

INFLUENCIA DEL NITROGENO EN EL ABORTO DE FLORES Y FRUTOS DE LA SOJA Y EN SU RENDIMIENTO EN DISTINTOS NIVELES DEL CANOPEO

R. E. Brevedan (1)

INTRODUCCION

La soja, como muchas plantas, produce un gran número de flores, pero sólo una pequeña parte de ellas va a desarrollar frutos maduros. Una proporción significativa de las flores o frutos aborta en diferentes estados de desarrollo y como consecuencia de ello sólo una fracción de la capacidad potencial reproductiva de la planta se manifiesta en el rendimiento final.

Se ha señalado que el alto porcentaje de aborto de flores y frutos varía del 37 al 81% (van Schaik y Probst, 1958; Kovacs, 1963; Hansen y Shibles, 1978; Domínguez y Hume, 1978).

En general, las flores que se desarrollan al principio y al final de la floración, tienden a abortar más frecuentemente (Pamplin, 1963). El aborto de óvulos y semillas de soja es común en todos los cultivares y en todo tipo de ambiente. El fracaso en la fecundación de los óvulos desempeña un papel insignificante en la inducción del aborto floral de la soja. Por lo general las flores que abortan están fecundadas y contienen un proembrión que

ha experimentado dos o tres divisiones celulares (Abernethy *et al.*, 1977).

La floración y fructificación en cada uno de los nudos del tallo principal y de las ramificaciones muestra un comportamiento diferente (Torao *et al.*, 1961; Kovacs, 1963; Hansen y Shibles, 1978).

Varios factores han sido señalados como promotores del aborto: alta temperatura (van Schaik y Probst, 1958; Mann y Jaworski, 1970), déficit de agua (Sionit y Kramer, 1977), baja temperatura en prefloración (Saito *et al.*, 1970), baja humedad relativa (van Schaik y Probst, 1958), baja intensidad luminosa (Mann y Jaworski, 1970), deficiencias nutricionales (Konno, 1967; Mann y Jaworski, 1970).

La respuesta en el rendimiento de la soja a la fertilización con nitrógeno, ha sido variable (de Mooy *et al.*, 1973; Walch *et al.*, 1973). En algunos casos se ha obtenido una respuesta positiva (Lyons y Earley, 1952; Bhangooy y Albritton, 1972).

(1) Laboratorio de Fisiología y Ecología Vegetal, Departamento de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Sur, 8000 Bahía Blanca, Argentina.

Lathevell y Evans (1951) variando la cantidad de nitrógeno disponible por la planta en diferentes períodos de su crecimiento reconocieron la necesidad de disponer de un alto nivel de nitrógeno durante la floración, para lograr un rendimiento máximo. Esta necesidad de la planta de tener una buena disponibilidad de nitrógeno durante la floración, ha sido reconocida también por otros autores (Mederski *et al.*, 1958; Enken, 1959; Iwata y Utada, 1967; Ríos y Dos Santos, 1973).

El objeto de este estudio fue lograr un mejor conocimiento de la influencia del nitrógeno sobre el aborto de flores y frutos durante la floración y cuajado de frutos, y sobre el rendimiento de semilla, en diferentes niveles del canopeo.

MATERIALES Y METODOS

Plántulas de soja, cultivar Cutler 71, se plantaron en grava en un sistema hidropónico. Cada sistema consistió en un recipiente de plástico de 20 l de capacidad, con grava, en el cual crecieron las plantas y un reservorio de 20 l para la solución nutritiva. El sistema es similar al descrito por Gauch y Wadleigh (1943). Cada 15 minutos las plantas fueron irriga-

das con dos litros de solución nutritiva que se cambió semanalmente. Se usó una solución Hoagland modificada que consistía en: 5 mM CaSO_4 , 1 mM MgSO_4 , 0,5 mM KH_2PO_4 . De hierro se agregaron 9 μM como HEDTA férrica (N-carboximetil N'-2-hidroxi etil-N'-etilendiglicina). Los micronutrientes fueron añadidos en los siguientes niveles: 48 μM H_3BO_3 , 9 μM $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 0,8 μM $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0,3 μM $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 0,1 μM $\text{H}_2\text{MoO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$. El nitrato fue suministrado como KNO_3 para obtener las diferentes concentraciones usadas. El pH de la solución se mantuvo alrededor de 6,0. Las semillas no fueron inoculadas y hubo muy poco desarrollo de nódulos en los diferentes tratamientos. Las plantas fueron raleadas en el estadio de primera hoja trifoliada, dejando tres plantas por recipiente. Se utilizó un diseño completamente al azar con seis repeticiones.

