

ÍNDICE DE MATERIAS

INFORME TEMA PRINCIPAL

1. INTRODUCCIÓN
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA
3. MATERIALES Y MÉTODOS
 - 3.1. Descripción del predio
 - 3.2. Selección de las plantas por tratar
 - 3.3. Asignación de los tratamientos
 - 3.4. Aplicación de los tratamientos
 - 3.5. Mediciones y análisis de datos
 - 3.5.1. Análisis histológico de yemas
 - 3.5.2. Grado de floración general
 - 3.5.3. Intensidad de la floración
 - 3.5.4. Volumen de follaje
4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS
 - 4.1. Análisis histológico de yemas
 - 4.2. Grado de floración general
 - 4.3. Intensidad de la floración
 - 4.4. Número de frutos cuajados por ramilla
 - 4.5. Brotes determinados versus brotes indet.
 - 4.6. Volumen de follaje
5. CONCLUSIONES
6. RESUMEN
7. BIBLIOGRAFÍA CITADA

1. INTRODUCCIÓN.

Huertos de paltos (*Persea americana Mill.*) envejecidos, con árboles que pueden alcanzar fácilmente los 12 m de diámetro y los 10 m de altura, disminuyen su rentabilidad debido a los bajos calibres cosechados y al aumento del costo de la cosecha.

Árboles tan grandes se topan unos con otros en los marcos tradicionales de plantación, con lo cual se sombrean, aumentando la competencia por luz y disminuyendo la eficiencia fotosintética.

El resultado de esta competencia son árboles con una gran estructura (mucho madera), gran cantidad de hojas parásitas (que consumen más energía de la que producen) y poco follaje productivo ubicado periféricamente, principalmente en la parte alta del árbol.

Estas características hacen que los carbohidratos disponibles para el desarrollo de los frutos sean escasos, ya que el árbol fotosintetiza pocos azúcares y gasta gran parte de ellos en el mantenimiento de su sobredimensionada estructura y de la fracción parásita de su follaje.

El balance energético de estos paltos hace que el problema de los bajos calibres sea irremediable, a no ser que se tomen medidas drásticas que cambien completamente los árboles (renovación de madera y follaje) y que modifiquen las condiciones a las que están sometidos (principalmente disponibilidad de luz por excesivo sombreamiento).

Rebajando los paltos hasta el tronco, dejando sólo alrededor de 80 cm de cada rama madre, se aprovecha el extenso sistema radicular del árbol adulto y se renueva completamente la estructura del huerto en un lapso de tres años. Además, se obvian las dificultades que se presentarían si se plantaran paltos nuevos en un suelo que ha estado por muchos años con paltos y que harían peligrar el éxito de la nueva plantación. Estos problemas se asocian a suelos con una gran población de hongos fitopatógenos y a una abundante cantidad de toxinas acumuladas durante muchos años en el suelo (GARDIAZABAL, 1994)*.

Sin embargo, los árboles rebajados tienen tal vigor al rebrotar, que prácticamente no producen flores ni cuajan frutos durante los dos primeros años, con lo cual la entrada en producción es recién al cuarto año.

* GARDIAZABAL, F. 1994. Ing Agr. Profesor Fac. Agronomía U. Católica de Valpo. Comunicación personal.

Como inconveniente adicional, este excesivo vigor redundaba en un desarrollo vegetativo desmesurado, lo que hace que rápidamente se esté trabajando nuevamente con árboles demasiado grandes.

La solución sería, entonces, realizar algún tratamiento para aumentar las primeras floraciones y adelantar así la entrada en producción de estos árboles, lográndose controlar en parte el desarrollo vegetativo al desviar una fracción del vigor del árbol a la producción de fruta.

