variety Delta Pine 15 grown in four areas of the Pacific coast of the country.*

*Variety differences in oil, protein and gossypol were slight within groups although larger differences were found between variety groups in gossypol content.*

*Statistical significant differences were found between the four areas with respect to protein, oil and gossypol content. These differences were attributed to environmental conditions, mainly rainfall.*

*Because of the importance that cotton growing has in Central America both as a cash crop and as a source of oil and protein, it is considered of interest to grow cotton varieties with superior fiber quality and with greater oil and lower gossypol content. — The authors.*

## Introducción

EN el curso de los últimos años el cultivo del algodón ha recibido particular atención en varios países del Istmo Centroamericano, con el resultado de que la producción, que en 1950 fue de 24 miles de quintales, ascendió a 572,5 miles de quintales en 1960. Aun cuando el cultivo del algodón persigue principalmente la obtención de su fibra, se ha podido comprobar que la semilla ofrece una fuente de aceite comestible para la población centroamericana, que en los años previos a 1949 no se contemplara. Por otro lado, el cultivo del algodón ha servido para impulsar el desarrollo de nuevas industrias y contribuido al fomento

agrícola de las naciones del área, trayendo consigo la mecanización de la agricultura, el uso de fertilizantes e insecticidas y la adopción, por parte del agricultor, de nuevas y mejores prácticas de cultivo.

Además del aceite, la semilla de algodón ha puesto a disposición de la industria animal un concentrado proteínico y otros subproductos como la cascarilla, favoreciendo así el desarrollo agropecuario de estos países. Finalmente, cuando la semilla es de buena calidad y se somete a un proceso de elaboración adecuado, sirve también como fuente de proteína para consumo humano, utilizándose en la preparación de algunos suplementos alimenticios, tales como la Incaparina (4). A pesar de lo expuesto, todavía no se han realizado en la región, estudios sobre la composición química de la semilla de algodón que permitan el uso y el desarrollo de nuevas variedades, de mayor contenido en aceite y proteína, y con menores cantidades de gossipol (1), substancia que ha limitado, y continúa limitando en cierto grado, el uso más extenso de la proteína del algodón.

El presente trabajo se llevó a cabo, pues, con el fin de determinar el efecto del uso de diversas variedades, así como del efecto del medio ambiente sobre la composición química y el contenido de gossipol del algodón cultivado en Guatemala.

\* Recibido para la publicación el 14 de marzo de 1968.

1/ El trabajo descrito se realizó con la asistencia financiera de la Fundación W. K. Kellogg, con sede en Battle Creek, Michigan, Estados Unidos de América. Publicación INCAP E-400.

\*\* Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). Apartado Postal 11-88, Guatemala.

\*\*\* Científicos de la misma División.

\*\*\*\* Estadístico Asistente, División de Estadística, INCAP.

*Materiales y métodos*

Las muestras empleadas en el estudio se dividieron en dos grupos principales: uno, formado por diferentes variedades, y el otro, compuesto de 263 muestras provenientes en su mayoría de una misma variedad cultivada en cuatro zonas agrícolas de la costa sur del país.

*Variedades*

El grupo de diversas variedades de semilla de algodón se dividió luego en tres subgrupos de 13, 17 y 19 muestras cada uno, respectivamente, cuya siembra se llevó a cabo en la Finca Alotenango, Tiquisate, departamento de Escuintla. La precipitación pluvial promedio en esta región es de 2.312 mm, tiene temperatura máxima y mínima de 28,6 y 24,7°C, respectivamente, y una humedad relativa del 61%, lo cual se ajusta a las normas corrientes establecidas para el cultivo del algodón. La lista de estas variedades, por grupo, se detalla en los Cuadros 1 a 3. Se recolectaron alrededor de dos libras de cada variedad, las que se llevaron al laboratorio para su desmote, y donde la semilla se sometió a tratamiento con ácido sulfúrico concentrado, luego con bicarbonato de sodio y, finalmente, con agua destilada. La semilla tratada en esta forma se secó al aire libre,

moliéndose y almacenándose a 4°C en frascos oscuros, hasta el momento de realizar los análisis químicos pertinentes.

*Localidad*

Con el propósito de estudiar el efecto del medio ambiente sobre la composición química y el contenido de gopipol y de lisina de la semilla de algodón, se visitaron las plantaciones de la costa sur de Guatemala, dividiendo éstas en cuatro zonas. El total de muestras colectadas fue de 263, de las cuales 85 procedían de San José (zona 1); 32 de La Democracia (zona 2); 90 de Tiquisate (zona 3), y 56 de Retalhueu (zona 4). Cabe agregar que las zonas fueron seleccionadas según la intensidad de producción y de acuerdo a la precipitación pluvial, temperatura y humedad relativa. La variedad de semilla de algodón cosechada en el mayor número de plantaciones fue la 'Delta Pine 15' aunque en muchos lugares se sembró la 'Delta Pine Smooth Leaf'.

