



CONTROL DE LA ABCISION FLORAL EN EL FRIJOL (*Vigna unguiculata* L. Walp.), MEDIANTE LA APLICACION DE HORMONAS VEGETALES.

CAROLINA CELIS G.⁽¹⁾
RODOLFO AVILA L.⁽²⁾
MARILYN MARIN⁽²⁾
ANGEL CASANOVA⁽²⁾

RESUMEN

La caída de las flores y frutos jóvenes es un factor limitante en la producción de leguminosas de grano, incluyendo el frijol. Ojehomon (20) ha demostrado experimentalmente, que el 70 a 88 por ciento de los botones florales producidos por la planta de frijol, caen antes de que lleguen a la antesis y del 12 al 30 por ciento abren y producen frutos. Del 40 al 50 por ciento de estos frutos caen prematuramente, de modo que sólo un 6 al 16 por ciento de los botones florales formados y entre el 30 al 35 por ciento de las flores abiertas, llegan a desarrollarse completamente hasta frutos maduros (vainas). Conociéndose el efecto de ciertas hormonas (auxinas), sobre la abscisión floral, se llevó a cabo un experimento en umbráculo, durante tres ciclos de siembra, a lo largo del período 1980-1981 (Junio-Septiembre; Octubre-Enero y Marzo-Junio). Se utilizaron dos variedades de crecimiento determinado y dos auxinas; el ácido indolacético (AIA) y el ácido indolbutírico (AIB), a diferentes concentraciones (30, 60 y 90 ppm.), aplicadas en tres momentos durante el período de floración, al inicio de la floración, considerándose como el momento en el cual, un diez por ciento de las plantas presentaba alguna flor abierta; durante la máxima floración, momento en el cual todas las plantas presentaban la mayor cantidad de flores abiertas, aproximadamente a los diez días de iniciada la floración. Y aspersiones tanto al inicio como en la máxima floración (tratamiento combinado). Las aspersiones se realizaron empleando un atomizador de mano, con el cual fueron dirigidas al follaje y en especial a los botones florales y flores abiertas. Los testigos consistieron, en plantas asperjadas con agua, en la misma forma. La aplicación de las hormonas utilizadas, redujo considerablemente el porcentaje de caída de las flores y frutos jóvenes en relación al control; observándose una reducción mayor de dicha caída con el aumento de las dosis para cada hormona. Para ambas hormonas, el mejor resultado se obtuvo con la dosis de 90 ppm., aplicadas como tratamiento combinado con un promedio de abscisión de 24,5 por ciento en comparación al 62,8 por ciento, presentado por el control.

(1) Ex-alumno de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia.

(2) Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia. Apdo. 15205 Maracaibo, Venezuela.

ABSTRACT

Young flower and fruits abscission is a limiting factor in grain legumes production, including cowpea. It has been shown experimentally that 70-88 per cent of flower buds produced by cowpea plants drop before they arrive to anthesis and only 12-30 per cent produce fruits. From 40 to 50 per cent of these fruits shed prematurely, so only 6-16 per cent of produced flower buds and only from 30 to 35 per cent of open flowers reach the complete ripe fruit (pods) stage. Knowing the effect of certain hormones (auxins) on flower abscission, one experiment was made under greenhouse conditions, during three sowing dates: from June to September 1980, October 1980 to January 1981 and March to June 1981. Two determinate cultivars were used. Indolacetic acid (IAA) and indolbutiric acid (IBA) were used at three different concentrations (30, 60 and 90 ppm), applied at different growth stages: beginning of flowering (ten per cent of plants with at least one open flower), during peak of flowering (when all the plants showed the greatest number of open flowers, about ten days after the beginning of flowering) and a combine treatment consisting of hormone spray both at the beginning and at peak of flowering. Hormone sprays were made using a hand sprayer, directed to foliage and specially to flower buds and open flowers. Control treatments were plants sprayed with water in the same way described. Hormone spray reduced considerably abscission percentage of both flowers and young fruits as compared to control treatment. There was an increase in abscission reduction as dose was increased for each of the used hormones. For both hormones best results were obtained at 90 ppm applied as a combine treatment with a mean of 24.6 per cent of flower abscission as compared to 62.8 per cent of abscission showed by the control treatment.

