

CONTENIDO DE ACEITE Y PROTEINA Y RESPUESTA AL ABONAMIENTO DE OCHO VARIEDADES DE SOYA(*)

Por **Dario Gutiérrez Rojas**

I — INTRODUCCION

El autor quiere contribuir con este trabajo de experimentación a las investigaciones que se han venido realizando en nuestro país en relación con los problemas agrícolas, que tanto han minado la economía. Considera que es de utilidad este estudio porque en nuestro suelo no se conoce el efecto de los fertilizantes en la producción de la soya.

La respuesta en el rendimiento de la soya a la aplicación de fertilizantes en nuestro medio no se sabe. Vale la pena averiguar si su cultivo, necesitaría de la aplicación de fertilizantes y cuales serían estos para obtener el máximo rendimiento.

La investigación de los efectos de los fertilizantes en la producción de la soya es bastante compleja, porque sus manifestaciones dependen de muchos factores con relación al cultivo y al suelo, tales como pH, textura, inoculación, preparación, manejo del cultivo y naturaleza de los fertilizantes.

Hoy en día el cultivo de la soya va teniendo más importancia como materia prima para la industria de aceite y proteínas, que como grano para alimentación humana. Puede decirse que no hay leguminosa alguna que contenga más alto porcentaje de proteína (30-50%), vitaminas hidrosolubles y liposolubles. Contiene además enzimas, de las cuales la más abundante es la ureasa. La proteína más importante es la Glicinina, muy semejante a las proteínas animales.

En cuanto a minerales la soya es rica en fósforo y hierro asimilables, cobre, sodio, potasio, calcio y magnesio. También están presentes lo mismo que la vitamina B o thiamina, la riboflavina, la Niacina y las vitaminas "E" y "K".

Las grasas o aceites presentes son extraídos y usados extensamente para comestibles y ahora para productos comerciales derivados. Es inquietud general de los investigadores obtener variedades de plantas resistentes a enfermedades así como lograr la máxima producción por superficie. Se propone el autor conseguir algunas in-

(*) Tesis presentada para optar al título de Ingeniero Agrónomo, bajo la presidencia del profesor Hugh W. Hough, Ph. D. a quien el autor expresa su gratitud. Recibida para publicación en septiembre 10/1955.

formaciones sobre las variedades que tengan más alto rendimiento y la respuesta que den en producción a la aplicación de fertilizantes a base de nitrógeno, fósforo y potasio.

II — REVISION DE LITERATURA

Comunmente la soya es llamada "cultivo de tierra pobre" y esta clasificación se debe a dos causas:

a) frecuentemente produce más que otros cultivos en suelos pobres.

b) La respuesta que da a las aplicaciones de fertilizantes comerciales no es halagadora. (Weiss, 7).

Sin embargo Weiss en 1949 (7) afirma, que Pierre en 1944 y Norman en 1946 encontraron que, los aumentos en los rendimientos de soya a los niveles de alta fertilidad del suelo son iguales a los que pueda dar el maíz, tomando como base el porcentaje de aumento de la producción de cada cultivo.

Otra apreciación es la que según Sears, el cultivo de la soya comparado con los cultivos de maíz, avena y trigo remueven del suelo algo más fósforo y magnesio y aún más potasio y calcio (Weiss, 7).

A. Inoculación vs. Nitrógeno.— La soya como otras leguminosas, tienen la facultad de entrar en relación simbiótica con especies de bacterias nodulares de la raíz. 'La especie compatible con la soya es la *Rhizobium japonicum*' (Weiss, 7). Cuando la planta tiene buena cantidad de nódulos esta puede tomar considerables porciones de nitrógeno de ellos, los cuales a su vez lo toman del nitrógeno atmosférico. Weiss (7) dice que la cantidad de nitrógeno fijado por los nódulos bacteriales de la raíz, varía con muchos factores y la manera como el nitrógeno atmosférico es transformado en nitrógeno combinado, aún no es conocida.

El principal papel de la inoculación, es el de fijar el nitrógeno atmosférico haciéndolo asimilable por la planta a través de los nódulos.

Umbreit y Fred (5) dicen que la eficiencia comparativa del nitrógeno libre y del combinado se debe solo a la relación nitrógeno-carbono de la planta. Cuando está balanceada la relación, la planta usa primeramente el libre y cuando por el contrario, por influencia de la baja intensidad de luz o de un pH desfavorable no está balanceada, para poder sobrevivir, necesita del nitrógeno fijado.