Al analizar la dinámica de la floración en distintas especies, se puede llegar a la conclusión de que ésta, generalmente, se produce después de un cese en el crecimiento vegetativo. Especies de hoja caduca florecen después de la dormancia, los cítricos en zonas tropicales lo hacen después de una sequía, árboles enfermos florecen abundantemente. En todos los casos, el desarrollo vegetativo fue interrumpido severamente (BEN-TAL, 1986).

De este modo, cuando el agricultor desee favorecer la floración bajo condiciones no inductivas, deberá crear artificialmente algún tipo de estrés para detener el natural crecimiento vegetativo y lograr, así, el desarrollo

de las estructuras reproductivas.

Como se verá en la revisión bibliográfica, el anillado es un tratamiento que se ocupa desde hace cientos de años, en muchas especies distintas, para disminuir en forma efectiva el crecimiento vegetativo y aumentar el desarrollo de flores o frutos, según sea la época de realización.

En general, se ha comprobado que al realizar el anillado algunos meses antes de la primavera se produce un significativo aumento de la floración y que, al anillar durante la primavera, se consigue incrementar el número de frutos cuajados (NOEL, 1970).

ACEVEDO (1994) demuestra en su trabajo que, tanto el anillado de 2 mm con remoción de corteza como la doble incisión con sierra, ambos aplicados en marzo, logran aumentar la floración a la primavera siguiente en paltos rebajados, ya sea aumentando la inducción y la diferenciación de las yemas apicales, o bien, favoreciendo la diferenciación de yemas previamente inducidas.

El ensayo que se presenta en este informe se inserta dentro del Programa de Investigación del Área de Frutales de la

Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso y se complementa con los trabajos de ACEVEDO (1994) y ROWLANDS (1994).

Tomando como base los buenos resultados obtenidos por Acevedo en el año 1994, este experimento pretende determinar cuál es la fecha más apropiada para realizar el anillado de 2 mm con remoción de corteza y la doble incisión con sierra, con el objetivo de aumentar la floración en la primavera siguiente, en paltos rebajados cv. Hass de un año.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

La escasa literatura disponible sobre el tema que se discute en este informe, se encuentra extensamente revisada en los trabajos de Acevedo (1994) y Rowlands (1994), los cuales están disponibles en las principales Facultades de Agronomía del país. Por esta razón, en el presente informe se incluirá sólo la información relacionada específicamente con este ensayo, ya que otros antecedentes anexos pueden ser revisados en los trabajos complementarios citados anteriormente.

NOEL (1970) ha realizado el trabajo más completo en relación a los fundamentos del anillado, titulado "El árbol anillado". A continuación se citan algunos de los aspectos de su trabajo relacionados con esta investigación.

El árbol anillado es aquél que ha sufrido un corte total de su flujo floemático, ya sea por la incisión de una sierra o por la remoción desde su tronco de un cilindro de corteza de ancho variable, con o sin daño del tejido bajo la corteza.

El tejido que cicatriza la herida se desarrolla en dos etapas. La primera sería el establecimiento de las células indiferenciadas del callo y la segunda, la formación de tejido vascular a partir del nuevo cambium que se forma dentro del callo. SWARBRICK (1927) demuestra que la formación del callo en manzanos anillados se debió, en un principio, casi únicamente a proliferación celular a partir del floema. El posterior alargamiento de la cicatriz es obra de las células epidermales que se desarrollan en la superficie del callo, aunque se determinó que el tejido cambial original también contribuía al desarrollo de la cicatriz.

Mientras el tejido floemático que se desarrolla dentro del callo es normal, el xilema es atípico, ya que los vasos conductores están ordenados en forma compleja y bajo un patrón irregular (MOSSE y LABERN, 1960; NOEL, 1965).

SWARBRICK (1927) señala que el callo se forma libremente en ambos márgenes cuando los manzanos se anillan en verano, pero que éste se forma sólo en el margen superior si el árbol se anilla en primavera. En casi todas las especies investigadas por NOEL (1965), la cicatriz formada en el margen inferior era mucho más pequeña y se desarrollaba mucho más lento que la del margen superior, lo cual sería indudablemente un reflejo de las diferentes condiciones fisiológicas de los dos márgenes. Por lo tanto, hay mucho más muerte de tejido cambial en el margen inferior, además de una mayor muerte de tejido floemático.

