

## FISIOLOGIA DE LOS MERISTEMOS DEL MELOCOTONERO (*Prunus persica* (L) Batsch) EN CONDICIONES TROPICALES. EFECTO DE ALGUNAS SUSTANCIAS QUIMICAS PARA MODIFICAR EL REPOSO<sup>1</sup> \*

Guillermo Sancho\*\* y Oscar Arias\*\*\*

### ABSTRACT

The physiology of peach (*Prunus persica* (L) Batsch) meristems under tropical conditions. Effect of some chemicals to modify their dormancy. The physiology of peach meristems in exiced plants shoots, was studied. Aquous sprays of thiourea (2%), dinitro-ortho-cresol (DNOC) (0.2%), mineral oil (4%), potassium nitrate (2%), gibberellic acid (0.02%) and their mixtures were used to break dormancy. The chemicals where applied at 30 day intervals during four months.

In general, the buds sprout showed a diminishing gradient from the apex to the base of the shoots, both in vegetative and flower buds. The buds which opened in non-treated shoots were characterized by a dormant period of two months, followed by normal growing activity. The treatments with mineral oil and its mixture with DNOC were the most effective in breaking dormancy. The best application period occurred in September, before the meristems entered another inactivity.

### INTRODUCCION

En Costa Rica existen programas de introducción de especies frutales caducifolias que requieren de una sólida base de investigación, a fin de conocer las posibilidades y limitaciones de dichos cultivos. Debido a que el fenómeno fisiológico del reposo es una característica intrínseca en estos vegetales, éste es uno de los aspectos que se deben estudiar en primera instancia.

Champagnat (7), señala que el reposo de las yemas es una etapa de inaptitud al crecimiento, ligada a las propiedades de los tejidos de las yemas, fuera de toda influencia del medio y de inhibición por otros órganos.

Arias y Crabbé (1), indican sin embargo que existen diferencias en el grado de reposo de las yemas, según su nivel de inserción en la rama. Estos mismos autores (2), señalan que otros factores alteran estos estados, como son la influencia correlativa de las yemas durante el crecimiento y el modo y la naturaleza del crecimiento anterior del eje mismo, al igual que la duración de la etapa de actividad del meristemo terminal.

En el trópico, donde las variaciones del clima no son tan pronunciadas como en la zona templada, las especies caducifolias introducidas aparentemente no presentan estados fisiológicos bien defi-

<sup>1</sup> Recibido para su publicación el 25 de febrero de 1979.

\* Parte de la tesis de grado presentada por el primer autor a la Escuela de Fitotecnia, Universidad de Costa Rica.

\*\* Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M.

\*\*\* Escuela de Fitotecnia, Universidad de Costa Rica.

nidos, sino que lo que se observa, con mayor frecuencia, son estados de mayor o menor actividad vegetativa.

En el caso del melocotón, varios autores (10, 11, 12) afirman que la salida del reposo de las yemas ocurre por exposición a un período de frío, lo que se conoce como requerimiento de frío. La información disponible (13) indica que las necesidades de frío varían de un cultivar a otro y dependen de la posición de la yema en la planta, y del estado fisiológico de la planta (11,14). En la zona templada, debido a sus implicaciones económicas, durante muchos años se han buscado tratamientos químicos para promover la salida del estado de reposo en especies caducifolias, en condiciones de inviernos cálidos (9). Sin embargo, de los muchos productos que se han probado, sólo unos pocos parecen adecuados (5).

Erez y Samish (9) investigaron en Israel la eficacia de varios agentes químicos para estimular la salida del reposo y comprobaron que la tiourea, el dinitro-orto-cresol (DNOC), el nitrato de potasio, el ácido giberélico o combinaciones de ellos, tienen efecto sobre la brotación de yemas en melocotón, por lo que señalan la posibilidad de su utilización en plantaciones comerciales en zonas templadas cuando hay inviernos cálidos. Otros autores (4,5,12) que han realizado trabajos semejantes, han llegado a resultados parecidos; además coinciden en la necesidad de determinar la dosis y el momento adecuado de la aplicación de estos productos para obtener resultados satisfactorios.