INTRODUCCION

La floración está determinada por estímulos termo y fotoperiódicos, pero es evidente que estos estímulos físicos son transformados en estímulos químicos, de modo que las hormonas y en general los metabolitos del vegetal tienen participación importante en la floración. Entre otras muchas hormonas vegetales, tiene especial interés por varias razones un grupo particular, las auxinas. Este grupo de sustancias, no es solamente la primera de las hormonas del crecimiento que se descubrió sino que además realiza en la planta un gran número de actividades reguladoras; interviene en el control del crecimiento del tallo y de la raíz; en la inhibición de las yemas laterales; en la abscisión de las hojas, flores y frutos; en el crecimiento de éstos, y en total en unas veinte actividades fisiológicas vegetales. Las auxinas parecen ser las hormonas vegetales cuya acción reguladora, se extiende sobre los diferentes procesos de la planta, y probablemente sobre las restantes fitohormonas.

Muchas leguminosas de grano como *Phaseolus vulgaris*, *Pisum sativum*, *Glicine max* y *Vicia faba*, pierden la mayoría de las flores como botones cerrados y frutos que caen prematuramente y sólo una pequeña fracción llega a fruto maduro. Este fenómeno también ocurre en el frijol, donde la excesiva abscisión de botones y frutos jóvenes limita el rendimiento de grano y si, la abscisión es exitosamente controlada, el rendimiento puede ser incrementado.

El objetivo de este trabajo es el de medir, el efecto que sobre la abscisión de flores y frutos en la planta de frijol (*Vigna unguiculata* L. Walp), tiene la aplicación de dos auxinas: el ácido indolacético (AIA) y el ácido indolbutírico (AIB), determinando si existe diferencia en cuanto a la aplicación de una u otra, la concentración más efectiva y el momento más conveniente para su aplicación.

REVISION DE LITERATURA

La influencia reguladora de las auxinas naturales sobre la abscisión de las hojas fue sospechada en primer lugar cuando Laibach, citado por (5), en 1933, demostró que en los extractos de polen de

orquídeas se encontraba una sustancia capaz de evitar la abscisión. La Rué citado por (5) en 1936, aportó pruebas a favor de esta observación, cuando demostró los efectos retardantes de varias auxinas sintéticas sobre la abscisión de hojas de *Coleus*. A partir de este momento, se han llevado a cabo un gran número de trabajos que han confirmado claramente que el ácido indolacético (AIA), es el factor de regulación primario de la abscisión de los órganos de las plantas.

Previamente a la abscisión de un órgano de la planta, suele formarse una capa de tejido especial en su base, tejido fácilmente distinguible de los demás que le rodean. Esta capa ha sido denominada zona de abscisión, cuyas células tienen las paredes finas y carecen por entero de lignina y suberina (5). En la mayoría de los casos, una serie de divisiones celulares preceden a la abscisión, aunque en varias especies se han observado separaciones sin mediar previamente divisiones celulares.

Addicott y Lynch (4), demostraron que el factor más importante en la regulación de la abscisión consiste en la presencia de un gradiente de auxina a lo largo de la zona de abscisión. La aplicación de pasta de lanolina con AIA, a los extremos tanto proximal como distal (opuesto al tallo), de pecíolos de plantas de frijol privados de limbo, ejercen un profundo efecto sobre la velocidad de la abscisión de estos pecíolos. La aplicación proximal acelera la velocidad de la abscisión y la aplicación distal la retarda. Se llegó a la conclusión, que para evitar el desprendimiento de la hoja se requiere un gradiente de concentración de auxina mínimo, establecido perpendicularmente a la zona de abscisión. De acuerdo con esta teoría la abscisión no debería producirse cuando el gradiente es suficientemente fuerte, es decir, cuando la concentración endógena de auxina es elevada en el extremo distal y baja en el extremo proximal de la abscisión. La abscisión se produce cuando el gradiente se hace pequeño o nulo y, resulta acelerada cuando el gradiente aumenta.

Se ha demostrado que la presencia de etileno acelera la abscisión, probablemente el etileno provoca la disolución del tejido de la zona de abscisión después de que ésta ha sido establecida por la distribución de auxina en la base del pecíolo (3).

Las hojas no son la única parte de la planta que sufre abscisión. En las hojas compuestas, los folíolos se caen generalmente uno a uno, desfoliándose la planta en relativamente poco tiempo. Similarmemente, los botones florales, inflorescencias y frutos pueden caer de la planta por abscisión (8).

En ocasiones el fruto se desarrolla hasta casi el tamaño máximo, pero caen antes de madurar; ésta es la caída de pre-cosecha, especialmente gravosa para el productor. La causa parece ser la caída de la concentración de auxina en los frutos (25).

