

CARACTERIZACION DE LA CALIDAD INDUSTRIAL DE SEMILLA DE SOYA MEDIANTE ANALISIS MULTIDIMENSIONAL

Evangelina Sevilla Paniagua¹, Patricia Pérez Herrera¹, Delfino Vargas Chanes², Carlos R. Contreras Castro²

RESUMEN

En México existe poca información publicada acerca de la variación que presentan las características de calidad de semilla de soya (*Glycine max* L.) de diversos genotipos cuando se siembran en ambientes diferentes. Por tal motivo, en el Laboratorio de Oleaginosas del INIFAP se analizó semilla de genotipos provenientes de Tapachula y Mazatán, Chis., Ebano, S.L.P., Huastecas, Tam., y Valles Centrales, Oax. Los contenidos promedio de aceite, proteína y fibra cruda fueron 24, 36 y 6% respectivamente, los de ácido oleico y linoleico variaron de 16 a 37% y de 40 a 63%, respectivamente. Para el ácido linolénico el valor promedio fue 7%, el cual es un nivel deseable para asegurar un buen almacenamiento del aceite. La correlación entre el peso de grano y el contenido de aceite fue 0.59**; en ambas variables sobresalieron las semillas de H-79-1030, H-80-0918 y Mineira obtenidas en Mazatán, Chiapas. Por su mayor contenido de proteína, glicina y triptofano en pasta, destacaron Tropicana, UFV-1 y H-80-0892; Ebano, Tam., fue la localidad donde hubo mayor síntesis de estos componentes. En cambio, los mayores niveles del

ácido linoleico se presentaron en Huastecas, Tam., donde los genotipos F-76-7233-1, H-80-0892 y H-78-0319 tuvieron los más altos porcentajes. En este estudio se comprobó la utilidad del análisis multivariado o multidimensional para agrupar genotipos y/o localidades por características comunes de calidad.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Glycine max L.; aceite de soya; proteína y fibra; Lisina y triptofano en oleaginosas; ácidos oleico, linoleico y linolénico.

SUMMARY

Little information is available in Mexico related to quality characteristics of soybean (*Glycine max* L.) seeds of different genotypes grown in diverse environments. Therefore seeds from soybean genotypes grown in Tapachula and Mazatán, Chis.; Ebano, S.L.P.; Huastecas, Tam.; and Valles Centrales, Oax., were evaluated at the INIFAP Oil Seeds Laboratory. Oil, protein and crude fiber mean contents were 24, 36 and 6%, respectively; oleic and linoleic acids levels ranged from 16 to 37%, and 40 to 63%, respectively. Linolenic acid mean content (7%) was low, which insure a good oil stability during storage. Seed weight and oil values showed a 0.59** correlation;

^{1,2} Durante la investigación, investigadores del Laboratorio de Oleaginosas y del Departamento de Biometría del INIFAP, respectivamente. Apdo. Postal No. 10, 56230 Chapingo, Méx.

outstanding genotypes for these two variables were H-79-1030, H-90-0918 and Mineira, when they were grown in Mazatán, Chiapas; Tropicana, UFV-1 and H-80-0892 were the best genotypes for protein, lysine and tryptophan; Ebano, Tam. was the location where the highest protein and aminoacid contents were found. On the other hand, linoleic acid synthesis was promoted at Huastecas, and genotypes F-76-7233-1, H-80-0892 and H-78-0319 had the highest contents. In this study it was corroborated the value of multivariate analysis to integrate locations and/or groups of genotypes according to common quality characters.

ADDITIONAL INDEX WORDS

Glycine max L.; Soybean oil; Protein and fiber; Lysine and tryptophan in oilseeds; Oleic, linoleic and linolenic acids.

INTRODUCCION

El grupo de las oleaginosas constituye una importante fuente alimenticia y en él se incluye a la soya (*Glycine max* L.), leguminosa que normalmente posee entre 18 y 24% de aceite y de 30 a 40% de proteína (Caldwell, 1973).

En México, en los estados de Sonora y Sinaloa sobresalen por tener una mayor extensión dedicada al cultivo de esta especie, mientras que en Chiapas y Chihuahua se registran los mayores niveles de productividad.