Weiss (7) informa que Thatcher y otros en 1947 encontraron que cuando el cultivo se hace en suelos de pH 4.6 a 7.7 su máximo rendimiento se obtiene a un pH 6.8.

De acuerdo con Weiss(7), el estudio de la respuesta de plantas

provenientes de semillas con inóculo y sin él, en suelos ácidos y limosos con aplicación de varios fertilizantes nitrogenados lo hizo Andrews (1937-1938). Este autor llegó a la conclusión de que el sulfato de amonio en grandes cantidades aumenta considerablemente el rendimiento en plantas provenientes de semillas inoculadas. En cambio en las plantas no inoculadas su influencia fue poca, guiando al autor a concluir que la aplicación de grandes cantidades de sulfato de amonio no inhibía la fijación del nitrógeno por los nódulos y que las fuentes de nitrógeno combinado, sulfato de amonio, urea y cianamida, varían en la efectividad del rendimiento, siendo esta muy diferente con la adición de inóculo. (Weiss, 7).

Sin embargo Fred y otros en 1938 sostienen que el único período en que la planta toma nitrógeno no fijado es la etapa en la cual el nitrógeno del cotiledón se acaba y no hay nódulos para que lo fijen (Weiss, 7).

Norman y Krampitz en 1946 (4) confirmaron la teoría de que la adición abundante de nitrógeno como fertilizante disminuía la absorción del nitrógeno fijado por los nódulos. Las plantas toman el 100% del nitrógeno fijado por los nódulos cuando no se hacen aplicaciones de fertilizantes nitrogenados y sólo toman el 30% cuando se hacen tales aplicaciones.

B. Fósforo y Potasio.— Las respuesta a aplicaciones de fósforo, no son tan marcadas en producción como en el vigor de las plantas (Cartter, 1).

El aumento en producción debido a fertilizaciones con fósforo no es tan marcado como el obtenido con aplicaciones de potasio. (Colwell, 2).

Vittum y Mulvey (6) informan que las combinaciones de fósforo temprana, un mayor número de vainas por plantas, un mayor número de semillas por vaina, un mayor tamaño del grano y una mejor calidad de éste.

Hampton y Albrecht (3) notaron la función del potasio en la producción de carbohidratos en plantas jóvenes inoculadas. Aplicando iguales cantidades de potasio y calcio se encontró que las altas producciones de carbohidratos estaban asociadas a la adición de potasio y la mayor fijación del nitrógeno a la adición del calcio. Sin embargo en proporciones bajas del nitrato de calcio, son altos los niveles de nitrógeno en las plantas jóvenes; y estos niveles están estrechamente asociados a la absorción del potasio.

Weiss (7) dice que Allen concluyó que no todas las variedades tienen el mismo requerimiento de nutrientes. Así las variedades Morse y Virginia en rendimientos como forraje no tiene mayor diferencia en bajas concentraciones de nutrientes, en cambio en altas concentraciones de potasio y magnesio los rendimientos de la variedad Morse excedieron significativamente a la variedad Virginia.

C. **Calcio.**— El calcio tiene una influencia dominante en la nutrición de la planta de soya. La respuesta en crecimiento que sigue a la aplicación de calcio en suelos ácidos, se atribuye a la neutralización del suelo. Horner en 1936 demostró la importancia del calcio en la nutrición de la planta. Cualquier incremento en el nivel de calcio o de un más alto grado de saturación de arcilla coloidal responde en un crecimiento más grande y vigoroso, mayor nodulación, más fijación de nitrógeno y absorción de calcio, y se nota la estrecha relación entre el fósforo, calcio y nitrógeno. (Weiss, 7).

III — MATERIALES Y METODOS

Para la experimentación del posible efecto de los fertilizantes se escogieron las variedades de soya más comunes en el Valle del Cauca y que comercial e industrialmente tienen valor. Lo mismo que los portadores de nutrientes más usados y de fácil consecución en nuestro medio.

Las variedades sembradas fueron las siguientes: **Acadian-292**, **Acadian 36**, **Acadian**, **Aksarben**, **Biloxy**, **Hawkeye**, **Missoy** y **Mammoth yellow**.

Las variedades **Acadian** son provenientes de la selección de un híbrido natural. Se usan para grano y para forraje.

Aksarben, variedad nativa de Manchuria, usada para grano.

Biloxi, variedad procedente de China y mejorada en los Estados Unidos, de uso industrial.

Hawkeye, variedad obtenida de la selección de cruce de las variedades **Mukden** x **Richland**, usada para grano.