La presente investigación tuvo por objeto estudiar, en condiciones de laboratorio, el estado fisiológico de las yemas vegetativas y florales en melocotón, bajo la influencia de algunas sustancias químicas.

## MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se llevó a cabo en el Laboratorio de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica, con brotes del cultivar Big Boston separados de la planta, correspondientes al último ciclo de crecimiento.

El material se colectó entre los meses de agosto y noviembre del año 1976 en la finca La Colina,

localizada en Fraijanes de Póas a 1700 msnm, Provincia de Alajuela.

La investigación se inició en agosto, debido a que la época que precede a la floración es crítica en cuanto al futuro del árbol y es cuando en apariencia los fenómenos de reposo se presentan con mayor intensidad.

Cada mes, entre agosto y noviembre, se llevó al laboratorio un grupo de brotes que se distribuyeron en diez lotes de seis unidades. Las yemas localizadas a lo largo de cada brote se separaron en tres grupos, para lo que se dividió el brote en tres partes iguales: apical, media y basal. A cada uno de los diez grupos seleccionados previamente, se les aplicó por pulverización en medio acuoso (volumen/volumen) y con triton X-114 como humectante uno de los siguientes tratamientos:

- 1- Tiourea 2% (TH)
- 2- Dinitro-orto-cresol 0,2% (DNOC)
- 3- Aceite mineral 4% (AM)
- 4- Nitrato de potasio 2% ( $KNO_3$ )
- 5- Acido giberélico 0,02% (AG)
- 6- Tiourea 2% y dinitro-orto-cresol 2% (TH + DNOC)
- 7- Nitrato de potasio 2% y tiourea 2% ( $KNO_3$  + TH)
- 8- Aceite mineral 4% y dinitro-orto-cresol 0,2% (AM + DNOC)
- 9- Acido giberélico 0,02% y tiourea 2% (AG + TH)
- 10- Testigo (T)

Los brotes una vez tratados se colocaron en vasos de precipitación con la base sumergida en agua destilada.

La evaluación de los tratamientos se realizó por conteo del número de yemas vegetativas y florales brotadas en cada sección y tratamiento. Para el análisis estadístico de los resultados, se utilizó un diseño de parcelas divididas, en el cual las secciones del tallo formaron las parcelas grandes, y los tratamientos químicos, con sus respectivas combinaciones las subparcelas.