Una de las responsabilidades del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), es la evaluación de genotipos y la

localización de las zonas más apropiadas para su cultivo. En el ciclo Otoño-Invierno de 1984-1985, se sembraron en localidades de Chiapas, San Luis Potosí, Tamaulipas y Oaxaca, diversos genotipos de soya (líneas y variedades) a cuyas semillas se determinó el contenido de aceite, proteína, glicina, triptofano y ácidos grasos, con el objeto de conocer la variación de tales características, así como detectar la influencia de la localidad en la síntesis y calidad del aceite.

REVISION DE LITERATURA

Pryde *et al.* (1980) indican que en la actualidad la soya domina y probablemente seguirá dominando en el mercado de los aceites y proteínas vegetales en Estados Unidos y el mundo. Las razones de tal dominio, según estos autores, incluyen factores agronómicos y de recuperación económica para el productor, mediante la venta de la semilla para obtención de proteína de alta calidad y aceite.

Caldwell (1973) detectó una correlación negativa altamente significativa entre los contenidos de aceite y proteína e indicó que las condiciones ambientales presentes en diferentes localidades influyen en la composición química de la semilla, de acuerdo a la variedad. Este mismo autor encontró que las variedades de soya cultivadas comercialmente en los Estados Unidos, presentan de 39 a 41% de proteína y entre 20.5 y 21.5% de aceite, ambas variables con base en materia seca. Al referirse a la calidad del aceite, menciona que el ácido linolénico varía de 4.9 a 12.4%, por lo que es posible seleccionar genotipos con bajo contenido de este componente.

Mossé (1983) encontró que el contenido de proteína y aminoácidos en leguminosas y oleaginosas está condicionado por factores genéticos, además de la influencia ambiental.

Los principios del análisis de correspondencias fueron desarrollados por Benzecri (1964, 1973); previamente Hirschfeld (1935) ofreció una expresión algebraica a la "correlación" entre renglones y columnas de una tabla de contingencias. Al respecto, Vargas (1986) considera que el análisis de correspondencias es una técnica fundamentalmente descriptiva multidimensional, que permite analizar variables discretas, registradas mediante tablas de contingencias, cuyos elementos sean números positivos. Además, indica que es un método exploratorio en el sentido de que impone a los datos un mínimo de estructura en cuanto a hipótesis y modelos probabilísticos; permite obtener representaciones geométricas que muestran las proximidades entre renglones y columnas de una tabla cruzada como puntos en un solo espacio con dimensión menor. Los renglones y las columnas pueden figurar en este mismo espacio para obtener una gráfica conjunta. Esta metodología se ha utilizado en la evaluación sensorial de panes (Irizar, 1986) y para estudiar la interacción del ambiente con la vegetación en el Valle de Apatzingán (Vargas, 1986); otras aplicaciones pueden consultarse en Greenacre y Urba (1984).

MATERIALES Y METODOS

En el presente trabajo, se analizó la calidad de semilla de las variedades UFV-1, Mineira, Júpiter, Sta. Rosa, Tropicana y las líneas PI-205-912, H-80-0892, F-76-7233-1, H-79-1030, H-78-0319, H-80-0918, H-79-0537, H-78-

1147 y H-78-0276, la mayoría de las cuales fueron sembradas en cinco diferentes regiones de la República Mexicana (Cuadro 1).

Como variables de calidad se consideraron el peso en gramos de 200 semillas, así como los contenidos de aceite, ácidos grasos, proteína, triptofano y fibra cruda, expresados en porcentaje.

Para los análisis químicos se emplearon 100 gramos de semilla y cada análisis se hizo por duplicado. Los métodos aplicados para cada variable fueron los siguientes:

El porcentaje de aceite se analizó por el método de resonancia magnética nuclear (Lawrence *et al.*, 1972), el cual se basa en la resonancia producida por los protones de hidrógeno que conforman el aceite cuando se encuentran en un campo magnético.

La cuantificación de los ácidos grasos se realizó por cromatografía de gases, empleando metilato de sodio para obtener los ésteres metílicos de los ácidos grasos. El equipo de cromatografía utilizado fue Varian Modelo 3700 con detector de flama provisto de columnas de acero inoxidable (2m longitud) empacadas con Dietilenglicol Succinato (DEGS) al 15% en Chromosorb W.A.W. 80/100 mallas (AOAC, 1975).