En cada una de las plantaciones visitadas se recogieron aproximadamente tres muestras de una libra cada una. Además, se obtuvieron datos sobre el manejo de la plantación, uso de insecticidas y otros aspectos que se consideraron de interés. Se constató que el manejo

Cuadro 1.—Composición química de la semilla de 13 variedades de algodón (expresada en g/100 g).

VARIEDAD	Agua	Grasa	Fibra cruda	Proteína	Ceniza	Gosipol total
DPL 15	10,2	25,1	15,9	24,7	4,1	1,08
DPL Smoothleaf	10,0	25,1	16,8	23,2	3,8	1,01
Stoneville 7	10,1	24,4	17,0	23,3	4,3	1,15
Rex	9,8	26,6	17,1	22,6	3,9	0,98
Delphos	10,0	26,5	16,3	23,6	3,8	0,79
Stoneville 3202	9,8	25,2	17,2	23,5	3,7	0,91
Acala 15-17 C	9,6	28,1	16,5	23,5	4,0	1,12
CA - 14	9,8	24,8	16,4	25,3	3,9	1,14
CA - 81	10,0	25,1	16,1	25,0	4,1	1,16
CA - 93 - 69	10,2	24,7	16,5	23,7	4,1	1,15
CA - 93 - 84	10,2	24,8	16,9	23,4	4,1	1,00
CA - 93 - 125	9,9	25,1	16,5	22,2	4,1	1,16
CA - 118 - 152	10,1	24,8	15,7	22,0	4,2	1,05
Promedio	9,98	25,6	16,53	23,54	4,01	1,05
D.E.		± 1,03		± 0,993		± 0,114

era bastante homogéneo, siendo su efecto, si lo tiene, más o menos constante en todas las plantaciones.

Según se indicó, las muestras fueron llevadas al laboratorio, donde se separó la semilla de la fibra, almacenándose la primera en un cuarto refrigerado hasta el momento de proceder al análisis químico. Todas las muestras se molieron a un grueso de 40 mallas, previo a su análisis. El contenido de agua, grasa, fibra cruda, nitrógeno y ceniza se determinó por medio de los métodos oficiales de la AOAC (3), y el gosipol libre según los métodos de la AOCS (2).

### Resultados

#### Variedades

Los resultados del análisis de la composición química de la semilla de algodón de las variedades incluidas en los grupos 1, 2 y 3 se describen en los Cuadros 1 a 3,

y los valores promedio, en el Cuadro 4. El examen de los datos indica que las diferencias entre variedades para todos los componentes químicos, no fueron estadísticamente significativas. No obstante, es de interés notar las variaciones en contenido de gosipol constatadas tanto entre los tres grupos como entre las variedades del mismo grupo.

#### Localidad

Los resultados promedio de los análisis de la semilla de la misma variedad cultivadas en las cuatro zonas de la costa sur de Guatemala se presentan en el Cuadro 5 en donde también se dan los datos de precipitación pluvial y temperaturas de cada región. En este caso, los análisis estadísticos de los resultados concernientes a grasa, proteína y gosipol sí revelaron diferencias significativas entre las cuatro diferentes zonas de cultivo.

El análisis estadístico también mostró diferencias significativas en el contenido de grasa entre las muestras de

Cuadro 2.—Composición química de la semilla de 17 variedades de algodón (expresada en g/100 g)

VARIEDAD	Agua	Grasa	Fibra cruda	Proteína	Ceniza	Gosipol total
AE - 19	9,6	24,9	15,9	23,1	4,1	0,78
AE - 16	9,4	26,8	14,9	23,4	4,0	0,77
AE - 4	9,6	25,4	15,3	23,7	4,1	0,83
AE - 15	9,9	24,6	16,4	22,5	3,9	0,76
4 - L	9,9	24,2	15,5	23,7	4,0	0,91
20	9,8	24,3	16,1	23,0	3,8	0,89
AE - 14	9,4	26,7	15,4	23,5	3,9	0,78
AE - 3	9,2	26,0	15,0	24,5	4,1	0,73
S - 5L	9,7	24,2	15,0	26,9	4,0	0,84
AE - 13	9,7	25,4	15,6	23,9	4,3	0,91
AE - 5	9,1	28,5	15,3	24,4	4,0	0,74
NN - (A)	9,9	23,6	18,2	23,6	4,1	0,83
CA - 70	9,5	25,9	15,9	24,8	4,1	0,88
93 - 151	9,8	23,8	15,0	25,9	3,9	0,99
118 - 164	9,5	25,3	15,3	25,4	3,8	0,98
118 - 120	9,4	24,7	15,5	24,8	4,1	0,87
93 - 110	9,8	21,8	16,3	23,1	3,9	0,70
Promedio	9,60	25	15,68	24,13	4,01	0,84
D.E.		±1,50		±1,15		±0,085