Missoy, variedad nativa de China usada para grano y en la industria.

Mammoth yellow, se dice que es originaria de la China y traída a los Estados Unidos por los misioneros; usada para grano.

Los fertilizantes usados fueron:

Urea con	44% de nitrógeno
Fosfato bicálcico con	40% " P ₂ O ₅
Cloruro potásico con	

Con estos materiales se hicieron los siguientes tratamientos:

1)	0	—	0	—	0
2)	3	—	0	—	0
3)	0	—	9	—	0
4)	0	—	0	—	18
5)	3	—	9	—	0
6)	3	—	0	—	18
7)	0	—	9	—	18
8)	3	—	9	—	18

La cantidad aplicada fue de 480 lbs. por plaza (6.400m²) del abono completo (3-9-18). Las aplicaciones de los otros tratamientos se hicieron en cantidades equivalentes a la usada para el completo, según el análisis de cada uno.

El experimento se llevó a cabo en un lote de la Estación Experimental de Palmira, con suelo franco arcilloso apto para el cultivo y con una pendiente del 1%, y drenaje regular. La siembra, abonamiento, prácticas de cultivo y la cosecha se hicieron a mano.

Los análisis químicos para proteínas se hicieron por el método de Kjeldahl. Para la extracción de aceites se usó el éter de petróleo según el método de Soxhlet.

El diseño experimental usado fue el de parcelas divididas (split-plots) con subparcelas de 12 metros de largo por 0,70 metros de ancho, dejándose dos metros de borde en cada extremo. La cosecha de cada subparcela se hizo sobre 10 metros. Las variedades y los tratamientos se replicaron dos veces. Los abonos fueron aplicados a los 50 días después de la siembra.

IV — RESULTADOS

Características Agronómicas.— Analizando la manera de comportarse cada una de las variedades en el campo, se hicieron las siguientes observaciones: altura de las plantas, promedio del número de vainas, número de semillas por vaina, color de las plantas, altura de la primera vaina, período vegetativo, color de la semilla, peso de cien semillas secas, porcentaje en proteínas y porcentaje en aceites (Véase Tabla I).

Acadian 292.— Esta variedad en el concepto del autor y en comparación con las demás, fue la de características agronómicas más deseables; planta erecta durante todo el período vegetativo con buena altura y buena cantidad de aceites y proteínas, con madurez pareja y uniforme. Todas estas características, sumadas a la cualidad de tener su primera vaina a una altura del suelo de 10 centímetros, podrían facilitar su cultivo mecanizado.

Acadian y Acadian 36.— En sus características agronómicas son muy similares a la Acadian 292, pero su primera vaina está a poca altura del suelo, y su madurez no es igual.

Misoy y Aksarben.— Variedades que siguen en orden, según sus características, por ser un poco ramificadas, su madurez desigual, su primera vaina a poca altura, pero las plantas son altas y vigorosas de donde se concluye su máxima producción.

Mammoth yellow.— Sigue en orden debido a su ramificación exagerada, llegando a caer las ramas al suelo, lo que hace difícil las prácticas de cultivo. Debido a ello la recolección tendría que hacerse a mano, lo cual recargaría el costo de la cosecha.

CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DE LAS VARIETADES DE SOYA
USADAS EN LOS EXPERIMENTOS DE ABONAMIENTO

Variedad	Promedio de la altura de la planta en centímetros.	Número de vainas.	Número de semillas por vainas.	Altura de primera vaina en cms.	Peso de 100 semillas en granos.	Periodo vegetative en días.	Color de las plantas.	Color de las semillas.
Hawkeye	40	34-36	2-3	4	19	90	verde grisáceo	amarillo crema
Acadian 292	60	42-52	2	10	26	100	verde oscuro	marrón oscuro
Acadian	70	84-89	3-2	7	17	112	verde	amarillo crema
Acadian 36	70	94-107	3	4	16	112	verde	amarillo crema
Biloxi	65	95-103	2-3	5	23	115	verde oscuro	marrón claro
Missoy	80	83-94	2	5	18	110	verde	amarillo oscuro
Mammoth yellow	65	103-118	2-3	7	22	115	verde	blanca crema
Aksarben	80	71-76	2-3	6	24	120	verde oscuro	crema oscuro

Hawkeye.— Ocupa el último lugar porque es la variedad más indeseable: poca altura de la primera vaina y de la planta la de menor número de vainas y por ende de producción.