La determinación del contenido de fibra cruda consistió en efectuar, a la muestra molida y desengrasada, una digestión ácida y otra alcalina para eliminar los carbohidratos solubles, las proteínas y restos de aceite; después se realizaron varios lavados y enseguida se sometió a secado la celulosa o fibra cruda para su cuantificación (AOAC, 1975).

El contenido de proteína se determinó

Cuadro 1. Tipo de clima y localidades donde se sembraron los genotipos de soya durante el ciclo 1984-1985.

Localidad	Clima	Clasificación
Tapachula, Chiapas	Cálido subhúmedo con lluvias en verano.	AW2
Mazatán, Chiapas	Cálido subhúmedo con lluvias en verano.	AW2
CAEHUAS, Tamaulipas	Cálido subhúmedo con lluvias en verano.	AWo(W) (e)
Ebano, San Luis Potosí	Semicálido subhúmedo con lluvias en verano.	AW"o (e)
Valles Centrales de Oaxaca	Cálido subhúmedo con lluvias en verano.	AW1(W)

1 García E., 1981.

Cuadro 2. Contenidos promedio de aceite, ácidos grasos, proteína, fibra, lisina y triptófano para genotipos de soya evaluados en cinco localidades.

Variables	N	Promedio + S $\bar{x}$
SEMILLA		
Peso de 200 semillas (g)	358	29.05 + 0.300
Contenido de aceite (%)	414	23.78 + 0.101
ACIDOS GRASOS (%)		
Palmitico	414	11.64 + 0.036
Estearico	414	2.97 + 0.025
Oleico	414	23.35 + 0.191
Linoleico	414	55.42 + 0.185
Linolénico	414	6.63 + 0.079
PASTA		
Proteína (%)	414	36.27 + 0.141
Triptófano (%)	414	0.72 + 0.003
Lisina (%)	414	3.28 + 0.019
Fibra cruda (%)	414	5.95 + 0.041

empleando el método automatizado Technicon; los aminoácidos lisina y triptófano se cuantificaron según los métodos de Tsai, modificados por Villegas y Mertz (1971) y Villegas et al. (1972), y el de Opienskablauth modificado por Hernández y Bates (1969).

A los datos obtenidos se les calcularon los estadísticos básicos (media, desviación estándar y coeficiente de variación); también se realizaron análisis de varianza para cada variable con el fin de observar la composición general del conjunto de muestras y conocer las diferencias significativas entre localidades y genotipos. Para conocer la relación entre las variables se efectuó análisis de correlación; finalmente, para corroborar y obtener información específica sobre el efecto de la localidad en las diferentes variables, se realizó un análisis factorial de correspondencias para la clasificación de genotipos y localidades de acuerdo a las variables de calidad, estableciendo una matriz de 11 columnas constituidas por las variables de calidad y 54 renglones formados por la combinación de genotipos y localidades.

El análisis de correspondencias se realizó con el programa "CORRP"¹, basado en la teoría establecida por Benzecri (1980) y Greenacre y Urba (1984). El análisis obtiene ajuste de la Nube N (I), formada por la combinación de genotipos y localidades, y N (J), formada por variables de calidad. Ambas nubes pueden representarse en un solo espacio bidimensional y comparten el mismo concepto

de distancia. A partir de la representación geométrica en dos ejes principales de las nubes N (I) y N (J), se realizó un agrupamiento de los genotipos por localidades, mediante el método de Ward, usando la distancia euclidiana en el plano factorial; para determinar el número adecuado de grupos, se utilizó el criterio cúbico de agrupamiento R^2 y la prueba de Pseudo T (SAS, 1985).

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 2 se observa que a nivel experimental y considerando el promedio de los genotipos evaluados en todas las localidades, la semilla de soya presentó contenidos de aceite, proteína y fibra cruda de 24, 36 y 6%, respectivamente; en estos componentes, Cadwell (1973) indica que las variedades cultivadas en Estados Unidos presentan 40% de proteína y 20% de aceite.

El peso promedio de 200 semillas fue 29g, partiendo de un peso mínimo de 16g hasta un máximo de 43g; según Cadwell (1973), el peso de semilla para la especie *Glycine max* es variable, de 8 a 110g por 200 semillas.

La calidad del aceite en el presente trabajo se consideró por los ácidos grasos que lo constituyen. Se observaron valores promedio de 12 y 3% para los ácidos palmítico y esteárico, respectivamente; ambos componentes corresponden a ácidos grasos saturados y al igual que en los aceites de girasol, cártamo y ajonjolí, los ácidos saturados representan una proporción baja respecto a los insaturados.