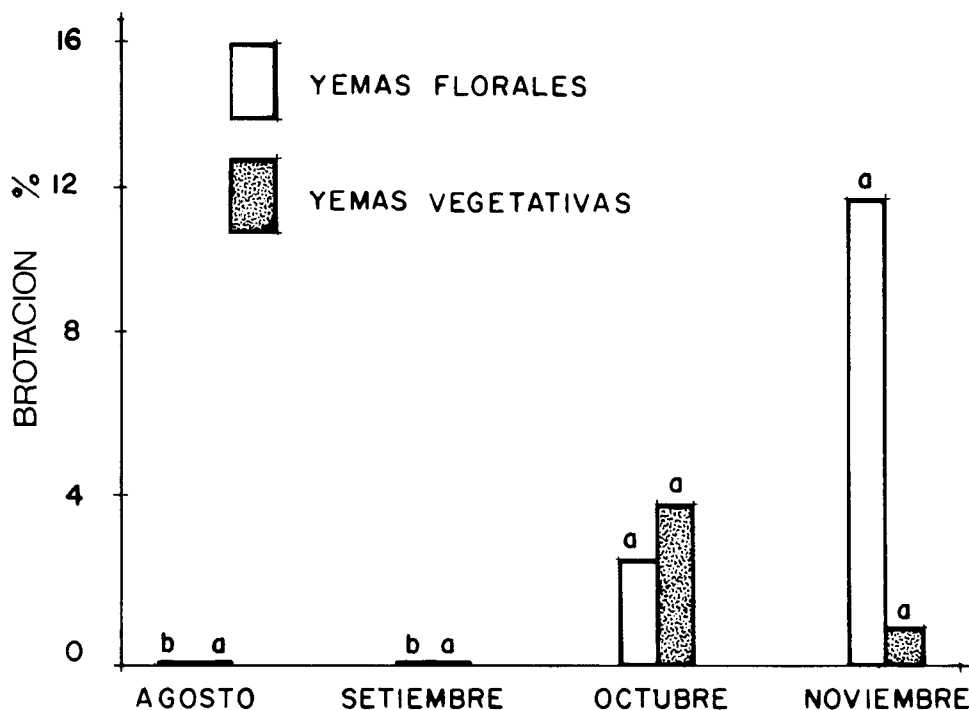
## RESULTADOS

En la Fig. 1 se presentan los valores del brotamiento de yemas vegetativas y florales en brotes que no recibieron ningún tratamiento químico. Durante los meses de agosto y setiembre se observó un reposo absoluto que contrasta con el crecimiento que se presentó a partir de octubre, cuando a pesar de que las diferencias no fueron estadísticamente significativas, se inició el desarrollo de las yemas florales.

Al estudiar el nivel de ubicación de las yemas en el brote (Fig. 2) se encontró una mayor actividad en la parte distal; esta actividad disminuyó en la parte media y fue casi nula en los meristemos de la base. Como puede notarse en la Fig. 2, esta ten-

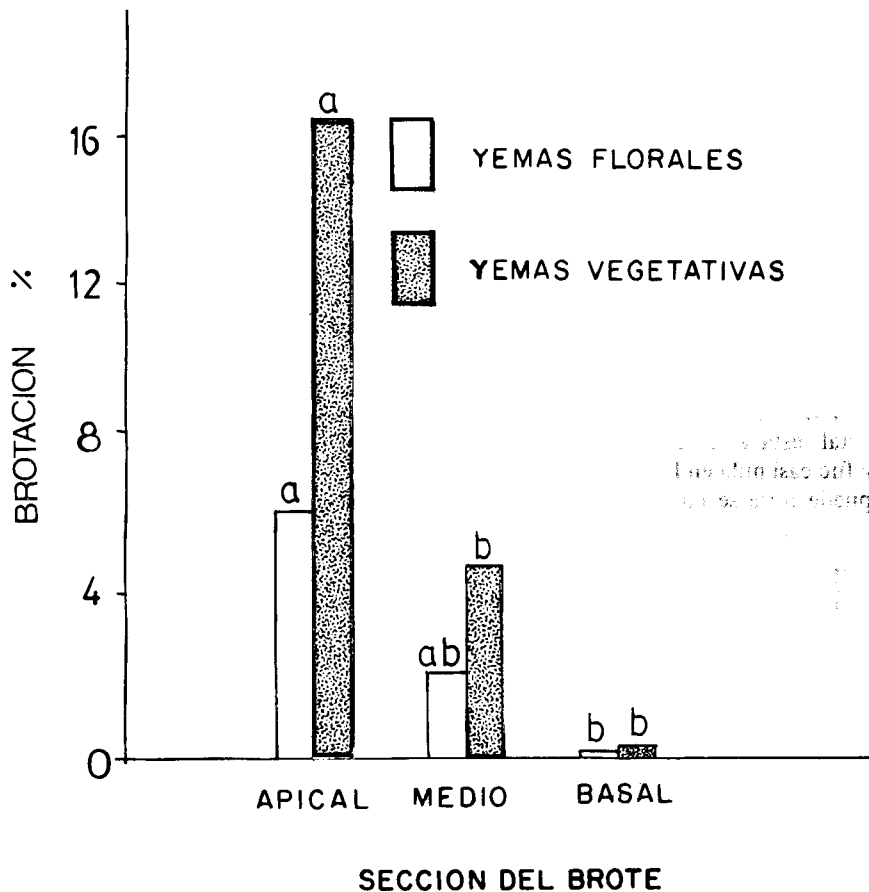
dencia acrotónica se mantiene en forma independiente, trátase de meristemos vegetativos o florales.