Las plantas crecieron en una solución nutritiva con una concentración de 5 meq NO_3^-/l hasta el principio de la floración. Se aplicaron entonces los diferentes tratamientos que se detallan en el cuadro 1. La iniciación floral fue definida, cuando aproximadamente el 10% de las plantas tenía flores abiertas. El final de la floración,

CUADRO 1: Tratamientos aplicados en el Experimento en el invernáculo.

Abreviatura de los tratamientos	Nivel de NO_3^- (meq/l) en la solución nutritiva		
	Emergencia a principio floración	Principio a final floración	Final floración a madurez
5-5	5	5	5
12,5-5	5	12,5	5
12,5-12,5	5	12,5	12,5
18-5	5	18	5
18-18	5	18	18

cuando no había flores abiertas en ninguna de las plantas. Se utilizó una sola planta por recipiente para determinar el número de flores y frutos producidos. La producción de flores en cada nudo fue determinada cada dos días. Al cosecharse las plantas a la madurez, se contó el número de frutos por nudo. El aborto de flores y frutos se calculó a partir de la relación entre los frutos cosechados a la madurez de la planta en la cual se habían contado las flores y el número de flores que la misma había producido. El tamaño de las semillas fue calculado pesando 200 semillas tomadas al azar en cada muestra.

El canopeo fue dividido en diferentes niveles que se establecieron de la siguiente manera: el primer nivel se extendía desde la superficie de la grava hasta la primera hoja trifoliada, sin incluirla. El resto del tallo se dividió en seis niveles más de cuatro nudos cada uno. En un octavo nivel, se incluyó todo lo que estaba por encima del séptimo nivel, y tuvo un número variable de nudos.

Los experimentos a campo se realizaron en el Campo Experimental de la Universidad de Kentucky (Lexington, Kentucky) en un suelo franco limoso. Se utilizaron plantas de soja, cultivar Cutler 71. Las semillas no fueron inoculadas pero en

el campo utilizado se había cultivado soja durante los años anteriores. Los cuatro tratamientos aplicados fueron: control (0-0); aplicación de 168 kg de N/ha como NH_4NO_3 al iniciarse la floración (168-0); aplicación de 168 kg de N/ha al finalizar la floración (0-168), y aplicación de 168 kg de N/ha al iniciarse la floración más otros 168 kg de N/ha al finalizar la floración (168-168). La aplicación del fertilizante se hizo al voleo. Después de cada aplicación de fertilizante todas las parcelas fueron irrigadas por aspersión hasta suministrarle 2,5 cm de agua, aproximadamente. Hubo cuatro repeticiones por tratamiento y el diseño se hizo completamente al azar. Las parcelas individuales consistieron en cuatro surcos de 6 m de longitud, separados por una distancia de 75 cm.

El número de flores y frutos, y el tamaño de las semillas se determinó de manera similar a la empleada en el Experimento en el invernáculo. Se usaron con tal fin dos plantas por parcela. El rendimiento en grano fue medido cosechando 5 m de surco por parcela. La división del canopeo en varios niveles se efectuó de igual modo que en el invernáculo, pero en este caso el nivel apical, 5, comprendió todo lo que estaba por encima del nivel 4.

CUADRO 2: Influencia de diferentes niveles de nitrógeno y del canopeo en el aborto de flores y frutos, (%), en el invernáculo

Niveles del canopeo	Niveles de N				
	5-5	12,5-5	12,5-12,5	18-5	18-18
8(apical)	59	53	51	50	50
7	51 a*	42 ab	31 b	39 b	37 b
6	26 a	19 b	18 b	20 b	17 b
5	38 a	26 b	21 b	26 b	22 b
4	47 a	34 b	35 b	31 b	29 b
3(basal)	56 a	43 b	43 b	49 ab	43 b
Promedio tallo principal	42	32	30	32	29
Ramificaciones	63 a	52 a	53 a	46 a	51 a

* Promedios en una fila seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes ($p = 0,05$) usando el Test de Rango Múltiple de Duncan.

RESULTADOS

Experimento en el invernáculo.

La floración se inició 38 días después de la siembra y finalizó a los 68 días. No hubo diferencias entre tratamientos.

La producción máxima de flores y frutos maduros ocurrió en los niveles 4 y 5 del canopeo. El aborto de flores y frutos fue mínimo en el nivel 6, variando de un 17 a un 20% en los diferentes tratamientos con alto nitrógeno (Cuadro 2). El aborto de frutos aumentó hasta aproximadamente el 50% en la parte apical y basal del canopeo. El aborto de flores y frutos disminuyó al aumentar la concentración de nitrógeno en la solución nutritiva durante la floración y la respuesta fue semejante a través de los diferentes niveles del canopeo. En los niveles 1 y 2 hubo un número muy limitado de frutos. En el nivel 8 al incluirse todos los nudos ubicados por encima del nivel 7, el número de nudos fue variable y por ello no se hizo un análisis estadístico a ese nivel.