Cuadro 3.—Composición química de la semilla de 19 variedades de algodón (expresada en g/100 g)

VARIEDAD	Agua	Grasa	Fibra cruda	Proteína	Ceniza	Gosípol total
CA - 67	9,1	22,4	15,6	22,6	4,1	1,07
CA - 93 - 123	9,6	24,6	16,4	25,2	4,2	0,91
93 - 107	9,7	26,2	16,8	23,5	4,1	0,95
93 - 113	9,3	24,3	17,2	25,2	4,1	1,04
14	9,7	24,2	15,7	24,5	4,1	1,02
CA - 14	9,4	25,6	15,4	23,2	4,1	1,04
CA - 81	9,0	26,8	15,1	21,2	4,1	0,99
CA - 93 - 125	9,7	25,3	17,3	20,8	4,1	1,11
Delphos	9,4	27,7	16,4	20,7	3,9	0,75
Stoneville XI	9,5	25,5	17,0	23,6	4,0	1,04
93 - 84	9,7	25,6	16,1	22,4	4,1	1,02
CA - 93 - 69	9,7	25,9	15,9	22,4	4,0	—
CA - 118 - 152	9,5	26,9	15,8	23,4	4,0	0,93
Rex	9,2	28,3	16,9	20,9	4,0	0,96
Acala 15-17 C	9,1	29,8	16,8	21,0	4,2	0,92
DPL Smoothleaf	9,5	27,1	17,0	20,4	3,8	—
DPL - 33	9,3	27,5	16,8	20,0	3,9	0,98
CA - 93 - 69	9,6	25,8	16,5	22,6	4,1	0,90
CA - 118 - 152	9,8	25,2	17,4	22,7	4,0	1,10
Promedio	9,5	26,0	16,43	22,4	4,0	0,98
D.E.		±1,67		±1,59		±0,090

D. E. = Desviación Estándar.

la zona 3 y las de la zona 4, pero no entre las provenientes de las zonas 1 y 2 o éstas consideradas en conjunto, en contraste con las zonas 3 y 4, también tomadas en conjunto. Los mismos resultados estadísticos se encontraron con respecto al contenido de proteína y de gosípol.

#### Discusión

Los hallazgos de la investigación que nos ocupa indican que no hubo diferencias significativas entre las variedades estudiadas en lo referente a su contenido de grasa y proteína. Asimismo, los datos señalan que el medio ambiente afectó la cantidad de grasa, gosípol y proteína de una variedad, la 'Delta Pine 15', cultivada en varias zonas algodonerías de la costa sur de Guatemala. A juzgar por los promedios, es aparente que las diversas variedades que integraron el grupo 1 contienen cantidades ligeramente superiores de grasa y de

proteína que el promedio de la variedad cultivada en las cuatro zonas de Guatemala ('Delta Pine 15'). Los resultados obtenidos por varios autores (10, 11) muestran que tanto la variedad como el medio ambiente ejercen una influencia altamente significativa sobre el contenido de aceite de la semilla. En uno de esos estudios (10), se encontró que el contenido de aceite, expresado en base seca, de 8 variedades comerciales cultivadas en 13 localidades durante un período de 3 años, fluctuaba entre 26,8 y 43,4%.

Con respecto al contenido de gosípol, la variación constatada en las muestras incluidas en el estudio aquí descrito, tanto las debidas a variedad como a localidad (diferentes zonas), fue similar a la que se ha informado para los Estados Unidos de América, esto es, de 0,84 a 1,32%, como promedio de 8 variedades cultivadas en 13 localidades durante 3 años (8). Asimismo, el contenido de gosípol cambió, aparentemente, según la variedad y localidad, aunque las diferencias encontradas no

Cuadro 4.—Composición química proximal y contenido de gosipol de la semilla de variedades de algodón cultivadas en la misma localidad (expresada en términos de porcentaje)

