

II - REVISION DE LITERATURA

La soya produce normalmente muchas más flores que vainas maduras. Es común una pérdida sustancial de flores aún bajo condiciones de cultivo óptimas, o sea que actualmente se está obteniendo solo una pequeña parte de la producción potencial de semilla.

Varios autores han estudiado el problema del aborto de flores en soya en condiciones diferentes a las del trópico. Así, Mitchell (12), estima que hasta un 75% de las flores que se forman pueden abortar y consecuentemente no convertirse en vainas maduras, y además que una parte de las flores cuajadas resultan vanas.

Swen, citado por van Shaik (20), encontró que del 73 al 87% del potencial reproductivo en cinco variedades de soya se desperdicia, ya que solo cuajan un 12,9 a 22,2% del número total de flores.

Además Hanway y Thompson (3), estiman que $\frac{3}{4}$ de las flores producidas por la soya abortan y como las vainas y semillas no se desarrollan de flores abortadas, la producción es solo $\frac{1}{4}$ del potencial genético.

Por su parte Swen, citado por Hicks y Pendleton (9), añade que la mayor parte del desprendimiento de estructuras reproductivas de la soya ocurren durante los estados de desarrollo y floración completa. El encontró que el 20% del total del aborto ocurre durante los primeros estados de yema y 75% durante el estado de floración completa.

Ségún van Shaik (21), la cantidad de flores abortadas es proporcional al número

ro de flores producidas y no necesariamente las plantas que producen más flores son las que producen más vainas.

Swen, citado por van Shaik(21) comprobó en cinco variedades de soya que el porcentaje de aborto era relativamente constante dentro de cada variedad, pero considerablemente diferente entre variedades.

Hicks y Pendleton(9), opinan que el desprendimiento o el aborto de las flores de soya es parcialmente el resultado de la carencia de asimilados fotosintéticos, aunque también pueden influir otros procesos fisiológicos o bioquímicos.

Algunos investigadores han tratado de explicar el aborto de las flores de la soya relacionandolo con factores ambientales (humedad relativa, temperaturas extremas, duración e intensidad de la luz); humedad y fertilidad del suelo, enfermedades, insectos; factores mecánicos (vientos y lluvias) y factores genéticos y fisiológicos. Así, Scott(19), indica que los factores ambientales causan la caída de aproximadamente $2/3$ de las flores que se desprenden.

Weber(22), en ensayos con soya estima que el número de vainas que se desarrollan finalmente depende del vigor de la planta durante la floración y considera que una excesiva densidad de siembra es determinante porque contribuye a las variaciones naturales de la intensidad de la luz, asociadas con periodos de alta nubosidad. Si las plantas están sombreadas durante el período de floración, la proporción de vainas vanas podría ser mucho más alta debido posiblemente a un bajo nivel de carbohidratos en las hojas o a una falta de balance metabólico en la planta. Weber añade que el agua es probablemente el factor más importante en la producción final de granos, ya que su escasez puede limitar la fotosíntesis o la utilización de los carbohidratos y que la

te

temperatura también puede tener un gran efecto a través de su influencia sobre el balance de humedad en la planta, ya que su incremento estimula la respiración y por consiguiente la pérdida de carbohidratos.

Van Shaik y Probst(20), trabajando con las variedades de soya Clark y Midwest bajo condiciones de temperatura y fotoperíodo controladas, encontraron que el desprendimiento de flores se incrementa con altas temperaturas y fotoperíodos amplios (largos) y que dicho desprendimiento no está usado por una carencia de polén viable.

Buhr(4), afirma que el fotoperíodo corto induce el ciclo reproductivo de la soya y que el acortamiento en la longitud del día después de la fotoinducción se necesita para la ovulación y retención de las vainas.

Se han realizado ensayos removiendo órganos reproductivos. Así Hicks y Pendleton(9), en 1967 en el estado Illinois U.S.A., sembraron soya de la variedad Wayne a 75 cms. de distancia entre surcos y varios espaciamientos entre planta y removieron las flores de una tercera sección de la planta (superior, central e inferior), encontrando que el peso de las semillas tuvo un aumento suficientemente grande para compensar la reducción del número de semillas por planta. Cuando removieron las yemas florales de los 2/3 superiores, el incremento del peso de las semillas no compensó la reducción de las semillas por planta. En otros ensayos, la producción y el número de vainas por planta se redujeron cuando se removieron las yemas florales de las ramas. Esto no ocurrió cuando se removieron las yemas del tallo principal. En la remoción de cero a 60 flores al azar por planta no encontraron efecto sobre la producción, tamaño de la semilla y número de vainas por planta. El contenido de proteína de la semillas aumentó y el del aceite bajó con el incremento del número de yemas removidas.

La distancia entre plantas no afectó la respuesta a la remoción. Sin embargo, cuando sembraron a 2,5 cms. hubo demasiada competencia por espacio y no se desarrollaron bien las plantas, ni las ramas, disminuyéndose también así los sitios para la formación de flores; esto hizo que la remoción de 60 flores fuera un elevado porcentaje del número total de yemas producidas, comparado con las plantas sembradas a 30,5 cms. La producción y el número de vainas por planta aumentó a medida que se incrementó el espaciamento entre plantas.