En la Fig. 3 se presenta los resultados de los tratamientos químicos. Se encontró que el aceite mineral al 4% fue el que logró modificar en mayor grado el estado de reposo de las yemas, con índices de brotación de 8 y 26% para yemas florales y vegetativas, respectivamente, en comparación con 2,5 y 1%, en el mismo orden, para el tratamiento testigo. También se encontró un efecto significativo sobre la brotación de yemas vegetativas cuando se mezcló el aceite mineral con DNOC, aunque este último solo careció de efecto, como puede verse en esta misma figura.



Los valores de las columnas con una misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Duncan ( $P = 0,05$ ).

Fig. 1. Evolución de la brotación en brotes que no recibieron ningún tratamiento químico.



Las columnas para un mismo tipo de yema con igual letra representan valores no significativos ( $P = 0,05$ ) según la Prueba de Duncan.

Fig. 2. Brotación considerando el nivel de ubicación de las yemas en el brote.

El nitrato de potasio mostró mayor actividad en mezcla con tiourea sobre la brotación de yemas florales, no así de las vegetativas.

El ácido giberélico no modificó el estado de reposo de ninguno de los tipos de yemas; sin embargo, al mezclarlo con tiourea se logró incrementar la brotación de yemas vegetativas en comparación con el testigo.

Al estudiar el efecto de los tratamientos químicos sobre la brotación en función del tiempo (Fig. 4), se encontró que existe un grado de inercia variable que permite evaluar el estímulo del creci-

miento con productos de naturaleza química diferente así, en agosto, cuando el grado de reposo es más acentuado, los tratamientos químicos que modificaron en algún grado el comportamiento de los meristemas fueron el aceite mineral, el nitrato de potasio y las mezclas de tiourea-DNOC y nitrato de potasio-tiourea.

La inercia desaparece durante los meses de setiembre y octubre; en esa época los tratamientos con DNOC y la mezcla de aceite mineral-DNOC fueron los más eficaces. En los demás tratamientos aunque la brotación fue menor se mantuvo una tendencia parecida.

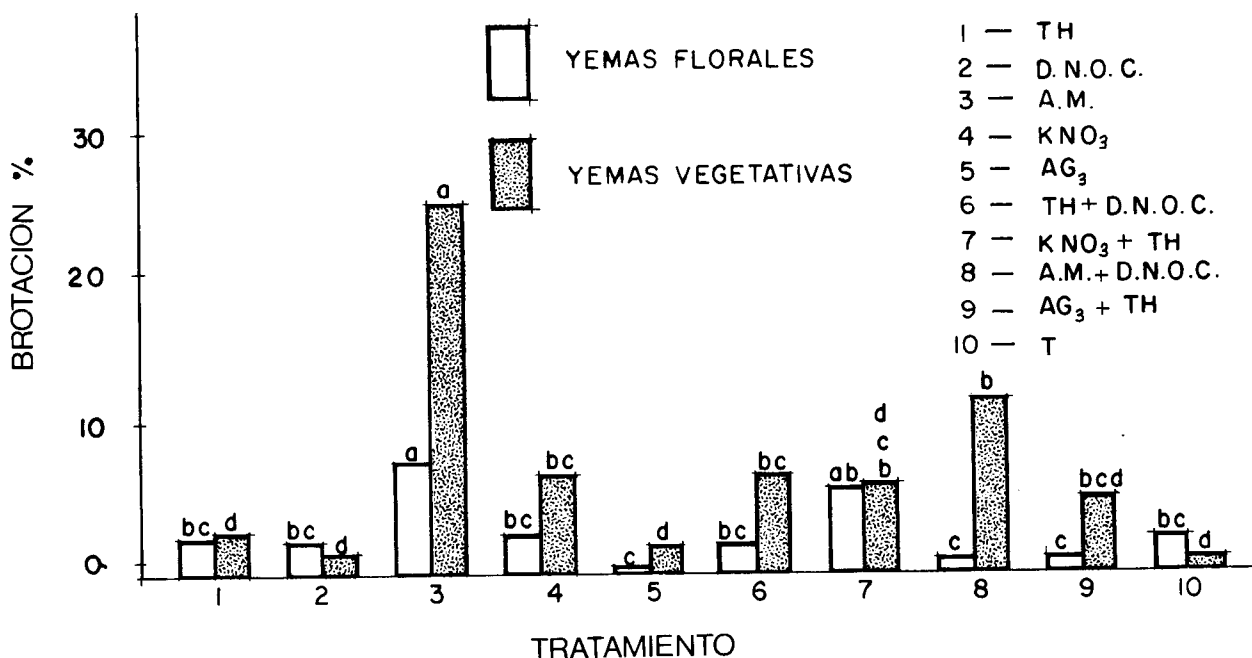
La aparente actividad meristemática que se observa durante setiembre y octubre, contrasta con el fuerte estado de reposo durante el mes de noviembre, cuando además, se observa una ineficiencia bastante generalizada de los tratamientos químicos para promover el crecimiento de los meristemas.

