

EFFECTO DEL DESPUNTADO, PODA Y PACLOBUTRAZOL, SOBRE LA BROTACIÓN VEGETATIVA Y REPRODUCTIVA DE CUATRO CULTIVARES DE MANGO¹

THE EFFECT OF APICAL BUD REMOVED, PRUNING AND PACLOBUTRAZOL ON VEGETATIVE BUD-BREAK AND FLOWERING OF FOUR CULTIVARS OF MANGO¹

Rosa Ana Pavone*, Luis Avilán** y Lusbi Herrera***

¹Trabajo financiado por el Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico (CDCHT-ULA) a través del proyecto, Código: NURR-C-277-00-01-C.

* Profesora. Universidad de los Andes. Núcleo Universitario Rafael Rangel. Trujillo, Venezuela. E-mail: roxyp@hotmail.com.

** Investigador jubilado. INIA. Centro Nacional de Investigaciones Agrícolas (CENIAP). Apdo. 4653. Maracay 2101, estado Aragua. Venezuela. *** Profesor. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía.

RESUMEN

Se estudió el efecto de rebrote ocasionado por el despunte de las ramas, combinado con los tratamientos de poda y Paclobutrazol (PBZ) en el desarrollo vegetativo y reproductivo del mango, *Mangifera indica* L., en la región centro-norte de Venezuela (10°17'N y 67°37'W) descrita como bosque seco tropical, con árboles en período de crecimiento (6-9 años), de los cultivares Haden, Edward, Springfels y Tommy Atkins, injertados sobre patrón Criollo inductor de bajo porte, y sembrados a 6m x 6m (278 pl h⁻¹). Los subtratamientos de: Con despunte y Sin despunte de las ramas se combinaron con los tratamientos: Plantas testigo (Sin Poda); Plantas Sin Poda + PBZ; Plantas Podadas a 2,5 m de altura; Plantas Podadas (2,5m de altura) + PBZ; Plantas Podadas (2,5 m de altura) + Poda lateral; Plantas Podadas (2,5m de altura) + Entresaque. Se empleó un arreglo factorial en bloques al azar con parcelas subdivididas (Despunte), con tres repeticiones para un total de 72 plantas. Se aplicó nitrato de potasio como inductor floral. Los resultados señalan que la Poda a diferentes niveles, sumada a la aplicación de PBZ, permite un control del tamaño de la planta y estimula la emergencia de brotes primarios y secundarios. Además el Despunte estimuló la actividad meristemática, favoreciendo la formación de nuevos brotes vegetativos, con más entrenudos, pero, sin afectar la longitud de estos, incrementándose el número y longitud de los tirso.

Palabras Clave: brotes florales; brotes vegetativos; entrenudos; mango, *Mangifera indica* L.; poda.

SUMMARY

Field studies were conducted to evaluate the effects of Paclobutrazol (PBZ) and pruning on the growth and development of mango, *Mangifera indica* L. The experiments were performed in the North-central region of Venezuela, in a ecozone characterized as a Tropical Dry Forest. The experimental site was an orchard consisted of 6-9 year old mango trees belonging to the cultivars Haden, Edward, Springfels and Tommy Atkins, grafted on the 'Criollo' dwarfing rootstock, and planted 6m x 6m apart (278 pl h⁻¹). The treatments were a combination of remotion or not of apical, pruning, and application of PBZ: 1) No pruning (control), 2) No pruning + PBZ, 3) 2 m high pruning, 4) 2 m high pruning + PBZ, 5) 2 m high pruning + lateral pruning, 6) 2 m high pruning + thinning. A factorial experiment (6 treatments x 4 cultivars) with three replication was set up in a split-plot randomized complete block design, with treatments as main plot and apical bud removal as a subplot. All trees received potassium nitrate as flowering regulator. The results shown that the different pruning treatments combined with PBZ controlled the size plant, and stimulate developing of new shoots. Also the apical bud remotion, stimulated the developing of more and larger new shoots with more internodes, while no alterations were found on internodes length. Either increasing the number and size of inflorescences.

Key Words: Inflorescences; internodes; mango; *Mangifera indica* L.; pruning; shoots.