El porcentaje promedio de aborto de flores y frutos en las ramificaciones para los distintos tratamientos fue de un 53%. Hubo un marcado aumento (62%) en el porcentaje, cuando se lo compara al del tallo principal, pero la respuesta a los diferentes tratamientos de nitrógeno fue similar en ambos.

La distribución de flores y frutos en el tallo principal, para los tratamientos 5-5 y 12,5-5 se muestra en la Fig 1. En los primeros siete nudos prácticamente no se desarrolló ninguna flor. Los nudos próximos a la mitad del canopeo produjeron el mayor número de flores: 8,3 por nudo, en ambos tratamientos. Su número fue disminuyendo a 4,3 y 5,3 flores, para los tratamientos 5-5 y 12,5-5, en la mitad apical del canopeo. La distribución de frutos por nudo fue más pareja que la distri-

bución de flores, debido a que el porcentaje de aborto de flores y frutos fue disminuyendo desde la parte basal hacia la parte media de la zona apical.

El número máximo de frutos por nudo ocurrió en el nivel 5 del canopeo (Cuadro 3). Al nivel 3, el número de frutos por nudo disminuyó en forma constante, pero los cambios fueron menores que los producidos desde el nivel 5 hacia abajo.

Hubo un ligero aumento en el número de semillas por fruto desde el nivel inferior del canopeo al nivel 5 (2,1 a 2,5) y luego disminuyó hacia la parte apical de la planta (2,2) (Cuadro 4). Las diferencias para los distintos tratamientos no fueron significantes.

Una respuesta similar a la anterior se observó con respecto al tamaño de las semillas, excepto que el nivel inferior del canopeo tenía las semillas más grandes. Esto se debió, probablemente, a que había muy pocos frutos y menor número de semillas por fruto, en el nivel inferior del canopeo. Los frutos en las ramificaciones promediaron 2,3 semillas por cada uno, pero las semillas fueron más pequeñas que aquellas del tallo principal.

El rendimiento de semillas por nudo mostró un comportamiento similar al de los frutos para los diferentes tratamientos nitrogenados. El rendimiento promedio de semillas por nudo en las ramificaciones fue aproximadamente el 50% del promedio del tallo principal (Cuadro 5). Los nudos de los niveles 4, 5, y 6 del canopeo rindieron más del 50% por arriba del promedio de nudos del tallo principal. En el promedio se incluyen todos los nudos del tallo principal. Hubo una respuesta positiva para todos los tratamientos con un alto nivel de nitrógeno, pero no hubo prácticamente diferencias entre ellos.

El aumento en el rendimiento de semilla por los altos niveles de nitrógeno (12,5 meq $\text{NO}_3^-/1$ hasta la madurez y ambos tratamientos con 18 meq $\text{NO}_3^-/1$) fue