Sin embargo el porcentaje de vainas vanas no varió. El contenido de grasas y proteínas no se afectó con el espaciamento entre plantas. Otros efectos de la remoción de flores en soya fueron encontrados por Austin (1), quién hizo las siguientes observaciones:

- a) Hubo una acumulación anormal de carbohidratos en las plantas tratadas.
- b) No hubo acumulación de N en plantas a las que se removieron las flores, pero en plantas testigos el N no fue consumido totalmente por el desarrollo de los frutos.
- c) El comportamiento de plantas de soya defloradas se asemeja la respuesta de otras plantas con deficiencia de K.

El punto hasta el cual una planta de soya, puede compensar un bajo número de vainas incrementando el peso de las semillas fue estudiado por McLister y Kroeber (14). Estos investigadores reportaron que cuando las vainas de las primeras flores abiertas contenían semillas en el estado de $1/3$ de su formación completa, la remoción de 10, 20, 30, 40% de vainas, produjo un incremento del peso de las semillas restantes, de tal forma que la producción final de semillas no fue reducida significativamente. El desvainamiento severo (80%) redujo el rendimiento de semilla pero incrementó el peso por semilla aunque no compensó

la reducción del número de vainas. Así mismo causaron una defoliación del 40 y del 80%, al comienzo de la floración con el resultado de que disminuyó significativamente la producción de semilla.

Otro aspecto que guarda estrecha relación con la abscisión natural de las flores es la densidad de siembra, debido a que modifica la intercepción de la luz, la humedad relativa, la ramificación de las plantas y otra serie de factores. A este respecto Bastidas *et al* (3), encontraron que al aumentar la densidad de siembra, se intercepta un mayor porcentaje de luz y se incrementa el área de índice foliar. Además se incrementa la altura de la planta, altura de carga, y grado de volcamiento, mientras que el número de ramas por planta disminuye y el tamaño de las semillas permanece constante.

Hanson e Hinson (7), observaron que el porcentaje de proteína y el peso de las plantas decrece, mientras el rendimiento por planta, % de aceite, tamaño de semilla, número de nudos y ramas a espacios más anchos aumentan. Sin embargo no fue significativa la interacción genotipo por espacio.

Según Weber (22), la fecha de maduración, peso de la planta y volcamiento fueron relativamente poco afectados por el ancho entre surcos, pero estos efectos son más marcados con poblaciones altas. A su vez, una alta población y surcos angostos permiten un firme incremento del índice de área foliar, lo que permite una mayor producción de materia seca. Además el aumento de ramas fue relativamente mayor al disminuir la competencia entre planta, y parece ser que el enramamiento no fue un factor crítico en la máxima producción, tanto así, que los más altos rendimientos fueron obtenidos a relativamente bajo número de ramas.

BIBLIOTECA AGROPECUARIA

Lehman y Lambert (11), estudiaron también los efectos del espaciamiento sobre los componentes del rendimiento y otras características de la planta - en dos localidades de Minnesota, usando las variedades Mandarin y Blackhawk y encontraron que todos los componentes de la producción fueron afectados en algún grado. Sin embargo el número de semillas y el número de vainas - fueron afectados más que el peso de las semillas y el número de semillas por vaina. Las semillas por vaina se aumentaron ligera pero firmemente a medida que se incrementaba el espaciamiento. Las semillas por planta y - vainas por planta se incrementaron marcadamente con el incremento del espaciamiento. El aumento del espaciamiento incremento la ramificación, la cual tuvo importancia relativa sobre el número de semillas y vainas pero - poco o ningún efecto sobre el peso de las semillas por vaina y semillas - por vaina.

También se han hecho trabajos con substancias químicas, para modificar la fisiología de la floración. Así, van Shaik (19), estableció los efectos de seis reguladores del crecimiento sobre el desarrollo de las vainas en la variedad de soya Midwest, concluyendo que en ningún caso los tratamientos mostraron efectos benéficos. Así el ácido Paraclorofenoacético, causó en la soya el enroscamiento de la inflorescencia y completa inhibición de la floración después de la segunda aplicación dando como resultado una disminución del total de yemas por planta; este compuesto también - causó una disminución marcada en el número de semillas por nudo y un pequeño pero no significativo aumento en el tamaño de la semilla. El número más pequeño de semillas por nudo parece deberse a la interferencia con la fertilización normal o desarrollo de semillas.

Una de las sustancias más utilizadas con el fin de producir cambios morfológicos y fisiológicos, que inciden en los rendimientos de la soya es el ácido 2,3,5-Triyodo benzoico (TIBA), que es un regulador de crecimiento que actúa como una antiauxina.