La sobrevivencia de la parte aérea del árbol anillado, gracias a un satisfactorio abastecimiento de agua y sales minerales, nos señala que las raíces continúan funcionando en forma más o menos normal. Una explicación a la continua actividad de las raíces es que en ellas hay suficientes reservas disponibles (HOLE, 1909; LINDMARK, 1965), probablemente en el parénquima (DESCH, 1933). SCHNEIDER (1954), por ejemplo, demuestra que las raíces de cítricos disminuyen su concentración de carbohidratos, lo cual se hace más rápido si se anilla en la mitad de la temporada de crecimiento y más lento, si se hace al final de ésta.

La ausencia de diferentes sustancias requeridas para el crecimiento, como por ejemplo las vitaminas, que son sintetizadas por las hojas, limitarían la sobrevivencia de las raíces de árboles anillados. La ocurrencia de injertos naturales entre raíces de árboles adyacentes de la misma especie, uno anillado y el otro no, explicarla la sobrevivencia de las raíces de los árboles anillados por largos períodos, como lo han sugerido HOLE (1909), BOSGEN y MONCH (1929), DESCH (1933), STARKER (1942), SISAM (1943), CRAET (1953), HAWLEY y SMITH (1954) y GREENIDGE (1958).

Estos árboles obtendrían agua y nutrientes minerales por medio de sus propias raíces, pero sustancias elaboradas serían transferidas desde el dador no anillado a través del injerto. Además, alimentos y reguladores del crecimiento traslocados por medio del injerto mantendrían en actividad al tejido vascular cambial del tronco bajo el anillo.

Sin embargo, WIAANT y WALKER (1961) y NOEL (1965) ponen en duda esta teoría al señalar que existen evidencias sobre árboles completamente aislados de otros de su especie o de especies similares, que han sobrevivido por largos periodos anillados, sin restablecimiento del flujo floemático.

Una posible solución a la incógnita de cómo sobreviven estos árboles propone LOOMIS (1935). El observa que, al retirar el anillo de corteza, los fotosintatos descendentes son capaces de moverse dentro de la madera más periférica, y, a través de ella, bajar hasta las raíces. Por lo tanto, un anillo que penetre la madera no sólo afectarla el movimiento ascendente de agua, sino que -además- impediría este movimiento descendente de sustancias orgánicas. Sin embargo, SWANSON (1959) señala que las cantidades transportadas por el xilema por esta vía son insignificantes

El solo hecho de remover el anillo de corteza no interfiere mayormente en la tasa de transpiración (STEWART, 1964). KURTZMAN (1966) confirma que el anillado interrumpe el movimiento ascendente de agua sólo si produce embolia o si promueve la formación de tilosas dentro del xilema. Aún un anillado muy prolongado no afecta directamente el paso de agua por la madera, ya que árboles con anillos abiertos por más de dos años mostraron activa transpiración y hojas turgentes durante la época de mayor calor. Sin embargo, cuando ocurre una gran defoliación, especialmente cerca del final de la vida de un árbol, es posible que ésta sea consecuencia de cierto estrés hídrico.

BALDWIN (1934) considera que en especies con conducción xilemática muy periférica, la madera seca alrededor del anillo contribuye en forma importante a la muerte del árbol.

Desde otro punto de vista, SWANSON (1959) señala que el anillado, a través de su efecto en la traslocación, probablemente reduce la tasa de transpiración de las hojas sobre el anillo y, de este modo, ejerce una influencia indirecta en el balance hídrico general del árbol.