INTRODUCCIÓN

El mango, *Mangifera indica* L., es uno de los principales frutales de origen tropical cultivado en el mundo, que ha despertado en las últimas décadas un mayor interés y aceptación, particularmente en los países de clima templado. La obtención de algunos cultivares en el estado de Florida, con características organolépticas altamente atractivas, lo ha hecho más competitivo y aceptado a nivel mundial; por lo que el cultivo se ha orientado hacia estos cultivares, principalmente con fines de exportación (Avilán y Leal, 1996).

La implementación de siembras de alta densidad, con plantas de tamaño reducido, en contraposición con los tradicionales huertos, de plantas grandes y baja población, ha determinado la obtención de extraordinarios incrementos de la productividad en especies de clima templado y subtropical (Barbosa *et al.*, 1989), por lo que la investigación se ha encaminado hacia la consecución de plantas con un menor desarrollo vegetativo, y hacia técnicas que permitan controlar dicho desarrollo, tales como cultivares de tamaño reducido, la aplicación de reguladores de crecimiento y de poda, hasta ahora poco utilizadas en plantas de origen tropical (Avilán, 2000).

En Venezuela la investigación ha sido orientada hacia el uso de cultivares de bajo porte y la aplicación de técnicas de poda, combinadas con la utilización de reguladores de crecimiento (Paclobutrazol, PBZ) y patrones inductores de bajo porte. Siendo escasa la investigación referente al uso de la poda, como práctica rutinaria para lograr un equilibrio entre crecimiento vegetativo y reproductivo, con la finalidad de controlar y reducir el tamaño de la planta y así incrementar la población por unidad de superficie (Cárdenas y Rojas, 2003; Avilán *et al.*, 2000; Rojas, 1998).

En el trabajo se exploró el efecto individual y combinado, de la poda y del Paclobutrazol, sobre la brotación vegetativa y reproductiva, en particular en cuanto al número y longitud de brotes vegetativos primarios y secundarios producidos y sobre el número y longitud de los entrenudos, así como en las inflorescencias, de cuatro cultivares comerciales de mango (Haden, Edward, Springfels y Tommy Atkins), sembrados con alta densidad poblacional (278 pl ha⁻¹), durante dos períodos sucesivos de crecimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en los campos experimentales del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias

(CENIAP-INIA) ubicado en El Limón, Maracay, Venezuela, en la región centro norte del país (10° 17' N. y 67° 37' W., a 455 m.s.n.m.). Correspondiente a un área de transición entre bosque seco premontano y bosque seco del piso tropical, con una precipitación promedio de 850 a 1000 mm anuales, concentrados en los meses de mayo a octubre, temperatura media de 24 a 26 °C (Ewel *et al.*, 1976) y suelos de mediana fertilidad, clasificados dentro del Orden Entisol.

El período experimental abarcó dos ciclos de crecimiento (1997-1998 y 1998-1999) y se llevó a cabo en plantas de mango con una edad aproximada de 6 años, de los cultivares monoembriónicos: Haden, Edward, Springfels y Tommy Atkins, (Knight y Schnell, 1994; López-Valenzuela *et al.*, 1997; Aron *et al.*, 1998), injertados sobre patrón criollo inductor de bajo porte (Avilán *et al.* 1996).

Se emplearon 72 plantas, correspondiendo 18 a cada cultivar, sembradas a una distancia de 6 m entre sí (278 plantas ha⁻¹). El arreglo de las unidades experimentales en el campo, correspondió a un factorial 4 x 6 (4 cultivares y 6 tratamientos), en bloques al azar, con tres repeticiones. Se aplicaron los siguientes tratamientos: T1 (Plantas testigo, Sin Poda), T2 (Plantas sin Poda con aplicación de PBZ), T3 (Plantas Podadas a 2,5 m de altura), T4 (Plantas Podadas a 2,5 m de altura + PBZ), T5 (Plantas Podadas a 2,5 m de altura + Poda lateral) y T6 (Plantas Podadas a 2,5 m de altura + Entresaque). Se utilizó Paclobutrazol (Cultar, PBZ), en emulsión al 25% de ingrediente activo, aplicado en solución, directamente al suelo en dosis de 2,5 g de sustancia activa (g. i. a.) por árbol. Se disolvió el producto en 3 litros de agua y se aplicó alrededor del árbol en forma circular a 1,5 m de distancia del tronco. Se aplicó Nitrato de Potasio al 2%, en aspersión foliar, como inductor floral a todas las plantas.

