

3o. - MEHLENBACHER V. C. (1950).
OFICIAL AND TENTATIVE METHODS OF THE AMERICAN OIL CHEMIST'S SOCIETY. A.O.C.S. SECOND.
Edition. Chicago Illinois Bc 3 - 49.

4o. - A.O.C.S. Obra citada (3). G 4-40.

5o. - Obra citada (3). Ce 10a-25.

6o. - Obra citada (3). L. 9a.-57.

7o. - Obra citada (3). Cc. 1 - 25.

8o. - Obra citada (3). L. 6a.- 55.

9o. - Obra citada (3). L. 3a.- 57.

10o. - Obra citada (3). L. 7a.- 57.

11o. - ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMIST'S. 1960. Official methods of analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. (A.O.A.C.) Ninth Edition. Published by Association of Official Agricultural Chemists. Washington, pag. 361 . Ref. 26.016 y 26.017

12o. - METCALFE, L.D.; A.A. SC MITZ (1961). The rapid preparation of fatty acids esters for gas chromatography analysis. Analytical Chemistry 33 363.

13o. - BONELLI, E.J.; H.M. McNAIR , (1968). Basic Gas Chromatography. Varian Aerograph. Berkeley. California.

14o. - KENT HAMMARSTRAND. Análisis cromatográfico de ácidos grasos. Varian Aerograph.

15o. - AVERILL, E.; L.S. ETTRE and P.J. KABOT. Gas chromatographyc analysis of fatty acids. Perkin - Elmer Corporation. Norwalk, Connecticut.

16o. - ANTHONY, K. V.; E.C. HORNING, K.C. MADDOCK and W.J.A. VANDEN-HEUNEL (1963). Quantitative aspects of gas chromatographic separations in biological studies. *Analitical Chemistry* 35 526.

17o. - FIRESTONE, D.; J.EISNER and J.L., IVERSON. (1965). Evaluation of methods for identifying fatty - acid esters separated by gas-chromat. *Journal Assoc. Office Agric. Chemists*, 48, 482.

18o. - BAILEY, A.E. 1961. *Aceites y grasas industriales*. Editorial Reverté S.A., Barcelona, Buenos Aires y Méjico.

19o. - MARKLEY, K.S. (1958). *SOYBEANS and soy bean products*. Interscience Publishers, Inc. p. 4,5,6,7. New York.

"ESTUDIO DEL CONTENIDO DE ACIDOS GRASOS SUPERIORES EN VEINTE VARIEDADES TROPICALES DE SOYA "

BORIS KOCELJ RAMIREZ
ALVARO GUTIERREZ C.

R E S U M E N

Muy poco se sabe acerca del contenido de ácidos grasos en las diferentes variedades tropicales de soya. En este trabajo se estudiaron veinte variedades tropicales de soya en lo referente a su contenido en aceite y en ácidos grasos.

Se determinaron las propiedades físicas y químicas del aceite que lo caracterizan como comestible. El contenido cualitativo y cuantitativo de ácidos grsos individuales se investigó utilizando la técnica de cromatografía de gases. Se analizaron los ésteres correspondientes, obtenidos por esterificación catalítica completa con trifluoruro de Boro-metanol.

Se encontraron diferencias significativas entre las propiedades de los aceites de las variedades estudiadas. Se identificaron los ácidos: palmítico, esteárico, linoleico y linolénico.

Una composición promedio del aceite de soya de las variedades estudiadas, sería la siguiente: Ac. palmítico 16-19. Ac. esteárico 4-6%, Ac. oleico 21-29%, Ac. linoleico 42-48%; Ac. linolénico 6-7%.

S U M M A R Y

Very little is known about the content of fatty acids in different tropical varieties of soybean. The oil and fatty acids contents of twenty tropical varieties of soybean were studied.

The oil was tested for the physical and chemical specification for food use. Fatty acids were analysed qualitative and quantitative by gas chromatography. The corresponding esters obtained by catalitic esterification with Boron-methanol trifluoride were analysed.

Significant differences in the properties of the oils obtained from the varieties studied were found. Palmitic, stearic, oleic, linoleic and linolenic acids were identified.

An average composition of the soybean oil obtained from the varieties studied would be: palmitic 16-19%; stearic 4-6%; oleic 21-29%; linoleic 42-48% and linolenic 6-7%.