Los ácidos grasos insaturados oleico y linoleico presentaron promedios de 23 y 55%, respectivamente (Cuadro 2).

¹ Construido por Carlos R. Contreras Castro y Delfino Vargas Chenes, instalado en la IB-4341 del Centro de Estadística y Cálculo del C.P. Chapingo, Méx.

Ambos componentes son importantes en la dieta; el primero porque ayuda en la fijación del calcio y el segundo porque es considerado un ácido graso esencial precursor de las prostaglandinas celulares. La variación observada para el ácido oleico fue entre 16 y 37%, mientras que para el ácido linoleico varió entre 40 y 63%; en los dos casos la gama es amplia como consecuencia del relativamente numeroso grupo de genotipos y ambientes evaluados.

El ácido linolénico merece consideración especial por ser un componente que, aún cuando puede ser asimilado por el organismo, ocasiona problemas de almacenamiento del aceite a causa de su insaturación, pues fácilmente se oxida y enrancia, produciendo el mal olor del producto. De acuerdo a las normas establecidas, el valor deseado de ácido linolénico para un aceite de calidad es 3% (Caldwell, 1973); sin embargo, el mismo autor indica haber encontrado porcentajes del 8 al 12% en las variedades cultivadas en Estados Unidos. En este trabajo, los materiales presentaron un contenido promedio de 7% (Cuadro 2).

En lo referente a calidad de la pasta, en la que se considera importante la cantidad de proteína, el intervalo fue de 28 al 43%. Al respecto, la proteína de soya es rica en aminoácidos esenciales, incluyendo triptofano y lisina, para los cuales se obtuvieron valores promedio cercanos al 1 y 3%, respectivamente (Cuadro 2); ambos valores coinciden con los informados por Caldwell (1973).

En el análisis factorial de correspondencias y de acuerdo a las tablas de Lebart *et al.* (1982), se espera explicar el 25 y 19% para los dos primeros ejes principales y en este

caso, el análisis detectó un 52 y 28%, lo cual se considera satisfactorio ($P=0.05$) y útil para interpretación.

Los resultados de dicho análisis permitieron diferenciar cuatro grupos (Figura 1). El primero reunió genotipos y localidades con mayor peso de grano y alto contenido de aceite; se observó que en su mayoría, estas cualidades se presentaron en la semilla cosechada en Mazatán, Chis., con los genotipos H-79-1030, H-80-0918, Mineira y Júpiter. Lo anterior se corroboró en el análisis de varianza para contenido de aceite y peso 200 semillas (Cuadro 3), pues los valores altos precisamente correspondieron a los genotipos ubicados dentro del grupo I (Figura 1). En la Figura 2 se muestran los promedios por localidad para fibra y peso de grano observándose un mayor peso de semilla en Mazatán (32 g por 200 semillas).

En la Figura 3, se observa que en contenido de aceite el valor más alto se presentó en Tapachula (25%) y el más bajo en Ebano (22%); contrariamente, Tapachula registró un bajo contenido de proteína (32%) respecto al obtenido en Ebano (38%), corroborándose la relación inversa y negativa entre estos dos componentes, obtenida en el análisis de correlaciones (Cuadro 4). Además, las características de peso de grano y porcentaje de aceite, por su ubicación en la Figura 1, presentan una relación significativa y positiva, lo cual coincide con el resultado del análisis de correlaciones para estas variables (Cuadro 4). De esta forma, si el propósito de la producción de soya fuera únicamente la extracción total de aceite de su semilla, se recomendaría sembrarla en la región de Mazatán, con los genotipos H-80-0918, H-79-1030, Júpiter y H-80-0892.