Ojehomon (20), determinó que las variaciones de frijol por él estudiadas producen entre 100 y 500 botones florales por planta, de las cuales 70 a 88 por ciento caen antes de que lleguen a la antesis y del 12 al 30 por ciento abren y producen frutos. Del 40 al 50 por ciento de estos frutos se caen prematuramente, de modo que el número de frutos maduros corresponde aproximadamente a un 6 al 16 por ciento de los botones florales formados y entre el 30 al 35 por ciento de las flores abiertas.

MATERIALES Y METODOS

Para la realización de este trabajo, se utilizaron dos variedades de frijol (*Vigna unguiculata* L. Walp), conocidas como "Ojo Negro" y "B-23". Estas variedades se caracterizan por ser de porte erecto y ciclo vegetativo de dos meses y medio aproximadamente.

El experimento se llevó a cabo en el Umbráculo de la Facultad de Agronomía, llevándose a cabo tres ciclos de siembra, a lo largo del período 1980-1981 (Junio-Septiembre; Octubre-Enero y Marzo-Junio), a fin de obtener mayor confiabilidad en los resultados. Se dispuso de bolsas negras de polietileno de dos kilogramos de capacidad, constituyendo tres plantas en sus respectivas bolsas, una unidad experimental.

Los factores estudiados fueron dos hormonas (auxinas), el ácido indolacético (AIA) y el ácido indolbútrico (AIB), a las concentraciones de 30, 60 y 90 ppm. Cada una de las cuales fué aplicada en tres momentos durante el período de floración. Al inicio de la floración (IF), se consideró como el momento en el cual, un 10 por ciento de las plantas de frijol presentaba alguna flor abierta; máxima floración (MF); momento en el cual todas las plantas presentaban la mayor cantidad de flores abiertas, aproximadamente a los 10 días de iniciada la floración. Y aspersiones tanto al inicio como en la máxima floración (tratamiento combinado) (TM).

Las aspersiones se realizaron empleando un atomizador de mano, con el cual, fueron dirigidas al follaje y en especial a los botones florales y flores abiertas. Los testigos consistieron en plantas asperjadas con agua, en la misma forma.

A partir del inicio de la floración se realizaron contajes diarios del número de flores presentasen cada planta de frijol y posteriormente de las vainas, las cuales fueron recolectadas en forma progresiva a medida que alcanzaban la madurez. Debido al número muy irregular de flores por planta de frijol, se utilizó la relación vaina-flor (RVF), definida como el número de vainas cosechadas del total de flores producidas por la planta, expresada en porcentaje, de acuerdo a la siguiente expresión: $RVF = (N^{\circ} \text{ de vainas cosechadas} / \text{total de flores producidas}) \cdot 100$ obteniéndose de esta forma, el porcentaje de flores retenidas.

Se usó un diseño de Parcelas Divididas con tres repeticiones, en el que, en las parcelas principales se dispusieron las variedades; en las parcelas secundarias, las hormonas; en las terciarias, las dosis y en las parcelas cuaternarias, los momentos de aplicación. El modelo aditivo lineal es:

$$Y_{ijklm} = U + V_i + j_j + H_k + V_{Hij} + j_{ik} + D/Hi(k) + VD'Hil(K) + j_{il}(k) + M_n + VM_{im} \\ + HM_{km} + VHM_{ikm} + MD/H_{ml}(k) + VDM/H_{iml}(k) + j_{iml}(k)$$

RESULTADOS Y DISCUSION

Debido a la no interacción entre los ciclos de siembra y los factores estudiados, en la discusión se hará referencia solo al promedio obtenido de tres ciclos de siembra para la variedad "B-23" y de dos ciclos de siembra para la variedad "Ojo Negro".

En las Tablas 1 y 2, se observa un incremento significativo de la relación vaina-flor (RVF), al aumentar la dosis tanto de ácido indolacético como del ácido indolbútrico, lo cual indica una reducción significativa de la abscisión de flores y frutos. Para la variedad "Ojo Negro" (Tabla 1) con la aplicación de 90 ppm., se obtuvo la mayor reducción de la abscisión siendo en promedio para las dos auxinas de 36,33 por ciento de abscisión de flores y frutos. Para la variedad "B-23" (Tabla 2), con la aplicación de 90 ppm se obtuvo la mayor reducción de la abscisión, siendo ésta de 31,72 por ciento en promedio para las dos auxinas, en comparación con la presentada por el testigo, siendo su tasa de abscisión de 63,78 por ciento. Todo lo cual apoya lo expresado por Addicott y Lynch (4), Van Oberbeck (25) y Bravo y Awad (10).