DISCUSION

El análisis de los resultados muestra que en las condiciones de la Finca la Colina, en Fraijanes, las yemas florales a partir del mes de noviembre estan en una condición fisiológica favorable a la brotación, la que se manifiesta por una disminución de la inercia característica de los meses anteriores y que impide la brotación al colocar los brotes en el laboratorio, (Fig. 1).

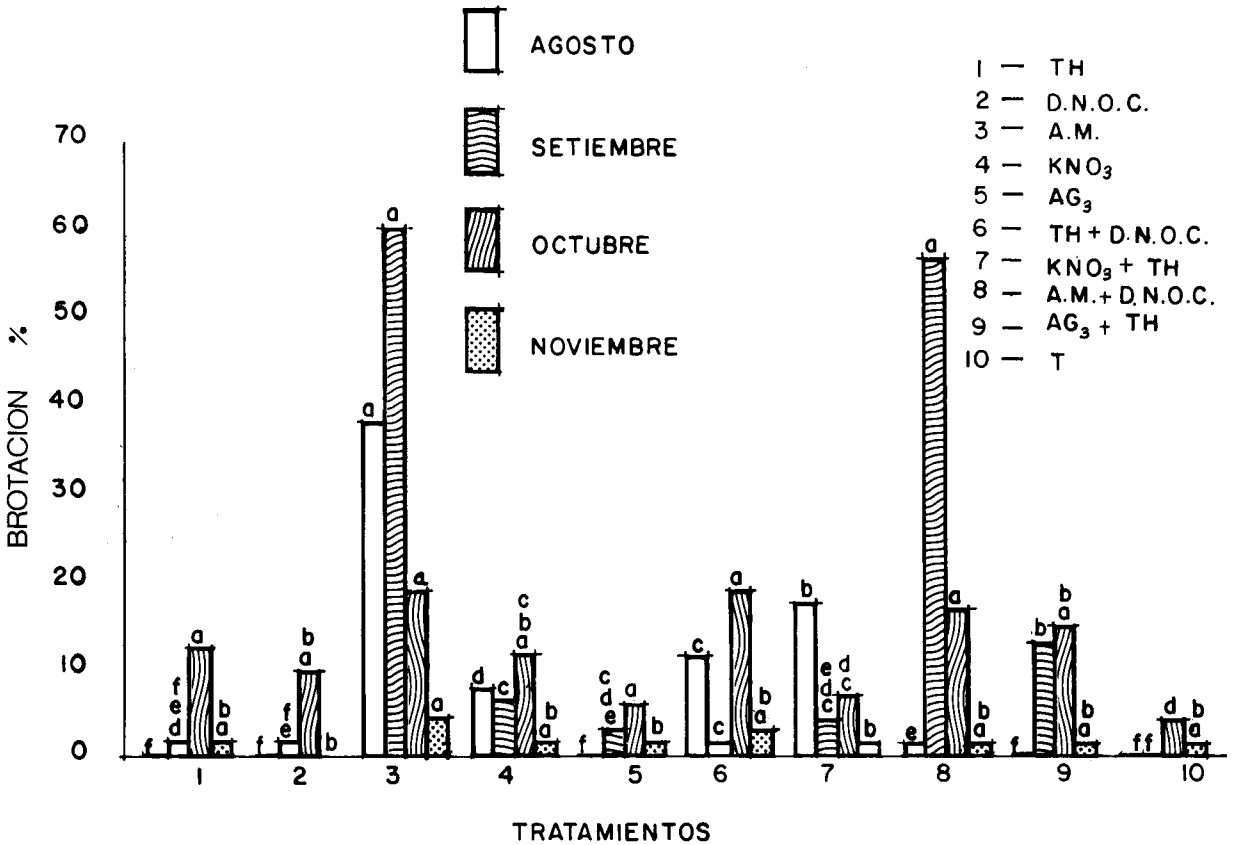
En esta época del año las temperaturas mínimas que se registraron nunca fueron inferiores a 11 C (Cuadro 1), lo que indica que no es la influencia de las bajas temperaturas (menores de 7,2 C) el factor responsable de los cambios fisiológicos observados. En este sentido se podría pensar en acuerdo con Weimberger (14) que los cambios severos de temperatura entre el día y la noche pueden ser un factor de importancia en la salida del reposo de los meristemas. En nuestro caso se observaron variaciones alrededor de 10 C entre las temperaturas mínimas nocturnas y las máximas registradas durante el día.