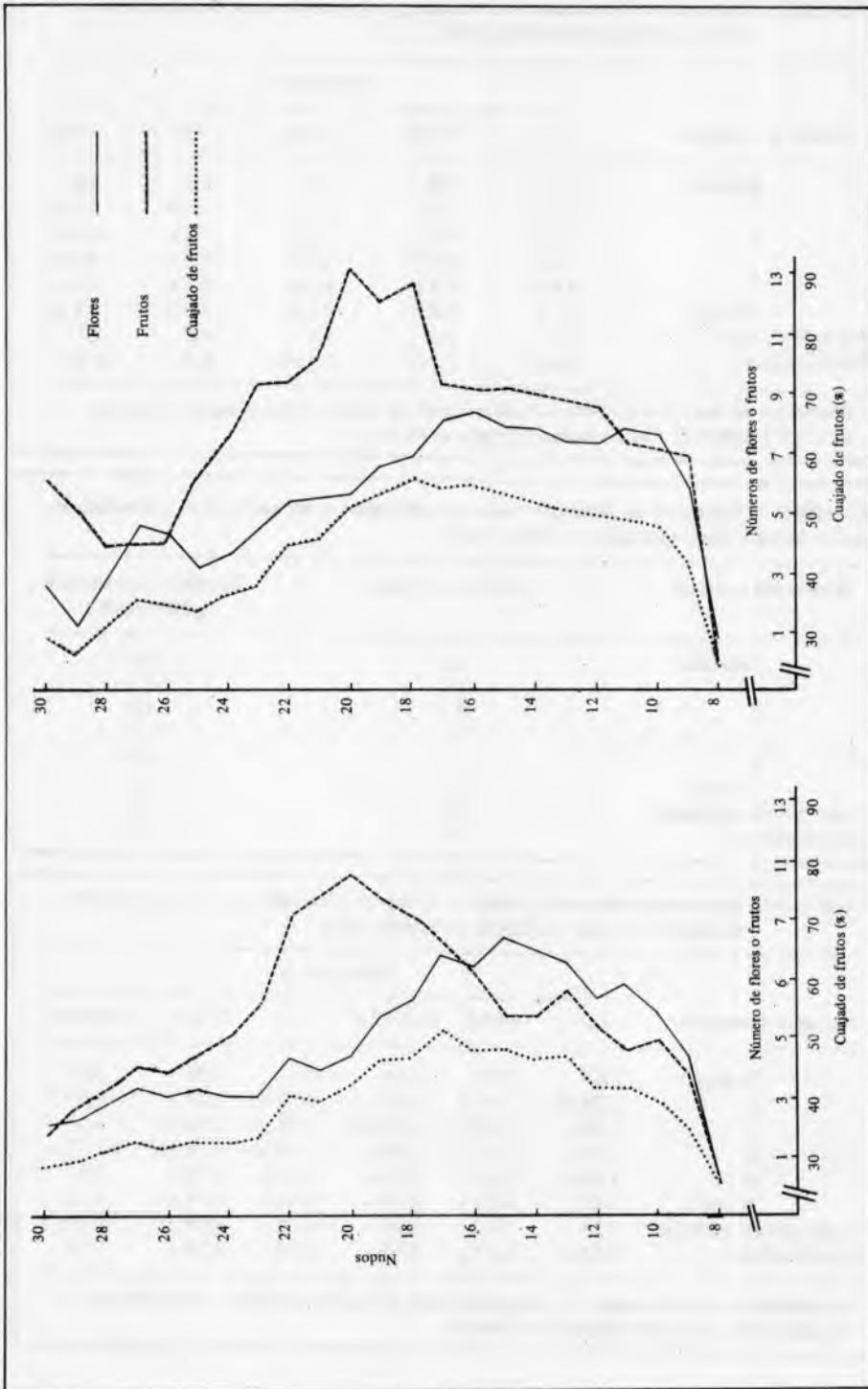


Figura 1: La distribución de flores, frutos y cuajado frutos en el tallo principal de las plantas de los tratamientos: 5-5 (izq.) y 12.5-5 (der.). Experimento en invernáculo.

CUADRO 3: Influencia de diferentes niveles de nitrógeno y del canopeo en el número de frutos por nudo, en el invernáculo.

Niveles del canopeo	Niveles de N				
	5-5	12,5-5	12,5-12,5	18-5	18-18
8(apical)	2,4	3,4	3,4	3,2	3,0
7	2,3 a*	3,3 c	3,1 bc	2,8 b	3,0 bc
6	3,2 a	4,2 b	4,1 b	4,2 b	4,2 b
5	3,8 a	4,6 ab	5,0 b	4,8 ab	4,5 ab
4	3,4 a	4,4 a	4,3 a	4,3 a	3,8 a
3(basal)	1,7 a	2,4 b	2,2 ab	2,0 ab	2,1 ab
Promedio tallo principal	2,2	3,0	2,9	2,8	2,7
Ramificaciones	1,4 a	1,5 ab	1,6 ab	1,6 ab	1,8 b

* Promedios en una fila seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes ($p = 0,05$) usando el Test de Rango Múltiple de Duncan.

CUADRO 4: Influencia de diferentes niveles de nitrógeno y del canopeo en el rendimiento de semillas por nudo (g/nudo), en el invernáculo.

Niveles del canopeo	Semillas por fruto	Tamaño de las semillas g/100 semillas
8(apical)	2,2	13,4
7	2,3	15,5
6	2,4	15,6
5	2,5	15,6
4	2,5	14,9
3(basal)	2,1	16,0
Promedio tallo principal	2,4	15,3
Ramificaciones	2,2	14,0

CUADRO 5: Influencia de diferentes niveles de nitrógeno y del canopeo en el rendimiento de semillas por nudo (g/nudo), en el invernáculo.