El hecho de que los carbohidratos se acumulan sobre el anillo está ampliamente respaldado experimentalmente (HARTIG, 1859; MASÓN y MASKELL, 1928A; BALDWIN, 1934), aunque BREWSTER y LARSEN (1925), anticipándose a lo señalado por LOOMIS (1935), señalan que el anillado no previene completamente el movimiento de sustancias desde las hojas a las raíces.

El efecto del anillado en la gradiente de carbohidratos en el floema de *Fraxinus americana* L. fue investigado por ZIMMERMAN (1960), encontrando un aumento general en la concentración sobre el anillo y una baja general bajo éste, lo cual fue atribuido a una pérdida de turgor en los tubos

saviales. Adicionalmente, confirmó un alza particular en la concentración de azúcar sobre el anillo.

HEINICKE (1933) y LOUSTALOT (1945) investigaron el efecto del anillado sobre las tasas de fotosíntesis, transpiración y respiración de hojas de pecano y manzano. LOUSTALOT encontró que uno a dos días después del anillado las tasas de transpiración y fotosíntesis de las hojas de pecano disminuían entre un 25 y un 50%, siendo la fotosíntesis afectada por un largo periodo. La respiración, sin embargo, aumentó después del anillado. La reducción de la fotosíntesis se atribuyó a una acumulación de fotosintatos en las hojas.

Estos impedimentos en el metabolismo se suman a los descubrimientos de CURTÍS (1925), quien, trabajando con *Philadelphus*, determinó que, aunque el porcentaje de azúcar en las ramas anilladas era el doble que el de los controles, el peso seco total era alrededor de un 25% menor.

Debe hacerse notar, sin embargo, que la acumulación de azúcar sobre el anillo no es inevitable bajo cualquier circunstancia (BALDWIN, 1934).

Por ejemplo, NOEL (1965) encontró evidencia que apoya lo señalado por GARDNER, BRADFORD y HOOKER (1952), en el sentido de que si el anillo se hace después del crecimiento de primavera, los carbohidratos no se acumulan sobre el anillo, ya que éstos habrían sido utilizados en el desarrollo de nuevas hojas. En perales (*Pyrus communis*), los carbohidratos de reserva se acumulan sobre el anillo sólo a partir de la mitad de la temporada de crecimiento, después de un anillado temprano (DU SABLÓN, 1905). Después de un anillado invernal en manzanos (*Malus pumila*), la región sobre el anillo está temporalmente pobre en almidón, pero, una vez que las hojas se desarrollan, el almidón se acumula sobre el anillo y éste es deficitario bajo el anillo (SWARBRICK, 1928).

MITTLER (1958) señala haber comprobado un aumento de diez veces en la cantidad de aminoácidos sobre el anillo en *Salix fragilis* y un efecto similar fue observado en por STOLZ y HESS (1966a).

El efecto del anillado en la absorción de nitrógeno por parte de las raíces de naranjo fue estudiado por FURR, REECE y HRNCIAR (1945). Se determinó que anillando con sierra, lo cual acelera la cicatrización, se causa una

reducción temporal en la absorción de nitrógeno de alrededor de dos semanas, pero que si el anillo no cicatriza, el bajo nivel de absorción se mantiene.

McDOUGAL (1946) señala que aunque las hojas de *Pinus radiata* anillados se pongan amarillas y mueran, la defoliación es incompleta, lo cual se atribuye a un quiebre en el control auxínico de la abscisión.

En forma similar, la prevención de la caída de fruta en mango mediante el anillado se basó en la idea de interferir en la síntesis de auxinas mediante la alteración del balance de los carbohidratos (SINGH y ARORA, 1965).

En general, como resultado del anillado y de otros tratamientos experimentales (HUBER, 1948), se ha confirmado que el movimiento auxínico dentro del árbol es basipétalo. Como consecuencia de esto, hay acumulación de auxinas sobre el anillo y una baja en la concentración de auxinas bajo éste, ya que las auxinas se mueven por el floema y el cambium.