El agua disponible en el suelo durante toda la época experimental fue suficiente (Cuadro 1), lo que permite suponer que los cambios fisiológicos observados no se deben a variaciones en el balance hídrico de la planta.



Las columnas para un mismo tipo de yema con igual letra representan valores no significativos (P = 0,05) según la Prueba de Duncan.

Fig. 3. Efecto de los tratamientos químicos sobre la brotación en yemas vegetativas y florales.



Las columnas de un mismo mes con igual letra representan valores no significativos (P = 0,05) según la prueba de Duncan.

Fig. 4. Brotación de yemas vegetativas durante cuatro meses en brotes sometidos a algún tratamiento químico.

Los resultados indican que tanto en las yemas vegetativas como en las florales existían gradientes morfogénéticos que controlan el brotamiento y que la gradiente dependía del nivel de inserción de las mismas en el brote; de esta manera, al aumentar la distancia entre una yema y el ápice, disminuye la capacidad de crecimiento. Este resultado concuerda con lo expuesto por Arias y Crabbé (1,2), quienes sugieren que al interrumpir el reposo hay un aumento en el crecimiento de los meristemas ubicados en la parte distal del brote como consecuencia de la movilización de un factor radical del tipo de la giberelina hacia la parte distal. Lo anterior concuerda con los resultados de Weimberger

(13), quien anota que cuando las plantas no reciben suficientes horas de frío invernal, se produce un estado de "reposo prolongado", en el cual las yemas situadas en los ápices de los brotes abren con mucha anticipación a las yemas situadas en posición basal.

Los tratamientos químicos tuvieron efectos variables y de difícil interpretación. La tiourea al 2% en todos los casos tuvo un efecto poco favorable sobre la brotación y parece ser que ésta reduce la actividad respiratoria de las yemas (5); el hecho de que existan diferencias cuantitativas entre la brotación de meristemas vegetativos y florales indica

que estos meristemos están en un estado fisiológico diferente.

El DNOC al 0,2% afecta la brotación de una manera semejante al de la tiourea y en todos los casos esta fue bastante escasa; al contrario de la tiourea, el DNOC activa principalmente las yemas florales. En forma experimental se ha comprobado que este producto activa la respiración de los meristemos, principalmente los florales (5).