Después de aplicar los tratamientos de Poda y PBZ, fueron seleccionadas 6 ramas en cada árbol para el subtratamiento de Despunte: 3 ramas Despuntadas y 3 ramas sin Despuntar. Se escogieron ramas con un mismo estado de desarrollo y aproximadamente del mismo diámetro de tallo, ubicadas uniformemente alrededor de la copa del árbol y a la misma altura de la planta. En el caso de los tratamientos Sin Poda (T1 y T2), se seleccionaron como ramas despuntadas aquellas que hubieran sido cortadas al realizar la limpieza entre calles y correspondieran a la orientación y características deseadas. Transcurridos aproximadamente 10 meses, se realizaron las siguientes mediciones en las ramas marcadas, despuntadas y sin

despuntar: número y longitud de los brotes vegetativos y de los entrenudos formados y número y longitud de panículas florales (tirso).

Para el análisis estadístico se utilizó el programa SANEST, y para las discriminaciones de medias se utilizó la prueba de medias de Rango Múltiple de Duncan a una probabilidad de 0,05. Debido a que este experimento se llevó a cabo durante 2 años. Se consideró como causa de variación el despunte de las ramas y se analizó conjuntamente como un diseño en parcelas sub-divididas en el tiempo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se aprecia un significativo estímulo de la Poda sobre el número y longitud de los brotes primarios, aunque sin diferencia significativa entre los tratamientos de Poda, ni para la aplicación de PBZ conjuntamente con la Poda, posiblemente porque su efecto restrictivo se neutralizó con el estímulo causado por la Poda sobre el crecimiento. Por otra parte en las plantas Sin Podar la aplicación de PBZ redujo significativamente el número de brotes primarios, pudiéndose atribuir esta disminución, al efecto de restricción sobre el crecimiento ocasionado por el regulador, mientras que el número de brotes secundarios no resultó afectado por los tratamientos. La apli-

cación de PBZ, se refleja en una reducción de la longitud de los brotes, con respecto a los tratamientos similares sin PBZ, aunque a niveles no significativos.

Medina-Urrutia (1994), señaló respuestas similares aplicando Poda y PBZ en 'Tommy Atkins'; sin embargo, observó un incremento del número de brotes vegetativos emergidos a medida que se incrementaba la severidad de la poda. Igual respuesta encontraron Rojas y Leal (1997) en mangos Haden, observando un incremento de la actividad vegetativa en respuesta a la intensidad de la Poda, tal como era de esperarse, siendo esto ocasionado por el rompimiento del reposo de las yemas secundarias, en los meses siguientes a la Poda.

Según lo observado los tratamientos de Poda estimulan la emergencia de Brotes primarios, así como su crecimiento en longitud; mientras que la aplicación de PBZ, no afecta el número de brotes emergidos en las ramas podadas, pero si lo reduce de manera significativa en las ramas No Podadas; no afectando la aparición de brotes secundarios.

En cuanto al número y longitud de los entrenudos (Cuadro 1), ambos se incrementaron significativamente al ser aplicada la Poda en cualquiera de sus intensidades, evidenciándose el ya señalado efecto de estímulo de la Poda sobre el crecimiento vegetativo.

CUADRO 1. Variables biométricas de los brotes vegetativos y florales de árboles de mango sometidos a los tratamientos de Poda y PBZ.