INTRODUCCION

Uno de los productos vegetales de composición nutritiva más completa y de mayor contenido en aceite es la soya. Colombia es actualmente, según estadísticas, el segundo país latinoamericano en producción de soya y ocupa el tercer puesto en el mundo. Respecto a promedios por hectárea, Colombia aventaja a muchas naciones siendo superada solamente por Canadá, Méjico y los Estados Unidos. La cosecha anual se estima en 75.000 toneladas, destinadas principalmente a la extracción de aceites y a la obtención de torta para la alimentación de animales. A pesar de la gran diversidad de productos que pueden elaborarse de la soya, su uso en la alimentación humana es prácticamente desconocido entre nosotros. (1).

Muy poco se sabe acerca del contenido de ácidos grasos en las diferentes variedades tropicales de soya. Para los estudios nutrionales e industriales no es suficiente conocer el contenido de ácidos grasos totales en las semillas de soya. Es necesario, además determinar cualitativa y cuantitativamente cada uno de los ácidos grasos que se encuentran en una línea o variedad dada.

La cromatografía en fase de gas es el método más eficiente en el análisis de ácidos grasos. En combinación con la cromatografía líquida, sólida y de capa delgada, ha llegado a ser un arma poderosa tanto en aplicaciones industriales como en investigaciones científicas (2).

La necesidad de emprender el estudio de este recurso natural, resulta aún mayor si se tiene en cuenta que en la actualidad se adelantan vastos programas de cultivo y propagación de esta valiosa especie.

La investigación presente fué iniciada con dos objetivos:

- a) Conocer el contenido de aceite y las propiedades características del mismo, en 20 variedades tropicales de soya.
- b) Determinar cualitativa y cuantitativamente los ácidos grasos superiores contenidos en los aceites mencionados antes, mediante el uso de la técnica cromatográfica.

Métodos y Resultados.

1o. - Variedades de soya estudiadas.

Las variedades de soya, fueron suministradas por el Instituto Colombiano Agropecuario ICA, Sección de Fisiología Vegetal.

Los nombres técnicos de las veinte variedades son:

1. Hawkeye	11. Harosoy 63
2. 203-1-5-M-M-M	12. Hood
3. Lindarin	13. Mex. 11 Ogden
4. 203-17-3-M-M-M	14. 202-7-6-M-M-M
5. Rebel	15. Hill
6. Shelby	16. Pelican SM- ICA
7. Mandarin S4-ICA	17. 203-6-1-M-M-M
8. Davis	18. Hardome
9. 203-17-1-M-M-M	19. 201-3-2-M-M-M
10. L.E.W. - 101	20. Dortschsoy 2A

En adelante, a través del trabajo nos referiremos a las variedades, de acuerdo al número que se les ha asignado en esta tabla.

2o. -Extracción

El aceite y demás componentes grasos fueron extraídos de las semillas, según el método oficial (3), utilizando éter etílico RA. El tiempo de extracción fué de 8 horas y se hizo la determinación en base húmeda.

Los aceites, en bruto, se depositaron en frascos de vidrio herméticamente cerrados; se les agregó una pequeña cantidad de éter etílico, para evitar la atmósfera de aire y su posible oxidación. Se guardaron a baja temperatura para evitar su enranciamiento. Antes de hacer cualquier determinación se evaporaba el éter en una estufa a 60°C.

3o. -Determinación de ácidos grasos totales. Método Oficial (4).

4. - Determinación de propiedades físicas.

4. 1. Densidad. Método oficial (5).

4. 2. Índice de refracción. Método oficial (6).

4. 3. Punto de solidificación. Método oficial (7).

4. 4. Título (Titer). Método tentativo (8).

5o. -Determinación de propiedades Químicas.

5. 1. Índice de acidez. Método oficial (9).

5. 2. Índice de saponificación. Método oficial (10).

5. 3. Índice de yodo, según Hanus. Método oficial (11).

6o. -Esterificación (12).

Se utilizó el método de Metcalfe (reactivo trifluoruro de Boro-metanol).

Se utilizaron muestras de 80 milígramos, para cada esterificación. El solvente se extrajo utilizando una bomba de vacío.

7o. -Determinación Cromatográfica (13)(14)(15).

Inicialmente, se hicieron ensayos preliminares con ésteres metílicos patrones. Se trabajó en un rango de temperatura de la columna comprendido entre 190°C y 210°C. Se hicieron incrementos de dos grados y se determinó la temperatura óptima para obtener cromatogramas con picos simétricos en un tiempo normal. El flujo se mantuvo constante a 28 ml/min. Se encontró que la temperatura más apropiada para la columna era la de 204°C.

Las condiciones de trabajo establecidas para todos los cromatogramas fueron:

Aparato: Cromatógrafo de gases Perkin-Elmer, modelo 900.