El aceite mineral al 4% tuvo una de las mejores respuestas, su eficacia fue evidente a nivel de los meristemos vegetativos durante los meses de agosto a octubre (Fig. 4). Parece ser que el principal efecto fisiológico de esta sustancia es el de promover la actividad respiratoria de los meristemos (5). La temperatura de alrededor de 25 C que prevaleció durante el experimento en el laboratorio podría ser uno de los factores que favoreció su eficacia (9). Los resultados indican que desde el punto de vista práctico la mejor época para su aplicación es el mes de setiembre.

El nitrato de potasio al 2% no presentó en este experimento, la eficacia que se menciona en la literatura en cuanto a su acción en el estímulo de la floración, ya que existen evidencias de que el  $\text{NO}_3$  induce la actividad de la nitrato reductasa a nivel de meristemos florales (3).

El hecho de que el tratamiento con ácido giberélico al 0,02% haya presentado una brotación estadísticamente igual al de la tiourea, corrobora el hecho previamente apuntado (5) de que estas sustancias reducen la actividad respiratoria lo que resulta en una disminución de la brotación.

El efecto sinérgico que tuvo la mezcla de tiourea y DNOC, afectó particularmente a las yemas vegetativas, lo que contrasta con las observaciones previas donde el efecto es evidente y principalmente a nivel de yemas florales. La mezcla de nitrato de potasio con tiourea favoreció especialmente el brotamiento de yemas florales, lo que podría deberse al efecto de la nitrato reductasa (3). De difícil explicación resulta el efecto detrimental de la mezcla de aceite mineral y DNOC. En el caso del ácido giberélico y la tiourea la acción del ácido giberélico predomina principalmente a nivel de meristemos vegetativos lo cual ha sido también comprobado por los autores en el campo.

El estado fisiológico de los meristemos vegetativos durante los cuatro meses de este estudio refleja aspectos relevantes, algunos de los cuales pueden colocarse en paralelo con lo encontrado por uno de los autores en el cerezo (*Prunus avium* L.) (1). Se notó que en las ramas del melocotón existe un menor grado de inercia en los meristemos apicales (Fig. 2), similar al que se observa en el cerezo.

La inercia observada durante el mes de noviembre (Figs. 1 y 4) es un aspecto que puede ponerse en paralelo con lo observado en la zona templada en el cerezo (1). En los trópicos durante los meses de agosto y setiembre se encontró una inactividad total que desaparece durante el mes de octubre para acentuarse de nuevo en noviembre.

Esta similitud en la expresión de los fenómenos fisiológicos en plantas del mismo género, creciendo en condiciones ecológicas totalmente diferentes, son una prueba de generalidad de los fenómenos observados. Además, indican la conveniencia de

Cuadro 1. Datos climáticos en la Finca la Colina durante los meses de 1976, época en que se recolectó el material experimental.

Variable climática	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura ambiente (C)	15,5	15,3	15,7	15,2	14,8	14,7
Humedad relativa (%)	87,5	84,4	86,3	88,8	85,7	78,0
Brillo solar (h)	3,6	4,4	3,7	3,8	5,4	8,5
Temperatura máxima (C)	21,1	22,4	23,2	22,0	21,3	21,6
Temperatura mínima (C)	12,7	12,0	12,3	11,5	11,1	10,5
Lluvia total (mm)	287,5	340,5	356,8	214,3	430,4	75,8
Radiación solar (cal)	328	307	249	267	293	355

extender este tipo de investigaciones a otras especies tropicales arborecentes, a fin de elucidar los aspectos medulares de su funcionamiento.

Finalmente conviene dejar planteada la inquietud sobre la importancia de estudiar la influencia de tipo corelativo que el follaje ejerce sobre los meristemas en plantas caducifolias, cuando éstas se cultivan cerca del Ecuador, ya que en estas latitudes la presencia de hojas durante todo el año debe influenciar la expresión de ciertos fenómenos fisiológicos.