Proteínas.— Los porcentajes de proteínas por variedades analizados del testigo, dan como la variedad de más alta producción la Acadian 292, seguida de la Aksarben; la Biloxi y Missoy que tienen el mismo producido, están en tercer lugar seguidas de la Mammoth yellow, Hawkeye, Acadian, y por último la de menor contenido la Acadian 36. (Véase Tabla II).

Producción de proteínas por plaza.— Teniendo en cuenta el porcentaje por variedades y la producción por plaza, vemos la estrecha relación que existe entre ellas. A mayor producción de grano, mayor producción de proteínas por plaza. (Véase Tabla II).

Aceite.— La variedad de máxima producción de aceite fue la Mammoth yellow, seguida por las variedades Biloxi y Acadian 292 y en último lugar las variedades, Acadian 36, Hawkeye, Missoy, Acadian y Aksarben. (Véase Tabla II).

— T A B L A II —

**CANTIDADES COMPARATIVAS DE GRANO, ACEITE Y PROTEINAS
DE LAS VARIEDADES USADAS EN EL EXPERIMENTO**

Variedades	Granos Kgs/plaza	A c e i t e .		Proteínas.	
		%	Kgs/plaza	%	Kgs/plaza
Hawkeye	568.12	19.03	108.12	39.20	222.70
Acadian 292		20.83		44.12	
Acadian	1.093.75	18.92	206.93	38.60	422.18
Acadian 36	1.170.00	19.21	224.75	37.45	438.16
Biloxi	1.545.00	20.68	320.02	40.13	613.27
Missoy	1.782.50	19.02	338.93	40.23	716.90
Mammoth yellow	1.749.37	24.19	423.17	39.58	691.00
Aksarben	1.809.37	18.75	339.43	41.77	755.77

Diferencia mínima significativa a $P = 0.05$

para % de aceite = 0.566

para % de proteínas = 0.896

Producción de aceite por plaza.— El contenido de aceite de las variedades no guarda ninguna relación con la producción de las mismas; y el orden de producción se puede ver en la Tabla II.

Respuesta al abonamiento.— Los rendimientos que se notaron después del análisis indican que no hay respuesta de las variedades a la aplicación de fertilizantes; se vé si, la acción de ellos puesto que algunas parcelas produjeron más que la del testigo, pero su diferencia no es significativa.

Observando la tabla III, se ve que la acción conjunta del fósforo y potasio, dá una más alta producción que el testigo, pero su diferencia no es significativa; también se observa que la acción separada de los mismos es la más baja.

Rendimiento de las variedades.— En el rendimiento de las variedades, si se notó diferencia; siendo la variedad Aksarben la de mayor producción seguida por las variedades Missoy, Mammoth yellow, Biloxi, Acadian 36 y Acadian. La de menor producción fue la de Hawkeye.

Se hace notar aquí la no inclusión de la variedad Acadian 229, por no ser su muestra en el momento de la recolección representativa de la variedad. (Véase Tabla III).

V — DISCUSION

El contenido de aceite y proteína en la soya, como respuesta a la aplicación de abonos no se sabe, puede ser que estos contenidos varíen, sería un trabajo de continuación y complemento del presente.

Aunque las diferencias no son significativas, por medio de los análisis, si se puede dudar que la aplicación de fósforo y potasio den un rendimiento más alto, teniendo en cuenta las objeciones anteriores y su acercamiento al límite de la diferencia crítica, vemos que la respuesta de las variedades de soya a la aplicación de abonos es negativa.

VI — CONCLUSIONES

Del presente experimento se puede concluir:

- 1) que las respuestas de las variedades de soya, usadas en el presente experimento son negativas; pero que quizás en otra clase de suelos sean positivas, con los mismos fertilizantes usados.
- 2) las variedades entre sí, si tienen diferencias lo que se puede tomar en cuenta para la escogencia de la variedad que se necesita, bien como grano o como fuente de proteínas y aceites.
- 3) que a mayor producción por plaza no indica mayor cantidad de aceite, pues éste es muy variable y no tiene relación con la producción.