Tratamientos	Nº de brotes primarios x rama		Nº de brotes secundarios x rama		Longitud de brotes		Nº de entrenudos		Longitud de entrenudos	
T1(Sin Poda)	3,3	b	0,44	a	22,48	b	5,79	b c	14,9	c
T2(Sin Poda+PBZ)	2,6	b c	0,23	a	20,06	b	4,29	c	14,2	c
T3(Poda h)	3,8	a b	0,58	a	33,89	a	7,43	a b	20,2	a
T4(Poda h+PBZ)	3,8	a b	0,62	a	31,04	a	7,66	a	18,0	b
T5(Poda h+Poda Lat.)	3,7	a b	0,50	a	34,58	a	7,98	a	18,3	b
T6(Poda h+Entres.)	3,7	a b	0,66	a	31,85	a	8,32	a	17,4	b

Letras iguales: no existen diferencias significativas

Letras diferentes: existen diferencias significativas

Nivel de significación $\alpha = 0,05$

El número de entrenudos corresponde a la sumatoria de los brotes primarios y secundarios

Por su parte, el número de entrenudos se redujo con la aplicación de PBZ a las plantas sin podar (T2), presentándose en este tratamiento el menor número y la menor longitud de los mismos; pero este efecto no se observa al aplicar PBZ a las plantas podadas (T4). La longitud de los entrenudos parece ser afectada por la aplicación de la Poda mas no, por el tipo o intensidad de esta o por la aplicación de PBZ, mientras que el número de entrenudos se mostró sensible a la aplicación del PBZ en plantas No Podadas, mas no, en las plantas Podadas.

En lo que respecta al número y longitud de los brotes florales (Tirsos) producidos por rama en el Cuadro 2 se observa que el uso del PBZ incrementó de manera significativa el número de tirsos en las plantas que no recibieron tratamiento de Poda (T2), con respecto a las plantas testigo (T1). En los árboles podados el PBZ incrementó ligeramente el número de tirsos, aunque a niveles no significativos, sin embargo la longitud de los tirsos, se redujo significativamente al aplicar PBZ a las plantas podadas, en relación a las plantas podadas que no recibieron el producto, reduciéndose aún más al incrementarse la severidad de la Poda. Puede de igual manera apreciarse que la longitud de los tirsos no difiere estadísticamente en los árboles sin Poda, aunque fue ligeramente superior en los que recibieron PBZ, pero a niveles no significativos.

CUADRO 2. Valores medios de las variables biométricas de los brotes reproductivos (Tirsos), para los tratamientos en estudio.

Tratamientos	Números de tirsos	Longitud de los tirsos
T1 (Sin Poda)	0,54 c	23,12 a b
T2 (Sin Poda+PBZ)	0,92 a b	26,65 a b
T3 (Poda)	1,05 a	29,22 a
T4 (Poda+PBZ)	1,12 a	25,69 a b
T5 (Poda h+Poda Lat.)	0,54 c	19,91 b
T6 (Poda h+Entres.)	0,71 bc	22,20 a b

Letras iguales: no existen diferencias significativas
 Letras diferentes: existen diferencias significativas
 Nivel de significación $\alpha = 0, 05$

Es sus trabajos Rojas y Leal (1997), señalan que a medida que la Poda aumenta, esto ocasiona una inhibición de la floración, siendo este efecto significativo para la densidad de brotes mixtos y florales, lo cual podría atribuirse al efecto antagónico entre el crecimiento vegetativo y el

crecimiento reproductivo; tal como lo indica Rojas (1998), al señalar el efecto restrictivo de la Poda sobre la brotación floral, habiendo observado en los tratamientos de Poda severa, una reducción acentuada de la densidad, tanto de los brotes generativos como florales, cuando no se aplicó PBZ, el cual revirtió parcialmente el efecto adverso de la Poda.

Por su parte Avilán *et al.* (2005) plantean que al aplicar Poda, además del grado de severidad o intensidad de la misma, se debe considerar la utilización de un regulador de crecimiento y un promotor de la floración para controlar y minimizar la respuesta de la planta.

De manera semejante los resultados del trabajo reflejan una significativa reducción de la longitud de los tirsos en las plantas podadas que recibieron PBZ, con respecto a la Poda sola, apreciándose una mayor reducción de esta variable a medida que la Poda se hizo más drástica; tal como lo señalan Cárdenas y Rojas (2003), al indicar que la reducción de esta variable, cuando la Poda es acompañada con PBZ, corrobora la actividad antigiberelínica del producto, además observó con el PBZ una reducción considerable de la longitud de las inflorescencias ubicadas en las partes baja y media de la copa, mientras que las de la zona superior fueron menos afectadas.