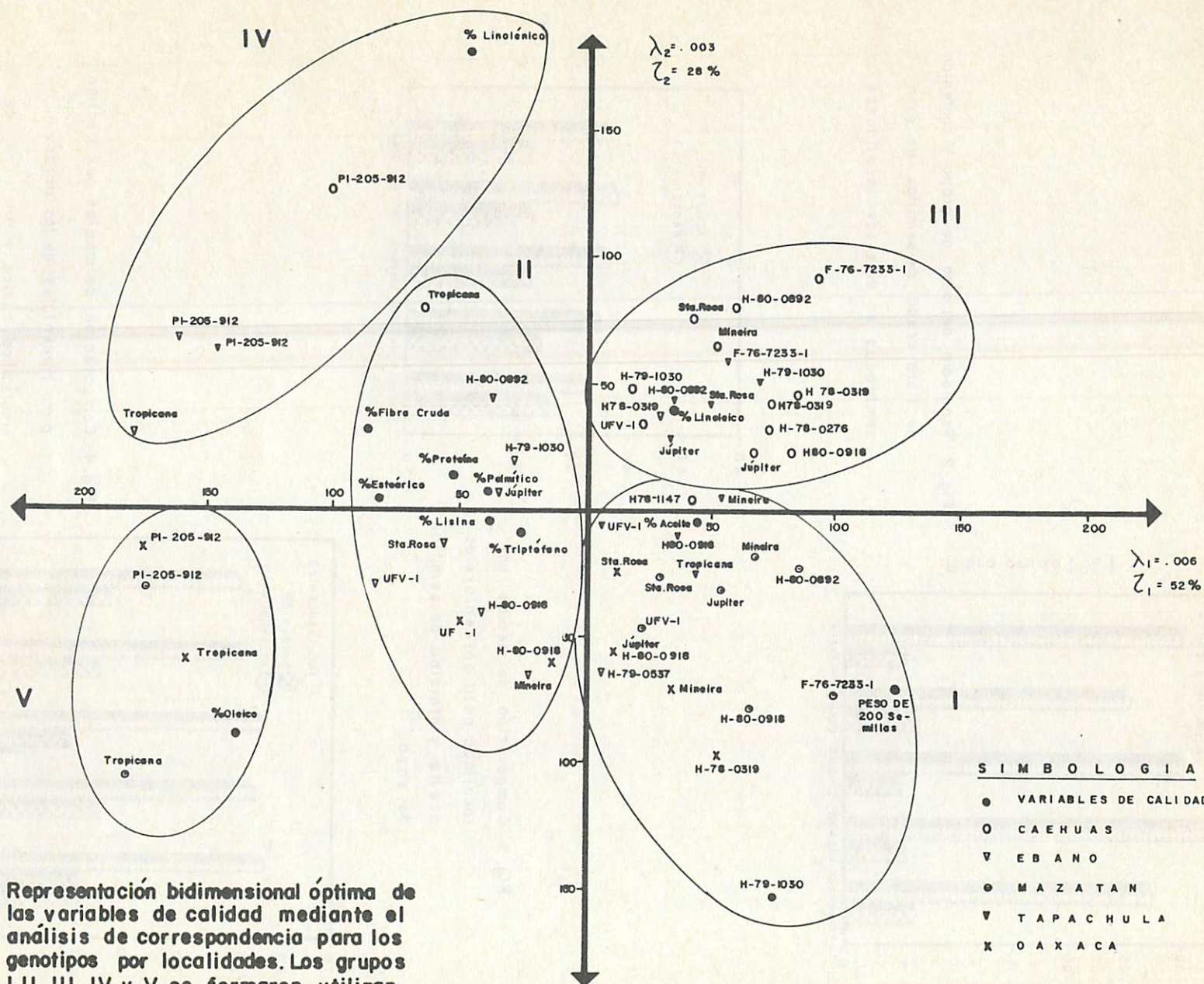


Fig. 1. Representación bidimensional óptima de las variables de calidad mediante el análisis de correspondencia para los genotipos por localidades. Los grupos I, II, III, IV y V se formaron utilizando el método de Ward.

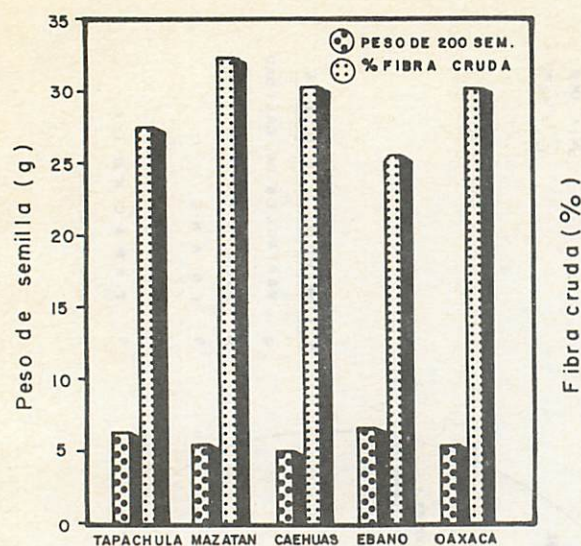


Fig. 2. Promedio del peso de grano y contenido de fibra cruda de semillas de soya sembradas en diversas localidades.