**PRODUCCION DE 7 VARIETADES DE SOYA Y SU RESPUESTA A APLICACION DE FERTILIZANTES.
(EN BULTOS DE 62.5 KGS. POR PLAZA)**

Fert.	Repl.	Hawkeye	Acadian	36 Acadian	Aksarben	Missoy	Biloxi	Mamm.Yell.	Prom. Fert.
O	1	5.38	18.09	15.83	36.47	29.94	31.56	33.53	23.91
	2	12.07	25.93	18.50	28.95	26.08	27.55	26.37	
N	1	3.86	19.41	19.42	25.70	36.23	22.82	26.41	21.49
	2	8.30	18.66	16.80	30.80	16.90	22.93	42.56	
P	1	8.82	19.24	18.00	26.59	23.85	21.94	19.61	20.37
	2	8.16	17.06	16.82	25.96	26.16	28.13	24.86	
K	1	13.45	14.17	12.07	27.97	25.84	23.55	23.29	19.14
	2	6.41	13.47	17.68	26.73	20.92	19.50	22.41	
NP	1	8.35	17.51	13.14	24.60	24.06	24.64	27.90	20.72
	2	7.21	16.78	19.50	25.67	27.12	23.59	29.25	
NK	1	22.89	26.33	14.45	26.67	28.87	18.46	42.49	24.12
	2	13.41	13.59	18.10	41.42	23.02	22.70	25.45	
PK	1	3.30	22.60	23.16	35.64	39.24	26.81	25.50	25.30
	2	11.53	19.50	17.40	44.14	36.78	37.23	25.74	
NPK	1	5.77	20.38	13.16	22.26	42.67	18.40	23.77	21.72
	2	6.55	18.93	26.05	23.06	28.13	26.27	28.71	
Promedio de variedades		9.09	18.72	17.50	28.95	28.52	24.72	27.99	

Diferencia mínima significativa a P = 0.05 para variedades 5.368, para fert. 6.175

VII — RESUMEN

Según las investigaciones del autor, en relación con la aplicación de abonos, a base de nitrógeno, fósforo y potasio se observa:

1) Aplicaciones de 480 lbs. de fertilizantes de la fórmula 3-9-18, solos y en todas las combinaciones posibles, incluyendo la fórmula completa, no tienen manifestaciones en la producción.

2) En las observaciones de campo, se notó que la parcela correspondiente a la aplicación de fósforo y potasio, sus plantas eran más altas y más vigorosas, pero su producción no fué significativamente más alta.

3) El comportamiento de las variedades en producción fue diferente, existiendo variedades de alta y baja producción.

4) Que no hay relación entre la producción y la cantidad de aceite en kilos por plaza. Pero si la hay y en estrecha relación con las proteínas.

**OIL AND PROTEIN CONTENTS AND RESPONSE TO
FERTILIZATION OF EIGHT SOYBEAN VARIETIES**

S U M M A R Y

According to the author's investigations into the application of fertilizers as nitrogenous, phosphatic, or potassic to different varieties of soy beans, the following information was observed:

1) Applications of 480 libras por plaza (6.400 m²) of a 3-9-18 fertilizer or equivalent amounts of the individual nutrients alone and in all possible pairs brought no significant responses in yields of grain.

2) In the field it was observed that in the plot where both phosphorus and potassium were applied the plants were taller, more vigorous, and had the highest yield of grain though not significantly higher.

3) The behavior of the varieties was distinct. There were varieties of high and of low yields.

4) That for the check lots of the varieties there was no relation between the grain yields and the quantities of oil produced, but there was a close relation between grain yields and protein production.

VIII — BIBLIOGRAFIA CITADA

1. **Cartters, Jackson, L.**— Effect of enviroment on composition of soybean seed. Soil Sci. Soc. of Am. Proc. 5:130. 1940.
 2. **Colwell, W. E.**,— Fertilizing soybeans in North Carolina. Better Crops with plant food. 28 (8):25. 1944.
 2. **Hampton, H. E., and Albrecht.**— Nodulation modifies nutrient intake from colloidal clay by soybeans. Soil Sci. Soc. of Am. proc. 8:235. 1943.
 4. **Norman, A. and Krampitz, L. O.**— The Nitrogen nutrition of soybeans: II Effect of available Soil nitrogen on Growth and Nitrogen fixation. Soil Sci. Soc. of Am. proc. 10: 195. 1945.
 5. **Umbreit, W. W. and Fred, E. B.**— Comparative efficiency of Free and combined Nitrogen of the Nutrition of the soybean. Jour. of the Am. Soc. of Agron. 28: 249. 1936...
 6. **Vittum, M. T., and Mulvey, R. R.**— More abant soybean ferti- lization. Better crops with plant food 28(5):8. 1944.
 7. **Weiss, M.**— Advances in agronomy. 1: 76-175 New York, Aca- demic press Inc. publishers. 1949.
-