Mitchell (12), deduce que el TIBA es considerado una antiauxina que aumenta o inhibe la auxina de la floración, dependiendo de la concentración pero no tiene efecto de hormona. El TIBA, causa reducción del transporte de la auxina, aplicada en aspersión al comienzo de la floración. Añadiendo que incrementa la ramificación, aumenta la formación de flores, modifica la estructura intervenal de las hojas, su color y orientación; incrementa el porcentaje de materia seca en las semillas y vainas, reduciendo el volcamiento.

Ya que la porción apical del tallo es la parte más productora de auxinas, antes del tiempo de la formación de vainas y considerando que la dominancia relativamente fuerte de los ápices de las ramas y brotes durante el período de transición hace que muchas estructuras florales aborten, Greer y Anderson (6), realizaron un ensayo con TIBA con el objeto de inhibir la dominancia apical. Ellos encontraron que con dicho tratamiento las plantas cambiaron más rápidamente del desarrollo vegetativo al reproductivo, al igual que manifestaron cambios en el tamaño y orientación de las hojas, factores éstos que causaron un incremento en la producción de semillas.

Igualmente Bastidas y Buitrago (2), efectuaron un ensayo con TIBA al comienzo de la floración en dos variedades de soya de diferente tipo de crecimiento y período vegetativo, con dos densidades de siembra, y observaron que los rendimientos de semilla fueron incrementados en la variedad de crecimiento alto e indeterminado, Pelican, SM-ICA, por lo cual consideraron posible su uso en siembras comerciales, empleando poblaciones superiores a

Las 300.000 plantas/Ha, densidad mayor a la comúnmente usada para la variedad. En la variedad Hill, de porte bajo y crecimiento determinado no recomendaron su aplicación, ya que aunque tuvieron aumentos en el número de vainas y granos por planta, el peso del grano se redujo. Así mismo observaron en ambas variedades modificaciones notables como disminución en la altura de la planta y forma cónica del toldo foliar.

Fisher(5), usó sulfato de nicotina y dedujo que en la soya, este es más efectivo induciendo floración si se aplica en hojas inmaduras o en todas las hojas, que si se aplica en hojas maduras solamente. Con los resultados de sus ensayos corroboraron la hipótesis de que la floración es considerablemente condicionada por el balance entre la auxina producida por tejidos jóvenes y la sustancia formadora de flores producida en hojas viejas. La floración fue acelerada por días cortos, alta rata de madurez en hojas y aspersión de plantas, particularmente en hojas jóvenes con sulfato de nicotina.

La abscisión natural de flores ha sido estudiada también en otros cultivos. Went, citado por Rojas y Robles(17) anotan dos grandes causas de abscisión de flores del tomate. Con altas temperaturas nocturnas aumenta la actividad respiratoria, ocasionando escasez de carbohidratos que son consumidos por las ramas vegetativas, por lo cual las flores quedan pequeñas o caen sin ser polinizadas. En este caso la aplicación de productos químicos para prevenir la caída de las flores no tendría efecto, pues lo limitante es la falta de material energético, y en cambio la poda de las ramas vegetativas si se aplica ayudando a aumentar la producción de frutos. Con bajas temperaturas (menos de 13°C), el polen no es viable y no hay fecundación, cayendo las flores. En este caso, dice Went, las auxinas si pueden provocar la formación de frutos partenocárpicos. La intensidad lumínica es otro factor importante, ya

que con menos de 1.000 bujías-pie, o con menos de ocho horas de luz, la planta no puede nutrir eficientemente a las ramas vegetativas y reproductivas cayendo así las flores..

En el algodón, el aborto de yemas y bellotas también es de importancia económica Ewing encontró que el máximo aborto ocurrió tres a doce días de abiertas las flores (van Shaik, 20). Mason fue uno de los primeros autores en relacionar el aborto en algodón a la condición metabólica de la planta y sugirió que los factores ambientales que incrementan el aborto son los mismos que retardan la asimilación y transporte de alimento. El encontró que la lluvia tiene poco efecto directo sobre el aborto (van Shaik, 20).

Dunlop, citado también por van Shaik (20), encontró que la luz de reducida intensidad, de 300 a mil bujías-pie que siempre ocurren en días nublados, dieron un incremento del 75% de aborto en algodón.

La remoción manual de estructuras vegetales es un aspecto de importancia para estudiar la simulación de daño por plagas. En la costa de Hermosillo (México), Covarrubias y Pacheco (16), efectuaron un ensayo en algodón, removiendo fructificaciones durante distintas etapas del período de desarrollo del cultivo y en distintos niveles de infestación. Encontraron que "El rendimiento de las plantas cuyas fructificaciones se eliminaron en 100% hasta la cuarta semana, no se redujo", pero sí cuando se efectuó de la quinta semana en adelante la eliminación de un 66% de las fructificaciones, a partir de la séptima semana de un 33%, en la novena también se reflejó en una reducción del rendimiento. En las parcelas dañadas en un 33% no se observó retraso de la cosecha. De las dañadas en un 66% y de un 100%, aquellas cuyo daño se simuló de la cuarta semana en adelante no se observó retraso en la cosecha. En comparación de las otras en las cuales no se refleja un retraso en la cosecha.