Los resultados obtenidos confirman el papel de las auxinas como factor de regulación primario de la abscisión. (Addicott y Lynch, (5). La disminución de la tasa de abscisión de flores y frutos obtenida en la medida en que se incrementó la concentración de AIA y AIB, podría explicarse, según lo sugerido en diferentes trabajos sobre el tema por Addicott y Lynch (5), Abeles (2), Burg (12) y Ables y Otros (3); a una caída de la concentración de auxinas en flores y frutos, lo cual daría lugar a la formación de la zona de abscisión en la base del pedúnculo, produciéndose posteriormente la disolución de las paredes de las células de dicha zona, por acción del etileno producido por la planta. En consecuencia, la aplicación de concentraciones elevadas de auxina a flores y frutos, contribuiría a mantener elevada por más tiempo la concentración en los mismos impidiendo la formación de la zona de abscisión.

TABLA 1. Efecto de los ácidos indolacético e indolbutírico de acuerdo al momento de su aplicación, sobre la relación vaina-flor, en la variedad "Ojo Negro". Promedio de dos ciclos de siembra.

Hormona	Dosis ppm	Inicio de floración (%)	Inicio y máxima floración (%)	Máxima floración (%)
Acido Indolacético	0	34,00 a	35,50 a	41,00 a
	30	49,00 a	60,00 b	47,00 a
	60	51,50 a	67,00 b	64,00 b
	90	48,50 a	75,00 b	64,00 b
Acido Indolbutírico	0	32,50 a	38,00 a	39,00 a
	30	46,00 ab	53,00 b	49,00 a
	60	51,00 bc	64,00 b	55,00 ab
	90	54,50 c	76,00 b	64,00 b

Letras iguales indican medias no significativamente diferentes.
(Probabilidad ($P < .05$))

TABLA 2. Efecto de los ácidos indolacético e indolbutírico de acuerdo al momento de su aplicación, sobre la relación vaina-flor, en la variedad "B-23". Promedio de tres ciclos de siembra.

Hormona	Dosis ppm	Inicio de floración (%)	Inicio y máxima floración (%)	Máxima floración (%)
Acido Indolacético	0	36,00 a	40,67 a	37,66 a
	30	45,33 ab	54,00 b	51,00 b
	60	52,00 bc	67,67 b	58,67 bc
	90	60,00 c	75,33 c	67,67 c
Acido Indolbutírico	0	32,67 a	34,67 a	35,67 a
	30	47,00 b	50,33 b	48,33 b
	60	53,00 bc	65,33 b	58,00 bc
	90	61,67 c	75,67 c	69,33 c

Letras iguales indican medias no significativamente diferentes.
(Probabilidad ($P < .05$)).

En las Tablas 1 y 2, se observa que las hormonas estudiadas, son más efectivas en reducir la abscisión de flores y frutos, cuando las mismas son aplicadas en forma combinada (al inicio y en la máxima floración). Posiblemente, esta doble aplicación, logra mantener elevada y relativamente constante, la concentración endógena de auxina, impidiendo por lo tanto la formación de la zona de abscisión, según lo expresado en este sentido por Abeles y Otros (3).

Los resultados obtenidos al estudiar en forma conjunta las concentraciones de los ácidos indolacético e indolbutírico y el momento de su aplicación, ratifican los resultados obtenidos al estudiar en forma individual estos factores.

CONCLUSIONES

1. La aplicación de auxina durante el período de floración de la planta de frijol, es exitosa en la disminución de la tasa de abscisión de flores y frutos en diferentes estados de desarrollo.
2. Con la aplicación de 90 ppm. de cualquiera de las dos auxinas estudiadas, en forma combinada (al inicio y en la máxima floración), se logra la mayor retención de flores y frutos hasta vaina madura.
3. Los resultados obtenidos confirman que las auxinas son, el factor de regulación primario de la abscisión de flores y frutos.