Fig. 3. Comparación de medias por localidad para porcentaje de aceite y proteína de semillas de soya.

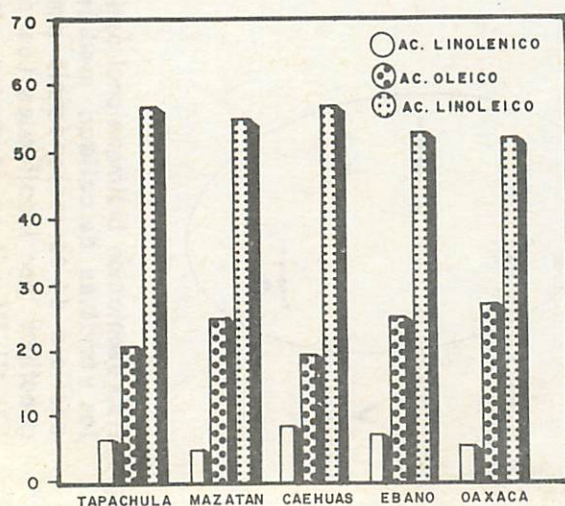
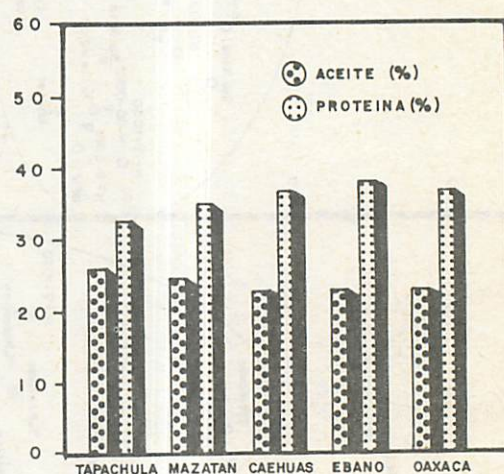


Fig. 4. Comparación de medias por localidad para porcentajes de los ácidos - linolénico, oleico y linoleico de semillas de soya.

Cuadro 3. Peso de 200 semillas y contenido de aceite en semilla de genotipos de soya cultivados en Mazatán, Chis.

Genotipo	Peso de 200 semillas (g)	Contenido de aceite (%)
	1	1
H-79-1030	39.68 a	28.01 a
F-76-7233-1	38.46 ab	24.78 d
H-80-0918	35.98 bc	25.82 bc
H-80-0982	33.90 cd	25.56 c
UFV-1	33.42 cd	23.31 e
Mineira	32.88 cd	24.58 d
Júpiter	32.30 d	26.29 b
Sta. Rosa	30.90 d	24.42 d
Tropicana	24.71 e	19.96 f
PI-205-912	19.98 f	21.45 f

1 Promedios unidos con la misma letra, para cada variable, no son estadísticamente diferentes entre sí (Tukey, $\alpha = 0.05$).

Cuadro 4. Correlaciones entre variables de calidad de soya.

Variables	Aceite	Oleico	Linoleico	Linolénico	Proteína	Fibra cruda
Peso de 200 semillas	0.59**					-0.58**
Aceite		-0.42**	0.65**		-0.62**	
Oleico			-0.90**	-0.45**		

El grupo II (Figura 1) reúne las características de altos niveles de proteína, lisina, triptofano, fibra cruda y ácidos grasos saturados, que son idóneos para genotipos y ambientes apropiados en la producción de pasta de soya. En este caso, los genotipos Tropicana, UFV-1 y H-80-0892 destacan por su calidad de pasta, pero no de aceite, puesto que los ácidos grasos insaturados no se presentaron como características dominante del grupo.

Entre localidades, Ebano fue la que reunió las mejores condiciones para una mayor síntesis de proteína y en consecuencia de lisina y triptofano; estos datos coinciden con los obtenidos al comparar los promedios de proteína por localidad (Figura 3).