Columna: (BDS), empaquetada con poliéster de succinato de butanodiol, sobre Cromosorb W, de 80-100 mallas y al 15%. Longitud: 3,66 m. y diámetro 0,32 cm. construida en acero inoxidable. Temperatura empleada: 204°C.

Inyector: Se usó a una temperatura de 20-30°C. por encima de la temperatura de la columna.

Detector: Tipo ionización de llama (F.I.D.) temperatura utilizada de 60-70°C. por encima de la temperatura de la columna. Sistema hidrógeno y aire.

Registro: rango de 0-1 milivoltios y velocidad de la carta de 1,27 cm/min.

Gas transporte: Nitrógeno puro.

Método de inyección: con jeringas graduadas entre 0.1 y 5 μ l.

Rata de flujo : 28 ml/min.

8o. -Análisis Cualitativo (16) (17).

Se utilizaron tres patrones así: palmitato de metilo oleato de metilo y linoleato de metilo. El orden de aparición de los picos fué: palmitato, oleato y linoleato. Se determinaron los tiempos de retención para estos tres ésteres metílicos. Según la literatura (15) el orden de elución, con este tipo de columna, para una muestra que contenga todos los ácidos grasos superiores, es: palmitato, estearato, oleato, linoleato, linolenato, araquidato y erucato. En el aceite de soya sólo se detectaron los cinco primeros ésteres. Cada compuesto fué identificado por el orden de salida y por su tiempo de retención.

Conclusiones.

Los resultados obtenidos permiten concluir que:

Las variedades de mayor contenido en aceite, en bruto, fueron en su orden : Mandarin S4-ICA, Lindarin y 201-3-2-M-M-M.

Las de menor contenido fueron: 203-1-5-M-M-M, 203-6-1-M-M-M y Mex. 11 Ogden. Hay una variación máxima del 4% en contenido de aceite.

El contenido de ácidos grasos totales no presenta variaciones muy significativas. En general, las variedades más ricas en aceite en bruto presentan el mayor contenido de áci

TABLA 1. Contenido promedio de aceite y ácidos grasos.

Variedad	% Aceite	% Acidos grasos
1.	18,9	97,2
2.	16,5	94,5
3.	19,5	97,0
4.	19,0	96,0
5.	17,9	97,8
6.	18,9	95,5
7.	20,5	96,1
8.	18,0	97,0
9.	18,1	95,8
10.	18,4	97,3
11.	18,7	96,9
12.	18,0	95,5
13.	17,5	97,0
14.	18,2	96,1
15.	18,3	97,5
16.	18,0	96,2
17.	16,9	95,8
18.	18,2	96,7
19.	19,5	96,6
20.	18,7	97,0

dos grasos totales (Tabla 1).

Las propiedades físicas presentan las siguientes variaciones:

Densidad, varía entre 0,911 y 0,925.

El índice de refracción, entre 1,4720 y 1,4759. (Tabla 2).

El punto de solidificación varía notoriamente entre -11°C y -15,2°C. Esto confirma el diferente contenido de congéne-

TABLA 2. Propiedades físicas del aceite de soya.

Variedad	Densidad 20°C.	I Refracción 20°C.	Pto. solidific	Titer
1.	0,925	1,4734	-11	20,2
2.	0,922	1,4733	-16	20
3.	0,920	1,4737	-11	21,2
4.	0,913	1,4759	-14,2	20,4
5.	0,914	1,4720	-11	21,6
6.	0,920	1,4729	-11,2	22
7.	0,918	1,4720	-14	24
8.	0,919	1,4722	-12,2	21,3
9.	0,919	1,4727	-13,7	21
10.	0,911	1,4723	-12	20,2
11.	0,917	1,4727	-12,5	21,8
12.	0,920	1,4732	-15,2	21,9
13.	0,917	1,4737	-12,2	21,6
14.	0,915	1,4735	-13,5	20,1
15.	0,919	1,4733	-11,8	21,5
16.	0,915	1,4737	-13,3	21,3
17.	0,914	1,4736	-14,5	19,6
18.	0,917	1,4735	-12,7	20,5
19.	0,919	1,4725	-12,5	20,9
20.	0,922	1,4732	-12,8	21

res en los aceites (Tabla 1), y los diferentes contenidos de ácidos grasos.

El título o titer presenta variación entre 19,6°C. y 24°C (Tabla 2).

Todas las propiedades físicas están comprendidas dentro de los valores normales dados por la literatura (19), para variedades americanas.

Las propiedades de acidez entre 0,86 y 1,55 (Tabla 3). Es

TABLA 3 . Propiedades Químicas del aceite de soya.