Sin embargo, STOLZ (1965) advirtió que había una baja en la concentración de auxinas en ramas anilladas de *Hibiscus*.

El anillado indudablemente aumenta la normal relación carbono/nitrógeno, con variadas consecuencias, como por ejemplo, una desaceleración del crecimiento apical y cambial. Muy relacionado con esto está la interferencia en la normal producción y distribución de auxinas. Algunos efectos, como abscisión foliar, iniciación floral, diferenciación vascular y la anormal estimulación en la formación de lenticelas (NOEL, 1965) están probablemente determinadas tanto por la disponibilidad de nutrientes como por la presencia de auxinas.

Aunque la parte del árbol sobre el anillo no sufra efectos inmediatos, al término de la primera temporada después del anillado habrá una reducción del área foliar y del número de hojas y una eventual defoliación prematura. Si estos efectos se acompañan de una baja en la tasa de fotosíntesis y un aumento en la tasa de respiración (LOUSTALOT, 1945), se tendrá una baja global en el nivel de carbohidratos.

1957) demuestra que el cese de la actividad cambial después del anillado es sólo momentánea y no estarla asociado a cambios en el balance de los carbohidratos ni a la disponibilidad de auxinas.

ZIMMERMAN (1960) atribuye el rápido incremento en la formación de madera, inmediatamente sobre el anillo, a la acumulación de carbohidratos en el floema adyacente al cambium. Por su parte, WILSON (1968), como resultado de sus estudios sobre el efecto del anillado en la actividad cambial del *Pinus strobus*, piensa que las anomalías estructurales encontradas en la nueva madera formada se deben al necrosamiento del floema y al movimiento basipétalo de las auxinas.

La actividad cambial bajo el anillo es más severamente dañada, viéndose afectada por un período más largo, permaneciendo algunos anillos pobremente diferenciados en esta zona (WILSON, 1968).

En cítricos (SCHNEIDER, 1954), el anillado causa una degeneración en el floema que sigue el patrón que se detalla a continuación: 1. Depositación de células de callo en los tubos floemáticos rotos 2. Colapso de los tubos 3. Absorción del callo y del contenido del tubo floemático 4. Hipertrofia del parénquima floemático. Estos síntomas se desarrollan mucho más rápido si el anillado se hace al comienzo de la temporada de crecimiento que al final de ella.

SWARBRICK (1927) determinó que en manzanos anillados en dormancia, la madera nueva (xilema) formada 2,5 cm sobre el anillo era anormal, pero la formada bajo el anillo era normal. Sin embargo, si el anillo se realiza en verano, la madera normal se encuentra sobre el anillo y la madera anormal bajo éste. Estos efectos diferentes se atribuirían a cambios en el régimen de carbohidratos del árbol.

NOEL (1965) examinó varias especies leñosas en África Central y pudo determinar que, aunque la superficie del anillo se oscurece rápidamente, las infecciones fungosas son superficiales y muy rara vez penetran en la madera. La superficie del anillo es susceptible al ataque de termitas, pero excepto en árboles de madera muy blanda, el daño siempre es superficial. Sin embargo, la invasión de la madera, del cambium y del floema justo por arriba de anillo por parte de larvas de diferentes insectos fue frecuente, y si la infestación es severa se puede producir daño mecánico y muerte prematura del árbol.

El anillado produce alguna caída de hojas en durazneros y cerezos (SCHNEIDER, 1945), cítricos (SCHNEIDER, 1954) y olivos (CASINI, 1958). BALDWIN (1934) observó que árboles anillados, aunque brotaran normalmente en primavera después

de ser anillados, desarrollaron hojas más pequeñas y en menor número, muchas de las cuales caían prematuramente. NOEL (1968a) agrega que, además, disminuye el número total de brotes en la canopia.

Se ha determinado que el anillado altera profundamente el ciclo normal de floración y fructificación de muchas especies (GUINIER, 1886).