Grupo Nº	Nº de Variedades	Humedad	Grasa	Fibra cruda	Proteína	Ceniza	Gosipol
1	13	9,98	25,6	16,53	23,5	4,01	1,055
2	17	9,60	25,1	15,68	24,1	4,01	0,836
3	19	9,50	26,0	16,43	22,4	4,00	0,984

Cuadro 5.—Composición química proximal y contenido de gosipol de la semilla de la variedad de algodón 'Delta Pine 15' cultivada en varias zonas de la Costa Sur de Guatemala (expresada en g/100 g)

ZONA	Muestras Nº	Humedad	Grasa	Fibra cruda	Nitrógeno	Ceniza	Gosipol
San José <sup>1</sup>	85	10,2	23,9	16,5	3,65	3,9	0,882
La Democracia <sup>2</sup>	33	9,8	23,4	16,2	3,65	3,9	0,857
Tiquisate <sup>3</sup>	90	10,3	23,9	16,1	3,38	3,9	0,919
Retalhuleu <sup>4</sup>	56	10,6	22,9	16,5	3,56	4,0	0,848

1 Precipitación pluvial: 2.645,1 mm y 1.471,2 mm; temperaturas, máximas: 30,8 - 20,2, y mínimas: 31,8 - 23,4; humedad relativa: 84 y 78%

2 Precipitación pluvial: 2.550,7 mm; temperaturas, máxima: 35,1, y mínima: 21,9; humedad relativa: 83%.

3 Precipitación pluvial: 1.768,8 mm; temperaturas, máxima: 32,0, y mínima: 21,0; humedad relativa: 60%.

4 Precipitación pluvial: 2.312,4 mm; temperaturas: máxima: 28,6, y mínima: 24,7; humedad relativa: 61%.

fueron estadísticamente significativas. Varios investigadores, entre ellos Pons, Hoffpauir y Hopper (8), han señalado que la semilla de algodón proveniente de zonas húmedas contiene más gosipol que la de regiones secas, encontrando una correlación negativa entre gosipol y temperatura, y una correlación positiva con la precipitación pluvial. El promedio de gosipol en la variedad 'Delta Pine 15' cultivada en Tiquisate (0,919), que consta en el Cuadro 5, fue más alto que los valores que acusó la misma variedad en las otras localidades. Sin embargo, esta cifra es comparable a la que se constató en el estudio de variedades de que se da cuenta en el Cuadro 1 (1,08). Debe agregarse que la pequeña diferencia a que se alude bien podría deberse a las condiciones ambientales prevalentes cuando se recolectaron las muestras correspondientes al estudio de variedades, ya que según se ha informado (5, 8, 12), ésta influye sobre el contenido de gosipol de la semilla de algodón.

Otros autores han informado variaciones considerables en el contenido de gosipol en la semilla de algodón atribuyéndolas a factores ambientales. Schwartz y Alsberg (12) notificaron variaciones desde 0,4 a 1,2% en semillas provenientes de varias localidades, y Gallup (5) llegó a la conclusión de que durante el período de crecimiento de la planta, la precipitación pluvial

tiene el efecto de incrementar el contenido de gosipol de la semilla. Es posible que las condiciones ambientales prevalentes en el año en que se recolectaron las muestras hayan sido similares entre las diferentes zonas y, por consiguiente, su influencia sobre el nivel de gosipol en la semilla haya sido relativamente leve. Es probable también que las diferentes zonas sean, en realidad, muy similares en cuanto a temperatura y precipitación pluvial. Las diferencias más significativas se encontraron entre las zonas de Tiquisate y Retalhuleu, región esta última cuya precipitación pluvial es menor que en la zona de Tiquisate. Estos datos concuerdan con el concepto de que las zonas de cultivo más secas producen semilla de algodón con menos gosipol. La pequeña diferencia observada entre las muestras procedentes de la zona de San José y la Democracia indica que son regiones semejantes, lo que también lo confirma la precipitación pluvial y las temperaturas máxima y mínima. En todo caso, se encontró una correlación altamente significativa entre el contenido de aceite y el de gosipol de todas las muestras recolectadas en todas las zonas. No hubo correlación significativa entre estos dos parámetros en las zonas 1 y 2, pero sí en las zonas 3 y 4, estudiadas individualmente.

Los programas de mejoramiento de la semilla de algodón deberían contemplar no sólo la calidad de la

fibra y el contenido de aceite sino también el contenido de gosipol, especialmente en vista de que ya se ha logrado producir variedades de algodón libres de gosipol, tanto en los Estados Unidos como en Egipto, sin que ello ocasione mayores alteraciones en la calidad de la fibra (7, 9). Esto significa que la proteína del algodón sin gosipol puede tener usos más extensos que en el presente, y que podría también mejorarse apreciablemente la industria aceitera de estos países.