Así mismo, Avilán *et al.* (2003) encontraron que la poda independientemente de la intensidad y del cultivar retrasan el inicio de la floración.

Al analizar la respuesta en Brotación por Cultivares (Cuadro 3), se aprecia que ésta no difiere significativamente para el número de brotes primarios y secundarios, ni para el largo de los brotes. Observándose en contraste diferencias significativas para el número y largo de los entrenudos. Haden presentó un mayor número de entrenudos (8,3), pero, una menor longitud de estos (15,1 cm) y en el otro extremo Tommy Atkins con un menor número de entrenudos (6,0) pero de mayor longitud (19,9 cm).

En el mismo cuadro se observa que en relación al número y longitud de los tirsos, Springfels y Tommy Atkins presentan un mayor número y longitud de los mismos, mientras que Haden y Edward presentan valores significativamente menores.

En los sub-tratamientos de Despunte (Cuadro 4), al aplicar el Despunte, este incrementó el número y longitud de los brotes primarios y secundarios, igualmente se aprecia un aumento en el número de entrenudos, pero sin incrementarse su longitud.

CUADRO 3. Variables biométricas de los brotes vegetativos y florales de árboles de mango, de los cultivares en estudio.

Cultivar	Nº de brotes primarios	Nº de brotes secundarios	Longitud de brotes	Número entrenudos	Longitud entren.	Nº tirsos	Long. tirsos
'HADEN'	3,6 a	0,70 a	29,1 a	8,3 a	15,1 c	0,6 b	17,3 b
'EDWARD'	3,4 a	0,34 a	29,0 a	7,0 a b	15,6 c	0,5 b	21,8 b
'SPRINGFELS'	3,5 a	0,52 a	28,0 a	6,4 b	18,2 b	1,2 a	29,9 a
'T. ATKINS'	3,5 a	0,45 a	29,7 a	6,0 b	19,9 a	1,0 a	29,0 a

En el sentido de las columnas los valores promedio, acompañados con la misma letra, son iguales estadísticamente, según la prueba de medias de Duncan, al 5% de probabilidad.

Los valores, son promedio de todos los tratamientos y de los cuatro cultivares, para dos años.

En relación a la brotación reproductiva puede observarse en el mismo cuadro que el número y longitud de los tirsos, fue estadísticamente superior en las ramas Despuntadas que en las No Despuntadas. Lo antes analizado corrobora que el Despunte de las ramas, tal como lo señalan Medina-Urrutia (1994) con Tommy Atkins y Avilán *et al.* (2003) con Haden, produce un efecto de estímulo sobre la actividad meristemática, tanto vegetativa como reproductiva, lo cual favorece la formación de nuevos brotes y de mayor longitud en las ramas podadas.

CONCLUSIONES

- La longitud de los entrenudos se incrementó con la aplicación de la Poda más no, por el tipo de esta o por la aplicación de PBZ, mientras que el número de entrenudos disminuyó con la aplicación de PBZ en

las plantas No Podadas, más no en las plantas Podadas.

- El PBZ incrementó de manera significativa el número de tirsos por rama, en las plantas No Podadas, pero no afectó su longitud.
- El despunte de las ramas produjo efecto de estímulo sobre la actividad meristemática, tanto vegetativa como reproductiva; determinando un mayor número de brotes vegetativos primarios y secundarios, de mayor longitud y con un mayor número de entrenudos, no siendo afectada la longitud de los entrenudos; este efecto fue superior en los árboles Podados que en los No Podados. Igualmente se vio incrementado el número y la longitud de los tirsos.

CUADRO 4. Valores promedio de algunas variables biométricas de los brotes vegetativos y florales, obtenidos en ramas Despuntadas y sin Despuntar.