Niveles del canopeo	Niveles de N					Promedio
	5-5	12,5-5	12,5-12,5	18-5	18-18	
8(apical)	0,68	0,87	0,94	0,91	0,95	0,87
7	0,76 a*	1,11 b	1,05 b	0,90 ab	1,03 b	0,99
6	1,20 a	1,67 b	1,50 ab	1,53 ab	1,49 ab	1,48
5	1,44 a	1,89 ab	1,93 b	1,90 ab	1,71 ab	1,77
4	1,20 a	1,62 a	1,62 a	1,53 a	1,38 a	1,47
3(basal)	0,56 a	0,84 a	0,79 a	0,66 a	0,74 a	0,72
Promedio tallo principal	0,79	1,09	1,05	1,01	0,98	0,98
Ramificaciones	0,42 a	0,45 a	0,49 a	0,49 a	0,56 a	0,48

* Promedios en una fila seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes usando el Test de Rango Múltiple de Duncan.

proporcionalmente mayor en las ramificaciones que el que se observó en el tallo principal: aumentos del 20 al 86% en las ramificaciones comparadas con 28 al 38% en el tallo principal. El tallo principal produjo del 58 al 61% del rendimiento total.

En un trabajo publicado con anterioridad se informa sobre los efectos producidos a nivel de la planta entera, de éste y del Experimento en el campo. (Brevedan *et al.*, 1978).

Experimento a campo

La floración se inició 51 días después de la siembra y finalizó a los 90 días. Los

distintos tratamientos no mostraron diferencias en la iniciación y finalización de la floración.

El mayor número de flores por nudo se produjo en el nivel 4 del canopeo, disminuyendo su cantidad hacia las partes apicales y basales de la planta. El porcentaje de aborto de flores y frutos alcanzó su valor mínimo en el nivel 5 del canopeo (Cuadro 6). Como resultado, la mayor cantidad de frutos maduros se encontró en nudos ubicados por arriba de aquellos que tenían el mayor número de flores. En el nivel 1 hubo una cantidad muy limitada de frutos.

Los tratamientos con nitrógeno no

CUADRO 6: Influencia de diferentes niveles de nitrógeno y del canopeo en el aborto de flores y frutos (%), en el campo.

Niveles del canopeo	Niveles de N			
	0-0	168-0	0-168	168-168
5 (apical)	32 a	29 a	33 a	28 a
4	47 a	38 a	45 a	39 a
3	58 a	55 a	60 a	50 a
2 (basal)	64 a	60 a	60 a	67 a
Promedio tallo principal	45 a	39 a	45 a	38 a
Ramificaciones	83 a	66 b	74 ab	59 b

* Promedios en una fila seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes ($p = 0,05$) usando el Test de Rango Múltiple de Duncan.

alteraron mayormente la distribución del aborto de flores y frutos en los diferentes niveles del canopeo aunque hubo una mayor disminución en las ramificaciones de las plantas a las que se las había fertilizado al iniciarse la floración.

El número de frutos por nudo, en el tallo principal, aumentó desde los niveles inferiores del canopeo hasta el nivel 4 y luego disminuyó nuevamente (Cuadro 7). El número total de frutos maduros en el tallo principal representó el 81 al 90% del total de la planta.

El tamaño de las semillas aumentó a medida que se alcanzaron niveles superiores del canopeo, pero a partir del nivel 4 volvió a disminuir (Cuadro 8). Una respuesta similar se observó respecto al número de semillas por fruto. Esto concuerda con lo observado en el Experimento en el invernáculo y no fue influido por los tratamientos nitrogenados. El número de semillas por fruto y el tamaño de las semillas en las ramificaciones fueron algo menores que aquellos observados en el tallo principal (Cuadro 8).

CUADRO 7: Influencia de diferentes niveles de nitrógeno y del canopeo en el número de frutos por nudo, en el campo.

Niveles del canopeo	Niveles de N			
	0-0	168-0	0-168	168-168
5 (apical)	2,6 a*	2,6 a	2,7 a	2,6 a
4	3,3 a	3,5 a	3,4 a	3,5 a
3	2,2 a	1,9 a	1,9 a	2,0 a
2 (basal)	0,2 a	0,2 ab	0,1 c	0,1 bc
Promedio tallo principal	1,9 a	1,9 a	1,9 a	1,9 a
Ramificaciones	1,1 a	1,6 b	1,3 a	1,8 b

* Promedios en una fila seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes ($p = 0,05$) usando el Test de Rango Múltiple de Duncan.

CUADRO 8: Influencia de diferentes niveles del canopeo en el número de semillas por fruto y tamaño de las semillas, en el campo.

Niveles del canopeo	Semillas por fruto	Tamaño de las semillas
		g/100 semillas
5 (apical)	2,4	18,2
4	2,6	19,2
3	2,5	17,6
2 (basal)	1,5	13,5
Promedio tallo principal	2,5	18,4
Ramificaciones	2,3	17,2

CUADRO 9: Influencia de diferentes niveles de nitrógeno y del canopeo en el rendimiento de semillas por nudo (g/nudo), en el campo.