LITERATURA CITADA

1. ABELES, F.B. and RUBINSTEIN, B. *Regulation of ethylene evolution and leaf abscission by auxin. Plant Physiology*, 39: 963-969, 1964.
2. ABELES, F.B. *Mechanism of action of abscission accelerators. Plant Physiology*, 20: 442-454, 1967.
3. ABELES, F.B.; CRAKER, L.E. and LEATHUR, G.R. *The abscission: The phytoherontological effects of ethylene. Plant Physiology*, 47: 7-9, 1971.
4. ADDICOTT, F.T. and LYNCH, R.S. *Science*, 144: 688-690, 1951.
5. ADDICOTT, F.T. and LYNCH, R.S. *Ann. Rev. Plant Physiology*, 6: 211-213, 1955.
6. ADEDIPE and ORMROD, D.P. *Absorption of foliar applied P³² by successive leaves, and distribution patterns in relation to early fruiting and abscission in the cowpea ((Vigna unguiculata (L.) Walp). Pflanzenphysiologie*, 639-646, 1974.
7. AKAMINE, E.K. *Ethylene production in fading vanda blossoms. Science*, 140: 1217-1218, 1963.
8. BONNER, James and GALSTON, Arthur W. *Principles of Physiology. Freeman, W.H. and Company Publishers*, 1965.
9. BOOKER, R.H. *Notes on the pest complex of cowpeas in Northern Nigeria. Proc. Ist. Nigeria Grain Legume, Conf. Lamarinu*, 9-12, 1963.
10. BRAVO G., Manuel y AWAD, Marcel. *Efecto del ácido naftalenacético y el ácido 2,4,5-triclorofenoxipropiónico sobre la caída de frutos de manzano "Red Delicious" y "San Antonio". Turrialba*, Vol. 19 Mun. 3 julio-septiembre, 1969.
11. BURG, S.P. and BURG, E.A. *The interaction between auxin and ethylene, and its rol in the plant growth. Proc. Nat. Science*, 55: 262-269. U.S.A., 1966.
12. BURG, S. *Ethylene, plant senescence and abscission. Plant Physiology*, 43: 1053-1511, 1968.
13. COOPER, W.C.; RASMUSSE, G.K.; TOGERS, B.J.; RIECE, P.C. and HENRY, W.H. *Control of abscission in agricultural crops and its physiological basis. Plant Physiology*, 43: 1560-1576, 1968.
14. CRANE, J.C. *Growth substances in fruit setting and development. Ann. Rev. Plant Physiology*, 15: 303-326, 1964.

15. FÜCHS, Y. and LIEBERMAN, M. Effects on Kinetin, IAA and Gibberellin on ethylene production and their interactions in growth of seedling. *Plant Physiology*, 43: 2029-2036, 1969.
16. HALL, W.C.; TRUCHELOT, G.B.; LETNWEBER, C.L. and HERRERO, F.A. Ethylene production by the cotton plant and its effects under experimental and field conditions. *Plant Physiology*, 10: 306-317, 1975.
17. LIPE, John A. and MORGAN, PAGE W. Ethylene, a regulator of young fruit abscission. *Plant Physiology*, 51: 949-953, 1973.
18. NJOKU, E. The photoperiodic response of some Nigerian Plants. *J. Afric. Sci. Ass.*, 4: 99-111, 1958.
19. OJEHOMON, O.O. The development of the inflorescence and extrafloral nectaries of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *J.W. Afric. Sci. Ass.*, 13: 93-110, 1968.
20. OJEHOMON, O.O. Flowering fruit production and abscission in cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *IBID.* 227-234, 1968.
21. OJEHOMON, O.O. Effects of continuous removal of open flowers on the seed yield of two varieties of cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *J. Agric. Sci. Camb.*, 74: 375-381, 1970.
22. OJEHOMON, O.O. Fruit abscission in cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Distribution of C^{14} assimilate in the inflorescence, and comparative growth of ovaries from persisting and abscising open flowers. *Journal of Experimental Botany*, 23: 751-761, 1972.
23. SHOJI, K. Et Al. *Plant Physiology*, 26: 189-190, 1951.
24. TAYLOR, O.O. The field pests problem on cowpeas in Southern Nigeria. *Proc. Ist. Nigeria Grain legume Conf. Samaru*, 1-8, 1969.
25. VAN OVERBECK, J. Auxins. *The Botanical Review*, 25(2): 269-350, 1959.
26. WALHOOD, V.T. The effect of Gibberellin on boll abscission in cotton. *Proc. 12 Th Ann. Cotton Defoliation Conf.*, 24-30, 1957.
27. ZIMMERMAN, P.W. and WILCOX, F. Several chemical growth substances which cause initiation of roots and other responses in plants. *Boyce Thomson Inst. Plant Res.*, 7: 209, 1935.