Tratamiento	Nº de brotes primarios	Nº de brotes secundarios	Longitud brotes	Números entrenudos	Longitud entrenudos	Nº tirsos	Long. tirsos
Despuntados	4,21 a	0,73 a	31,14 a	8,78 a	17,29 a	0,95 a	28,50 a
Sin Despuntar	2,81 b	0,28 b	26,81 b	5,04 b	17,06 a	0,68 b	20,44 b

En el sentido de las columnas los valores promedio, acompañados con la misma letra, son iguales estadísticamente, según la prueba de medias de Duncan, al 5% de probabilidad.

-Los valores, son promedio de todos los tratamientos y de los cuatro cultivares, para dos años.

- La emergencia de brotes primarios, después del despunte y su alargamiento, fue estimulada por la Poda, la cual promovió la formación de un mayor número de brotes y de mayor longitud; no viéndose afectada por la intensidad de la Poda, ni por la aplicación de PBZ.

AGRADECIMIENTO

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas INIA y la Facultad de Agronomía de la UCV.

BIBLIOGRAFÍA

- Aron, Y., H. Czosnek and S. Gazit. 1998. Polyembryony in Mango (*Mangifera indica* L.) is Controlled by a Single Dominant Gene. *HortScience* 33:1 241-1 242.
- Avilán R., L. 2000. Manejo de Altas Densidades de Población en Frutales Tropicales Perennes de Tipo Arbóreo. **In:** Memorias VII Congreso Nacional de Frutales. UNET. San Cristóbal. Venezuela. 19-28 p.
- Avilán, R., L. y F. Leal. 1996. El comercio mundial de frutales y las perspectivas de la Fruticultura Nacional. Instituto de Investigaciones Agronómicas, CENIAP-FONAIAP. Maracay. 36 p.
- Avilán, R., L., M. Rodríguez, J. Ruiz y C. Marín. 1996. Selección de patrones para mango. Instituto de Investigaciones Agronómicas. CENIAP-FONAIAP. Maracay. 24 p.
- Avilán, R., L., C. Marín, M. Rodríguez y J. Ruiz. 2000. Comportamiento de los Brotes de mango en plantas tratadas con diferentes intensidades de poda, Paclobutrazol y Nitrato de Potasio. *Agronomía Trop.* 50(3):347-360.
- Avilán, R., L., M. Askue, E. Soto, M. Rodríguez, J. Ruiz y H. Escalante. 2003. Efecto de la poda y el empleo de un regulador de crecimiento sobre el inicio de la floración en mango. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 20:430-442.
- Avilán, R., L., C. Marín, M. Rodríguez y J. Ruiz. 2005. Producción forzada de mango (*Mangifera indica* L.) en alta densidad (278 pl/ha) durante el período de crecimiento. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 22:99-111.
- Barbosa, W., F. A. Campo-Dall'Orto e M. Ojima. 1989. O pessegueiro no sistema de pomar compacto: I. Conjeturas, experimentação e prática. *O Agrônomo (Campinas)* 41:26-39.
- Cárdenas, K. y E. Rojas. 2003. Efecto del paclobutrazol y los nitratos de potasio y calcio sobre el desarrollo del mango 'Tommy Atkins'. *Bioagro* 15:83-90.
- Ewel, J., A. Madriz y J. A. Tosi. 1976. Zonas de vida de Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría. FONAIAP. Ed. Sucre. Caracas. 270 p.
- Knight, R. J. and R. J. Schnell. 1994. Mango Introduction in Florida and the Haden Cultivar's Significance to the Modern Industry. *Economic Botany* 48:139-145.
- López-Valenzuela, J. A., O. Martínez and O. Paredes-López. 1997. Geographic Differentiation and Embryo Type Identification in *Mangifera indica* L. Cultivars Using RAPD Markers. *HortScience* 32:1 105-1 108.
- Medina-Urrutia, V. M. 1994. Poda y Paclobutrazol afectan el crecimiento y producción de árboles jóvenes de mango 'Tommy Atkins'. *Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort.* 38:50-55.
- Rojas, E. 1998. La Poda y el Paclobutrazol en la Brotación Floral y Vegetativa del mango cv. Haden. *Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort.* 42:222-225.
- Rojas, E., and F. Leal. 1997. Effects of pruning and potassium nitrate spray on floral and vegetative bud break of mango cv. Haden. *Acta Horticulturae* 455:522-529.