Niveles del canopeo	Niveles de N				Promedio
	0-0	168-0	0-168	168-168	
5 (apical)	1,13 a*	1,13 a	1,15 a	1,13 a	1,14
4	1,54 a	1,74 a	1,67 a	1,77 a	1,68
3	0,96 a	0,84 b	0,81 b	0,89 ab	0,88
2 (basal)	0,05 a	0,03 ab	0,01 b	0,03 ab	0,03
Promedio tallo principal	0,85 a	0,88 a	0,85 a	0,89 a	0,87
Ramificaciones	0,17 a	0,22 ab	0,19 a	0,29 b	0,22

* Promedios en una fila seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes ($p = 0,05$) usando el Test de Rango Múltiple de Duncan.

En el nivel 4 del canopeo se produjo el rendimiento máximo de semillas por nudo, seguido por los niveles 5 y 3 (Cuadro 9). Muy bajo fue el rendimiento que se obtuvo en el nivel 1. La distribución del rendimiento de semilla a lo largo del canopeo fue similar a través de los tratamientos. La mayor parte del rendimiento se produjo en el tallo principal (83 al 91%), pero la respuesta a las aplicaciones de nitrógeno fue proporcionalmente mayor en las ramificaciones que en el tallo principal. El rendimiento de las ramificaciones de las plantas a las que se les adicionó nitrógeno al iniciarse la floración contribuyó con el 16,3% del rendimiento de la planta y con un 9,5% en las plantas control.

DISCUSION

Las plantas de soja tienen la capacidad de compensar variaciones relativamente grandes de las condiciones ambientales durante su ciclo de vida o durante períodos críticos de su crecimiento y desarrollo.

Algunos de los componentes del rendimiento permanecen sin cambiar bajo condiciones ambientales óptimas o adversas. Plantas sujetas, en estos experimentos, a diferentes tratamientos de nitrógeno rindieron en forma muy diferente, pero el tamaño de las semillas a los diferentes niveles del canopeo, permaneció relativamente constante (Cuadros 4 y 8). Esta resistencia al cambio, del tamaño de la semilla, ha sido señalado repetidamente (Probst, 1945; Hardman y Brun, 1971; Teigen y Vorst, 1975). Buttery (1969) observó que disminuyendo la densidad de siembra 8 veces se producía un aumento de rendimiento seis veces mayor por planta, pero no había cambios en el tamaño de las semillas.

Estos y otros trabajos tienden a sugerir que una vez que la planta comienza el

período de llenado de las semillas, estas crecerán hasta cierto tamaño, independientemente de las condiciones bajo las cuales la planta esté creciendo, excepto en caso de alteraciones drásticas en las condiciones ambientales (Mc Alister y Krober, 1958; Hicks y Pendleton, 1969) o en situaciones en que teniendo las plantas un menor número potencial de frutos, puedan responder a un ambiente particularmente favorable con un aumento en el tamaño de las semillas (Brevedan *et al.*, 1978).

Una respuesta similar a la anterior fue observada en el número de semillas por fruto. Se ve en los cuadros 4 y 8 el pequeño cambio que ocurre en el número de semillas por fruto, no solamente de tratamiento a tratamiento y a diferentes niveles del canopeo, sino también en dos experimentos diferentes. Otros autores también han encontrado que la soja tiene un número casi constante de semillas por fruto a pesar de que varíen las condiciones a que se las someta (Probst, 1945; Lehman y Lambert, 1960).

Hubo un aumento en el número de frutos por nudo en todos los niveles del canopeo en el Experimento en el invernáculo como resultado del aumento del contenido de nitrógeno en la solución nutritiva al iniciarse la floración, 22% de aumento en promedio (Cuadro 3). Dado que el tamaño de las semillas y el número de semillas por fruto, en cada nivel del canopeo, fueron prácticamente los mismos para todos los tratamientos, un mayor número de frutos significó un mayor rendimiento en semilla por nudo (21% como promedio) (Cuadro 5). No hubo mayores diferencias entre los tratamientos con un alto nivel de nitrógeno durante la floración.

En el Experimento de campo, el aumento en el número de frutos por nudo, en los tratamientos en que se adicionó nitrógeno durante la floración, se produjo

principalmente en las ramificaciones.

Los rendimientos de la soja han sido correlacionados positivamente con el número de frutos por planta (Burnside y Colville, 1964; Domínguez y Hume, 1978). Cooper y Brun (1976) mostraron aumentos en el rendimiento del 40 al 57% cuando ponían las plantas de soja en una atmósfera enriquecida de CO₂ y este aumento en rendimiento era debido a un aumento en el frutos. El número de frutos por nudo es el único componente del rendimiento que respondió positivamente, en los distintos niveles del canopeo, a los diferentes tratamientos con nitrógeno, mientras que otros componentes del rendimiento: número de semillas por fruto y tamaño de las semillas, no fueron mayormente afectados.