### RESUMEN

Se estudió el estado fisiológico de brotes de melocotón (*Prunus persica* (L) Batsch) separados de la planta, mediante la observación es de la tasa de brotación de yemas florales y vegetativas. Para modificar el estado de reposo se ensayaron tiourea al 2%, DNOC 0,2% , aceite mineral 4% ,nitrato de potasio 2% ,ácido giberélico 0,02% y mezclas de éstos en las mismas concentraciones. La aplicación de los tratamientos se hizo por aspersión en medio acuoso cada 30 días desde agosto hasta noviembre de 1976.

La brotación presentó una gradiente decreciente desde el ápice hasta la base del brote, tanto en las yemas vegetativas como en las florales. En yemas que no recibieron ningún tratamiento químico se evidenció un estado de profundo reposo durante un período de dos meses que contrastó con el activo crecimiento posterior.

Los tratamientos con aceite mineral solos o en mezcla con DNOC son los más eficaces desde el punto de vista práctico, para interrumpir el reposo. La época de aplicación más favorable para estos tratamientos se encontró en setiembre, mes en que desaparece temporalmente el letargo de los meristemas para posteriormente entrar en otra fase de reposo profundo.

### LITERATURA CITADA

1. ARIAS, O. y CRABBE, J. Les gradients morphogénétiques du rameau d'un an des végétaux ligneux en repos apparent. *Physiologie Vegetale* 13 (1) 69-81. 1975.
2. ARIAS, O. y CRABBE, J. Altérations de l'état de dormance ultérieure des bourgeons obtenues par diverses modalités de décapitation estivales réalisées sur de jeunes plant de *Prunus avium* L. Compe rendu, Academie des Sciences, Paris, T. 280: 2449-2452. 1975.
3. BEEVERS, L., y HAGEMAN, R. H. Nitrate reduction in higher plants. *Annual Review of Plant Physiology* 20: 495-522. 1969.
4. BIGGS, R. Screening chemicals for the capacity to modify bud dormancy of peaches. *Proceedings of the State Horticultural Society* 79: 383-386. 1966.
5. BLOMMAERT, K. The use of thiourea as a rest breaking spray for contralling prolonged rest of peach trees. *South African Journal of Agricultural Science*, 8: 1171-1172. 1965.
6. COUVILLON, G. y HENDERSHOTT, C. A characterization of the "after rest" period of flower buds of two peach cultivars of diferent chilling requirements. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 99 (1): 23-26. 1974.
7. CHAMPAGNAT, P. Quelques aspects des dormances chez les végétaux. *Bulletin du groupe d'étude des rythmes biologiques*, 5 (3): 47-59. 1973.
8. EREZ, A., SAMISH, R. y LAVEE, S. The role of light in leaf and flower bud break of the peach. *Physiologia Plantarum* 19: 650-659. 1966.
9. EREZ, A. y SAMISH, R. Improved methods for breaking rest in the peach and other deciduos fruit species. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 96 (4): 519-522. 1971.
10. GURDIAN, R. y BIGGS, R. Effect of low temperature on terminating bud dormancy of "Okinawa", "Flordawon", "Flordahome" and "Nemaguard" peaches. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 77: 370-379. 1964.
11. HENDERSHOTT, C. y BAILEY, L. Growth inhibiting substances in extracts of dormant flower buds of peach. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*. 65: 85-92. 1955.
12. WEIMBERGER, J. Studies on the use of certain dinitrophenol compounds to break the rest period in peach trees. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 37: 353-358. 1940.



13. WEIMBERGER, J. Prolonged dormancy of peaches. Proceedings of the American Society for Horticultural Science. 56: 129-133. 1950.
14. WEIMBERGER, J. Some temperature relations in natural breaking of the peach flower buds in the San Joaquín Valley California. Proceedings of the American Society for Horticultural Science 91: 84-89. 1967.