Se ha informado que la calidad de la proteína del algodón sin gosipol es tan buena como la del frijol de soya (6). Por lo tanto, ya que en nuestros países las poblaciones acusan deficiencia de proteínas, deberían realizarse esfuerzos encaminados a lograr la introducción de semillas mejoradas para fines industriales y en beneficio de la nutrición de los pobladores.

#### Resumen

Se describe un estudio cuyo propósito fue determinar el efecto de la variedad y del medio ambiente sobre la composición química de la semilla de algodón cultivada en Guatemala, con particular énfasis en su contenido de aceite, proteína y gosipol. El trabajo incluyó el análisis de 49 selecciones o variedades de semilla de algodón cultivadas en la Finca Alotenango, Tiquisate, departamento de Escuintla las cuales fueron divididas en tres grupos, y un total de 263 muestras de la variedad 'Delta Pine' de la costa sur del país, dividida ésta en 4 zonas.

Los resultados correspondientes a las selecciones del mismo grupo muestran poca variación en el contenido de aceite, proteína y gosipol, aunque sí revelan diferencias de un grupo a otro, principalmente en cuanto al contenido de gosipol. Los análisis estadísticos de los resultados concernientes a las cuatro zonas, para una misma variedad, acusan diferencias significativas en proteína, aceite y gosipol. También se encontraron diferencias de importancia estadística en estos tres compuestos químicos al comparar las muestras de Tiquisate (zona 3) con las de Retalhuleu (zona 4), pero no hubo diferencia alguna en este sentido entre las de San José (zona 1) y La Democracia (zona 2) o entre las zonas 1 y 2, por un lado, y las zonas 3 y 4, por el otro. Las variaciones constatadas fueron atribuidas a las condiciones ambientales, principalmente a la precipitación pluvial. Las muestras de Retalhuleu (zona 4) contenían menos gosipol y aceite que las muestras de las zonas restantes. Debido a la importancia que el algodón tiene en Centroamérica, tanto desde el punto de vista económico como nutricional, ya que ofrece una nueva fuente de ingresos así como de calorías y de proteínas, se considera de interés cultivar variedades superiores por la calidad de la fibra, con más aceite y con niveles bajos de gosipol en la semilla.

#### Literatura citada

1. ALTSCHUL, A. M., LYMAN, C. M. y THURBER, F. H. Cottonseed meal. *In* Processed plant protein foodstuffs. Ed. A. M. Altschul. New York, Academic Press, 1958. pp. 469-534.
2. AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY. Official and tentative methods of the A.O.C.S. 2nd. ed. Chicago, Ill., 1945-1950.
3. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the A.O. A.C. 9th ed. Washington, D. C., The Association, 1960. 832 p.
4. BRESSANI, R. The use of cottonseed protein in human foods. *Food Technology*, 19:1655-1662. 1965.
5. GALLUP, W. D. Variations in the gossypol and oil contents of cottonseed. *Oil and Soap*, 13:191-194. 1936.
6. JOHNSTON, C. y WATTS, A. B. The chick feeding value of meals prepared from glandless cottonseed. *Poultry Science*, 43:957-963. 1964.
7. McMICHAEL, S. C. Hopi cotton, a source of cottonseed free of gossypol pigments. *Agronomy Journal*, 51: 630. 1959.
8. PONS, W. A., Jr., HOFFPAUIR, C. L. y HOPPER, T. H. Gossypol in cottonseed. Influence of variety of cottonseed and environment. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 1:1115-1118. 1953.
9. ROUX, J. B. y BUI-XUAN-NHUAN. L'I.R.C.T. Devent le probleme de la selection de cotonniers sans glandes et de l'utilisation des farines de coton sans gosypol. *In* Premier Congres International des industries agricoles et alimentaires en zones tropicales et sub-tropicales. Abidjan, Cote-d'Ivoire. 1964. Tome 1, pp. 291-298.
10. STANSBURY, M. F., CUCULLU, A. F. y DEN HARTOG, G. T. Cottonseed contents variation. Influence of variety and environment on oil content of cottonseed kernels. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 2:692-696. -1954.
11. ———, HOFFPAUIR, C. L. y HOPPER, T. H. Influence of variety and environment on the iodine value of cottonseed oil. *Journal of the American Oil Chemist's Society*, 30:120-123. 1953.
12. SCHWARTZE, E. W. y ALSBERG, C. L. Quantitative variation of gossypol and its relation to the oil content of cottonseed. *Journal of Agricultural Research*, 25:285-295, 1923.