El aumento en el número de frutos por nudo, en los diferentes niveles del canopeo no fue resultado de un mayor número de flores por nudo (Brevedan *et al* 1978) sino que provinieron de un aumento en el cuajado de frutos (Cuadros 2 y 6). En un experimento en soja (Buttery, 1969) se observó que la aplicación de fertilizante implicó un aumento significativo en el rendimiento, lo que estuvo vinculado al cuajado de frutos.

En este trabajo, el rendimiento en semilla por nudo, tanto en el Experimento en el invernáculo como el del campo, fue mayor en la parte media del canopeo, disminuyendo hacia la parte apical y basal de la planta (Cuadros 5 y 9). La distribución del rendimiento en semilla a lo largo del canopeo fue semejante a la observada por otros autores (Johnston *et al.* 1969; Hansen y Shibles, 1978). Los tratamientos con un alto nivel de nitrógeno aumentaron, en la mayor parte de los casos, el rendimiento por nudo. Estos aumentos estuvieron distribuidos en forma relativamente uniforme a lo largo de la planta en el Experimento en el invernáculo, y localizados en las ramificaciones en el Experi-

mento en el campo. Hubo aumentos en los diferentes niveles del canopeo de hasta 50 y 70% para los Experimentos en el invernáculo y en el campo, respectivamente. Respuestas similares al nitrógeno en la planta han sido observados anteriormente (Lyons y Earley, 1952; Bhangoo y Albritton, 1972; Ríos y Dos Santos, 1973).

El rendimiento en los diferentes niveles del canopeo estuvo directamente relacionado con el número de frutos que cuajan en cada nivel y esto a su vez estuvo aparentemente relacionado con el suministro de nitrógeno y el período en que se hizo el suministro. Ni la aplicación de nitrógeno en el Experimento en el campo ni una caída del nitrógeno en la solución nutritiva en el Experimento en el invernáculo al final de la floración, afecta el aborto de flores y frutos o el rendimiento. El resultado de la adición de nitrógeno en la iniciación y final de la floración, en el Experimento en el campo, no fue diferente que la respuesta al agregado de nitrógeno al iniciarse la floración solamente. Esta necesidad de nitrógeno durante la floración y cuajado de frutos ha sido señalada por varios autores (Lathwell y Evans, 1951; Mederski *et al.*, 1958; Konno, 1967; Ríos y Dos Santos, 1973).

Un alto nivel de nitrógeno en el suelo o en la solución nutritiva fueron necesarios durante la floración y cuajado de frutos para obtener un mayor número de frutos en diferentes niveles del canopeo. Eso implicó un mayor rendimiento de semillas por nudo en esos niveles.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- 1) Abernethy, R. H., Palmer, R. G., Shibles, R. y Anderson, I. C. 1977. Histological observations on abscising and retained soybean flowers. *Can. J. Plant Sci.* 57: 713-716.