Variedad	Número de acidez	Indice de yodo	Indice de sapo- nificación
1.	1,49	123,2	190,5
2.	0,95	136,5	170,6
3.	1,45	120,4	190,0
4.	1,55	122,0	177,0
5.	1,13	120,8	191,0
6.	1,33	134,2	186,6
7.	1,08	135,5	178,0
8.	0,86	126,5	185,0
9.	1,01	132,0	179,0
10.	0,90	122,5	186,0
11.	1,30	127,7	184,0
12.	1,05	133,0	172,0
13.	1,21	126,5	185,5
14.	1,13	127,5	180,0
15.	1,28	127,2	186,8
16.	1,17	132,3	181,0
17.	0,99	127,3	175,9
18.	1,10	127,5	182,0
19.	1,09	125,3	183,0
20.	1,13	122,5	184,0

to confirma la cantidad diferente de ácidos grasos libres presente en cada aceite.

Indice de yodo, entre 120,4 y 136,5 (Tabla 3). Según estos valores el aceite de soya, es un aceite semisecante; todas las variedades estudiadas pueden tener la misma clasificación. También nos demuestra, que los ácidos grasos insaturados se encuentran en distintas proporciones.

Indice de saponificación, entre 370,6 y 191,0 (Tabla 3).

TABLA 4. Porcentaje de ácidos grasos individuales

Variedad Palmítico Esteárico Oléico Linoléico Linolénico

Variedad	Palmítico	Esteárico	Oléico	Linoléico	Linolénico
1.	15,0	6,1	29,5	42,4	7,0
2.	15,3	4,8	21,0	50,2	7,7
3.	17,0	5,1	31,5	40,0	6,4
4.	15,7	4,6	25,2	48,2	6,3
5.	17,5	5,4	27,8	43,4	5,9
6.	18,4	5,9	20,3	48,5	6,9
7.	19,6	3,8	21,0	47,7	7,9
8.	16,6	4,7	26,0	45,0	6,8
9.	16,0	5,7	23,5	48,5	6,3
10.	15,4	5,3	28,9	44,5	5,9
11.	17,4	5,0	24,7	46,0	6,9
12.	17,4	3,6	22,4	50,9	5,7
13.	17,1	5,1	24,9	46,7	6,2
14.	15,8	6,2	23,4	48,4	6,2
15.	17,0	4,6	25,0	46,7	6,7
16.	16,3	4,0	25,3	47,1	7,3
17.	14,7	5,1	25,9	47,5	6,8
18.	16,4	4,0	25,1	47,9	6,6
19.	16,5	4,6	25,8	47,3	5,8
20.	16,3	3,6	26,1	48,0	6,0

El valor para el índice de saponificación presenta divergencias con el valor dado por la literatura (19). Los demás están comprendidos dentro de los límites normales.

Los tiempos de retención en los diferentes cromatogramas, tienen algunas variaciones. Como este valor debe ser independiente del contenido de cada ácido graso, esta variación se debe a pequeños cambios en las condiciones de trabajo. En general, es difícil mantener un flujo de gas constante y las temperaturas del inyector y del detector también varián, aunque en rangos estrechos. Sin embargo, estos facto

res afectan considerablemente el tiempo de retención. En el estudio realizado estas variaciones no causan ningún problema ni dudas, ya que no hay otros ácidos grasos, ni ningún otro compuesto con tiempo de retención intermedio; por lo tanto con el orden de elución se pueden identificar, plenamente, los picos correspondientes. Se verificó que no había ningún pico posterior al linolenato, dejando correr el cromatograma durante un tiempo prudencial.

De acuerdo con la tabla 4 puede clasificarse la variedad de soya más útil, según el contenido del ácido graso que se quiera obtener.

La composición promedia de las variedades estudiadas fue la siguiente: Ac. linoleico 42 - 48% y Ac. Linolénico 6-7%.

La bibliografía (18) dá un contenido para el aceite de soya, de 49 - 57% de ácido linoleico y de 25-33% de oleico. El resto está constituido por los otros tres ácidos.

Considerando esto, la soya colombiana estaría por debajo de estos límites, pero sería importante por su contenido de ac. linolénico, que permanece casi constante en las diferentes variedades.

Es importante notar que este aceite suministra un alto contenido de ácidos grasos esenciales (linoleico y linolénico).

B I B L I O G R A F I A

- 1o. TORREGROZA, M. (1969). Director Nacional del Departamento de Agronomía del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA . Bogotá. Comunicación personal.
- 2o. - JAMES A. T.; A. J. P. MARTIN (1952). Biochem. J. 50, 679.