Además, los resultados de los análisis de varianza de la localidad Ebano, para las variables proteína, fibra cruda, lisina y triptofano (Cuadro 5), indican que los genotipos con mayor cantidad de proteína fueron Tropicana, H-80-0918 y UFV-1 con 41, 40 y 39%; estos mismos genotipos se ubican dentro del grupo II (Figura 1).

El tercer grupo está constituido por genotipos y localidades cuya característica común es presentar altos contenidos de ácido linoleico; se observó que en el Campo Experimental de las Huastecas se favorece la síntesis de este ácido, aseveración que se comprueba mediante la comparación de medias entre localidades (Figura 4) y la ubicación de genotipos como el F-76-7233-1, H-80-0892 y H-78-0319 en esa localidad (Figura 1).

El ácido linolénico es un componente que se procura mantener en cantidades mínimas, como las que se encuentran en el aceite proveniente de Mazatán y

Oaxaca; en cambio en el CAEHUAS, Tam., este valor se eleva a 8% (Figura 4). Este ácido es un componente no deseado en los aceites de soya por producir rancidez en el mismo. En este trabajo, el grupo IV (Figura 1) engloba genotipos con valores elevados de ácido linolénico (PI-205-912 y Tropicana) sembrados en Ebano, S.L.P. Los datos del análisis de correspondencias coinciden con los de la Figura 4, que contiene los promedios de este ácido por localidad y fueron ratificados por los resultados de los análisis de varianza para los genotipos Tropicana y PI-205-912, los cuales mostraron los porcentajes más elevados de ácido linolénico en Ebano, S.L.P. y en el CAEHUAS, Tam. No obstante, los resultados indican que el frijol soya producido en México, posee valores menores de ácido linolénico (7% en este estudio) que los obtenidos en los Estados Unidos (10 y 12%, según Caldwell, 1973).

El último conglomerado (Grupo V) presenta localidades y genotipos cuya característica común es un elevado contenido de ácido oleico en genotipos como Tropicana y PI-205-912 sembrados en Mazatán y Oaxaca (Figura 1).

En este estudio, la ubicación de las características de calidad en los cuadrantes de la Figura 1, permitió conocer su tipo de asociación; por ejemplo, las correlaciones inversas entre los contenidos de aceite y proteína (Cuadro 4), se confirman en la Figura 1, mediante la ubicación de estos parámetros en cuadrantes opuestos; de igual forma sucedió con el ácido oleico y el linoleico. En cambio, el porcentaje de aceite y el peso de grano presentan correlación positiva y significativa (Cuadro 4), misma que se puede observar en la Figura 1, ya que estos componentes se

Cuadro 5. Características de calidad en semillas de genotipos de soya cultivados en Ebano, S.L.P.

Genotipos	Proteína	Variables de calidad (%)		
		Fibra cruda	Lisina	Triptofano
Tropicana	40.90 a	8.07 a	3.59 abc	0.77 a
H-80-0918	40.11 ab	7.36 ab	3.34 cd	0.75 ab
UFV-1	39.46 abc	6.02 d	3.50 abc	0.67 d
PI-205-912	39.20 abcd	6.81 bcd	2.85 e	0.73 abcd
Mineira	38.88 bcd	6.94 d	3.48 abc	0.70 bcd
Sta. Rosa	38.17 cd	6.27 d	3.70 a	0.67 d
H-78-0319	37.67 de	6.50 bcd	3.15 de	0.73 abcd
H-80-0892	37.57 de	7.22 abc	3.36 bcd	0.73 abcd
H-79-0537	37.52 de	7.04 abcd	3.67 ab	0.75 ab
Júpiter	36.08 ef	6.36 bcd	3.44 abcd	0.68 cd
H-79-1030	35.65 f	6.45 bcd	3.15 de	0.76 ab

Promedios unidos con la misma letra, para cada variable, no son estadísticamente diferentes (Tukey, $\alpha = 0.05$).

localizan en el mismo cuadrante.

Por último, se considera necesario que en un estudio posterior se analice la información relacionada con datos del ambiente de producción (humedad, temperatura y horas-luz) que se presenten durante el desarrollo del cultivo, para explicar el comportamiento particular de los genotipos en cada ambiente.

CONCLUSIONES

Al evaluar la calidad industrial de 14 genotipos de soya en cinco localidades, se observó que la semilla presentó, en promedio, 24% de aceite y 35% de proteína. Los ácidos oleico y linoleico del aceite presentaron una amplia variación, de 23 y 55%, respectivamente; el ácido linolénico presentó un valor promedio de 7%.