- 2) Bhangoo, M. S. y Albritton, D. J. 1972. Effect of fertilizer nitrogen, phosphorus and potassium on yield and nutrient content of Lee soybeans. *Agron. J.* 64: 743-746.
- 3) Brevedan, R. E., Egli, D. B. y Leggett, J. E. 1978. Influence of N nutrition on flower and pod abortion and yield of soybeans. *Agron. J.* 70: 81-84.
- 4) Burnside, O. C. y Colville, W. L. 1964. Yield components and composition of soybeans as affected by mechanical, cultural, and chemical weed control practices. *Agron. J.* 56: 348-351.
- 5) Buttery, B. R. 1969. Analysis of growth of soybeans as affected by plant population and fertilizer. *Can. J. Plant Sci.* 49: 675-684.
- 6) de Mooy, C. J., Pesek, J. y Spaldon, E. 1973. Mineral nutrition. En: B. E. Caldwell (Ed.). *Soybeans: Improvement, production, and uses.* Am. Soc. Agron., Madison, Wis., EE.UU.
- 7) Domínguez, C. y Hume, D. J. 1978. Flowering, abortion, and yield of early-maturing soybeans at three densities. *Agron. J.* 70: 801-805.
- 8) Enken, V. B. 1959. Soybean. *Selchogiz, Moskva.* 619 p. Citado en: de Mooy, C. J., Pesek, J. y Spaldon, E. 1973. Mineral nutrition. En: B. E. Caldwell (Ed.). *Soybeans: Improvement, production and uses.* Am. Soc. Agron., Madison, Wis., EE. UU.
- 9) Gauch, H. G. y Wadleigh, C. H. 1943. A new type of intermittently-irrigated sand culture equipment. *Plant Physiol.* 18: 543-548.
- 10) Hansen, W. R. y Shibles, R. 1978. Seasonal log of the flowering and podding activity of field-grown soybeans. *Agron. J.* 70: 47-50.
- 11) Hardman, L. L. y Brun, W. A. 1971. Effect of atmospheric carbon dioxide enrichment at different developmental stages on growth and yield components of soybeans. *Crop Sci.* 11: 886-888.
- 12) Hicks, D. R. y Pendleton, J. W. 1969. Effect of floral bud removal on performance of soybeans. *Crop. Sci.* 9: 435-437.
- 13) Itawa, M. y Utada, A. 1967. Effect of nitrogen supplied in various stages on the growth and yield of cereal vegetable crops. *J. Jap. Soc. Hort. Sci. (Tokyo)* 37: 57-66.
- 14) Johnston, T. J., Pendleton, J. W., Peters, D. B. y Hicks, D. R. 1969. Influence of supplemental light on apparent photosynthesis, yield and yield components of soybeans (*Glycine max L.*). *Crop. Sci.* 9: 577-581.
- 15) Konno, S. 1967. Physiological study on the mechanism of seed production of nutrient element deficiency during the flowering stage. *Proc. Crop. Sci. Soc. Japan* 36: 238-246.
- 16) Kovacs, S. 1963. The gradient of anthesis and seed-setting in soybeans. *Acta Agronomica* 12: 233-250.
- 17) Lathwell, D. J. y Evans, C. E. 1951. N uptake from solution by soybeans at successive stages of growth. *Agron. J.* 43: 264-270.
- 18) Lehman, W. F. y Lambert, J. W. 1960. Effect of spacing of soybean plants between and within rows on yield and its components. *Agron. J.* 52: 84-86.
- 19) Lyons, J. C. y Early, E. B. 1952. The effect of ammonium nitrate applications to field soils on nodulation, seed yield, and nitrogen and oil content of the seed of soybeans. *Proc. Soil Sci. Soc. Amer.* 16: 259-263.
- 20) Mann, J. D. y Jaworski, E. G. 1970. Comparison of stresses which may limit soybean yields. *Crop Sci.* 10: 620-624.
- 21) McAlister, D. F. y Krober, O. A. 1958. Response of soybean to leaf and pod removal. *Agron. J.* 50: 674-677.

- 22) Mederski, H. J., Wilson, H. H. y Volk, G. W. 1958. Response of soybeans to plowdown and sidedress applications of nitrogen on irrigated and non-irrigated soils. Ohio Agr. Exp. Sta. Res. Circ. 59.
- 23) Pamplin, R. A. 1963. The anatomical development of the ovule and seed in the soybean. Ph. D. dissertation. Univ. de Illinois, Illinois, EE. UU. (Diss. Abst. 63-5128).
- 24) Probst, A. H. 1945. Influence of spacing on yield and other characteristics in soybeans, J. Am. Soc. Agron. 37: 549-554.
- 25) Ríos, G. P. y Dos Santos, H. L. 1973. Adubação nitrogenada na soja (*Glycine max*) en solos sob vegetação de cerrado. Pesq. agropec. bras., Ser.
- 26) Saito, M., Yamamoto, T., Goto, K. y Hashimoto, K. 1970. The influence of cool temperatures before and after anthesis on pod setting and nutrients in soybean plants. Proc. Crop Sci. Soc. Japan 39: 511-519.
- 27) Sionit, N., y Kramer, P.J. 1977. Effect of water stress during different stages of growth of soybean. Agron. J. 69: 274-278.
- 28) Teigen, J.B. y Vorst, J.J. 1975. Soybean response to stand reduction and defoliation. Agron. J. 67:813-816.
- 29) Torao, O., Hisakazu, O., Sorobu, K. y Kunihiro, U. 1961. Studies on blooming and fruiting in soybean plants, especially on the relationship between blooming and fruiting on each node. Proc. Crop Sci. Soc. Japan 30: 68-71.
- 30) van Schaik, P.H. y Probst, A.H. 1958. Effects of some environmental factors on flower production and reproductive efficiency in soybeans. Agron. J. 50: 192-197.
- 31) Welch, L.F., Boone, L.V., Chambliss, C.G., Christiansen, A.T., Mulvaney, D.L., Oldham, M.G. y Pendleton, J.W. 1973. Soybean yields with direct and residual nitrogen fertilization. Agron. J. 65: 547-550.