La transición de ramas anilladas de cerezo de un estado vegetativo a uno de floración y fructificación fue reportado por FITZGERALD (1762). KNIGHT (1820) muestra que un aumento en el número de flores y una madurez más rápida sigue al anillado, señalando que la estimulación de la floración se deberla a la acumulación de alimento sobre el anillo y la anticipada maduración a una menor disponibilidad de

El uso del anillado en la viticultura ha sido revisado ampliamente por SORAUER (1922), WEAVER (1959) y WINKLER (1962). Un anillado con sierra, que cicatriza más rápido, se hace en el tronco o en los brazos para aumentar cuaja, tamaño, dulzor y anticipar la maduración de las uvas.

El anillado resulta en un importante aumento en la cuaja en olivos (CASINI, 1958; BRANCONI, 1966). MALLIK (1951) y GASKINS (1964) determinaron que si se anillaban mangos en octubre, había un gran aumento en la floración y cuaja, pero que el anillado en enero no tenía ningún efecto.

La época en la que se realiza el anillado tiene, en manzanos, un considerable efecto en el momento de inicio de la floración. Así, un anillado temprano tiende a promover una floración anticipada, pero anillado en verano la atrasaría (SWARBRICK, 1927).

El efecto del anillado en la producción de semillas se ha estudiado en *Pinus strobus* L. (HOCKER, 1962), *Pinus sylvestris* L. (ARNBORG, 1946) y en *Pinus taeda* L. (HANSBROUGH y MERRIFIELD, 1963). Se determinó que, aunque se formó el doble de piñones que lo normal, sólo se obtuvo la mitad del rendimiento usual. Esto se atribuye a que, pese al mayor número de piñones formados por la acumulación de carbohidratos sobre el anillo, la subsecuente disminución del vigor y del área fotosintéticamente activa del árbol hizo bajar la producción de semillas.

El anillado estimula la formación de abundantes brotes

basales, los cuales se desarrollan a partir de yemas latentes en el tronco, bajo el anillo, como resultado de la pérdida de la dominancia apical. OLSON y BOGGESS (1960) reportan que la incidencia de brotes basales disminuye al aumentar el tamaño del árbol. En general, árboles de pequeño diámetro brotan tan profusamente que obvian las ventajas del anillado (CLARK y LIMING, 1953; PEEVY, 1956; WALKER, 1956; HALL, 1957; IRVING, 1958; SHIPMAN, 1958; SLUDER, 1958).

Hasta aquí el resumen del completo trabajo de NOEL (1970).

A continuación, se presentan los principales ensayos realizados para probar el efecto del anillado y la doble incisión en paltos, aplicados tanto para aumentar la floración como para mejorar la cuaja.

LAHAV, GEFEN y ZAMET (1971) han probado, después de tres años de investigación en Israel, que el anillado es una herramienta efectiva para aumentar el rendimiento de los paltos, al igual que el de otros árboles frutales. Ellos anillaron paltos de cuatro a ocho años, de diversas variedades, entre ellas Hass.

Dichos autores realizaron anillados de 3 mm y de 10 a 20 mm, desde seis meses antes de floración hasta floración, en no más de dos tercios de las ramas, con el objetivo de aumentar floración y cuaja. Concluyeron que el efecto positivo del anillado sobre el rendimiento, en el cv. Hass, continúa hasta el tercer año después de realizado, aunque este aumento no fuera estadísticamente significativo.

Se obtuvo un 30% menos de aumento en producción con el anillo de 3mm, en comparación con el de 10 a 20 mm. Esto lo atribuyen a que la incisión con sierra (3 mm) cicatriza más rápido, lo cual sin duda protegerla el normal desarrollo del árbol y a que, por su poca profundidad, no podría ejercer todo su efecto.

La época más propicia para anillar sería entre cuatro y seis meses antes de la floración, principalmente en los cv. Fuerte y Nabal.