En Tapachula y Mazatán, Chiapas, se obtuvo mayor peso de grano y cantidad de aceite, especialmente en los genotipos H-79-1030, H-80-0918, Mineira y Júpiter. En Ebano, S.L.P. se presentaron condiciones apropiadas para la producción de pasta de calidad, por su contenido de proteína, lisina, triptofano y fibra cruda, parámetros que fueron particularmente mayores en los genotipos UFV-1 y H-80-0892.

En el Campo Agrícola Experimental de las Huastecas la síntesis de ácido linoleico fue favorecida especialmente con los genotipos F-76-7233-1, H-80-0892 y H-78-0319. Considerando que para ácido linolénico se desean contenidos mínimos, se recomienda producir soya en las localidades de Mazatán y Oaxaca.

Con base en la coincidencia de resultados obtenidos mediante análisis de varianza, comparación de medias y

el análisis factorial de correspondencias, se recomienda éste último para clasificar genotipos de soya y localidades de producción, de acuerdo a las características de calidad del aceite.

AGRADECIMIENTOS

A los CC. Compañeros de los Laboratorios de Calidad de Proteína y de Oleaginosas, por su colaboración en los análisis químicos; a Ma. Magdalena Montoya y Moisés Aguilar Castillo, por la elaboración de las gráficas, y a Ma. Magdalena Flores Espinoza por la mecanografía inicial del presente trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- AOAC. 1975. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 12th Edition. William Horwitz (ed.). USA.
- Benzecri, J.P. 1964. *Cours de Linguistique Mathématique*. Publication Multigraphée. Faculté des Sciences de Rennes, France. Academic Press, New York.
- _____. 1973. *L'analyse des données*, tomo I: L'Taxonomie, tomo 2: L'analyse des correspondances. Ed. Dunod, Paris.
- _____. 1980. *Pratique de L'analyse des données. L'analyse des correspondances: exposé élémentaire*. Ed. Dunod, Paris.

- Caldwell, B.L. 1973. Soybeans: Improvement, production and uses. American Society of Agronomy. Inc. Publisher. No. 16, Madison, Wisconsin, USA.
- Pryde, E.H., D.R. Erickson, O.L. Brekke, T.L. Mounts, y A.R. Falb, 1980. Manual de procesamiento y utilización del aceite de soya. American Soybean Association.
- García, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM. México.
- Greenacre, M.J. and E.S. Urba. 1984. Graphical display and interpretation of antelope census data in African Wildlife areas using correspondence analysis. Ecology 65(3):984-997.
- Hernández, H. and Bates, L. 1969. A modified method for rapid tryptophan analysis in maize. CIMMYT Research Bulletin No. 13.
- Hirschfeld, H.O. 1935. A connection between correlation and contingency. Proc. Camb. Phil. Soc. 31:520-524.
- Irizar G., M.B. 1986. Evaluación sensorial de panes de girasol, mediante el análisis de correspondencias. Tesis de Licenciatura, UACH, Depto. de Industrias. Chapingo, México.
- Lebart, L., A. Marineau. and A. Feneion. 1982. Traitement des Données Statistiques Methodes et Programmes. Ed. Dunod, Paris.
- Lawrence, J.F., D.A. Lender, G.B., Morson, D.J. Bonham and K.J. Fuller. 1972. Newport Analyser MK III User Handbook. Newport Oxford Instruments, Buckinghamshire.
- Mossé, J. 1983. Crude protein content and aminoacid composition of seed variability and correlations. Laboratoire d'Etude des Proteines. Departement de Physiologie et Biochimie. INRA. 78000 Versailles, France.
- SAS. 1985. Statistical Analysis System. User's Guide.
- Vargas Ch., D. 1986. El análisis de correspondencias en el estudio de la interacción, medio ambiente y vegetación en el Valle de Apatzingán. Tesis de Especialidad en Estadística Aplicada. IIMAS-UNAM.
- Villegas, E. and E.T. Mertz. 1971. Chemical screening methods for maize protein quality at CIMMYT. Research Bull. No. 20.
- _____, E. Ortega y R. Bauer, 1982. Métodos Químicos usados en CIMMYT para determinar la calidad de la proteína de los cereales. El Batán, México.