Ellos determinaron que, anillando árboles añeros, se obtenía una cosecha media en el año que correspondería a una baja producción, lo cual se repite al año siguiente, el que correspondería a un año de gran carga.

Esto concuerda con los resultados obtenidos con el cv. Fuerte en California por HODGSON y CAMBRÓN (1935), los que indican que no se aumenta la producción al anillar un árbol antes de un año de gran carga.

El rendimiento total de la parte anillada de los árboles está muy por encima de la de los árboles testigo, lo cual contrarresta el hecho de que las ramas no anilladas de los árboles anillados produzcan menos que las de los árboles testigo. Cálculos muestran un aumento en el rendimiento de 1,0-2,6 ton/ha, gracias al anillado.

Ocasionalmente, el rendimiento de las ramas anilladas disminuía en el segundo y tercer año, en comparación con el resto del árbol. Repitiendo el anillado se pueden elevar los rendimientos de las ramas anilladas en comparación con las ramas no anilladas o con las anilladas una vez, pero no en comparación con las ramas de árboles testigo. Parece ser que, para asegurar una respuesta continua, el anillado debe practicarse anualmente, como lo señalan SHAMEL y POMEROY (1936) para cítricos.

Las ventajas del anillado de primavera, en relación al de otoño, son el no aumentar el número de frutitos

partenocárpicos, al no adelantar la floración, y acelerar la cicatrización del anillo, gracias a las mayores temperaturas primaverales. Los buenos resultados al anillar después de cuaja, indicarían que el anillado prevendría la abscisión de fruta.

MALO (1971) desarrolló en Florida un experimento para determinar los efectos del anillado en variedades de alto rendimiento y de bajo rendimiento. Realizó anillados de por lo menos 7 mm, dos a tres semanas antes de floración, en la mitad de las ramas de cada árbol, repitiendo los tratamientos hasta por tres años consecutivos. Pudo determinar que el anillado aumenta considerablemente los rendimientos de variedades poco productivas, pero que, en variedades de mayor rendimiento, no muestra beneficios, es más, la tendencia fue a reducir la producción, especialmente durante los años con heladas.

El mismo autor observó que el efecto estimulante en variedades de bajo rendimiento desaparecía después del primer año y no afectaba la cosecha del año siguiente. Finalmente, señala que el anillado aumentó el número de frutos partenocárpicos y adelantó en dos semanas la floración, sin llegar esto a acelerar la maduración.

TROCHOULIAS (1973), trabajando en Australia con paltos cv. Fuerte de nueve años, realizó a fines de mayo anillos de 12 mm a nivel de ramas, determinando que éstos habían cicatrizado en un 50% al llegar la plena floración a fines de agosto. Los resultados a la cosecha indicaron que la producción de las ramas anilladas aumentó en un 30%, aunque se observó una gran variación entre ramas de un mismo árbol.

Unos años más tarde, TROCHOULIAS y O'NEILL (1976) presentan su trabajo en el cual anillaron ramas de paltos cv. Fuerte de once años en el mes de junio, seis a ocho semanas antes de plena floración. Algunas ramas fueron anilladas consecutivamente durante cuatro años, otras durante dos años para luego dejarlas sin anillar por un año.

Los resultados mostraron que el anillado puede realizarse tres años seguidos sin retardar la cicatrización de la herida y aumentando los rendimientos en relación al testigo. Al cuarto año, se observó un retardo en la cicatrización y los rendimientos no variaron del testigo. A su vez, las ramas anilladas dos años seguidos, para luego dejarlas sin anillar un año, tampoco mostraron diferencias en producción luego de este período de descanso.

Se observaron respuestas similares al anillar tanto antes de un año de gran carga como antes de un año de baja producción, a diferencia de lo observado por LAHAV et al. (1971) en Israel y por HODGSON y CAMBRÓN (1937) en California, los cuales señalan que sólo habría respuesta antes de un año de poca producción.

No se observó un aumento en el número de frutos partenocárpicos ni una clorosis foliar en las ramas anilladas, lo cual contrasta con los resultados del trabajo de LAHAV et al. (1971). Lo que sí concordaría con el trabajo anteriormente citado, es el haber observado un aumento en el porcentaje de fruta pequeña.

TOUMEY (1980) señala que el anillado ha dado resultados erráticos, produce fruta pequeña y aumenta la producción de la parte anillada del árbol a expensas del resto del árbol, inconvenientes que hacen improbable que esta técnica gane popularidad entre los productores de California. A lo anterior hay que sumarle el hecho de que gran parte de los productores han reinjertado sus paltos Fuerte, variedad que por su bajo rendimiento tiene mayor respuesta al anillado (LAHAV et al. 1971) que la variedad Hass, cultivar más productivo en el cual el anillado tiene un menor impacto.

Termina citando al Dr. Bergh (Profesor del Departamento de Botánica y Fisiología de la U. de Riverside, comunicación personal), quien dice que "el anillado es, efectivamente, poda de raíces".

En relación a la parte práctica, TOUMEY (1980) indica que cada año se debe anillar, ojalá en noviembre y retirando un anillo de corteza de 3 a 12 mm de ancho, un tercio diferente del árbol, por lo que al cuarto año se vuelve al tercio inicial. Bajo condiciones óptimas, la fruta cuajada puede aumentar hasta en un 50% en la rama tratada.

Finalmente señala que, en paltos, los efectos y beneficios del anillado pueden ser mayores en regiones con condiciones de temperatura más favorable durante la floración y cuaja, donde disminuiría la cantidad de frutos partenocárpicos (HODGSON y CAMBRÓN, 1937; TICH0, 1971).

En Chile, BURMESTER (1982) realizó un ensayo con paltos cv. Fuerte de veinte años, probando anillado de 15 y 25 mm en tres fechas distintas: mayo, junio y julio. Pudo determinar que el anillado es una técnica efectiva para aumentar la producción de la variedad Fuerte, ya que todos los tratamientos superaron al testigo, siendo la mejor época

para realizarlo la primera semana de julio, con un ancho de anillo de 15 mm. Observó aumento del número de frutos por árbol y una disminución del calibre. Finalmente, señala que a medida que se aumentan los días transcurridos entre el anillado y la floración, el impacto de éste en la producción va disminuyendo.

ARTEAGA GARIBAY et al. (1984) anillaron dos tercios de las ramas de paltos cv. Fuerte de trece años durante los períodos de diferenciación floral, inicio de floración, plena floración y crecimiento de frutos, con anillos de 15, 20 o 25 mm.

No obtuvieron diferencias estadísticamente significativas al analizar el largo de brotes, el promedio de cuaja inicial y final, los frutos partenocárpicos y el peso promedio de los frutos normales.

Si obtuvieron diferencias en relación a la cosecha total por árbol, concluyendo que el mejor tratamiento fue el anillado de 2,5 cm en plena floración. En relación al anillado en diferenciación floral, su efecto negativo en la producción sería causado por el aumento en el número de frutos partenocárpicos.

LAHAV et al. (1986) trabajaron con paltos de semilla de tres años provenientes de distintos cruzamientos, probando anillados de 5 mm realizados desde dos hasta seis meses antes de floración.

Determinaron que, a mayor adelanto en el anillado, mayor efecto en la floración. De este modo, el anillado más temprano (septiembre) hizo florecer todos los árboles, triplicó la intensidad de floración, aumentó en seis veces la cuaja y en siete veces el número de frutos por árbol. No se refieren a adelanto de la floración, pero trabajos anteriores de LAHAV, GEFEN y ZAMET (1971) señalan que el anillado de otoño adelantarla la floración en dos meses.

En Chile, RAZETO y LONGEIRA (1986) probaron el anillado de 5 mm al tronco, realizado en abril y agosto, en paltos de ocho años de la vigorosa variedad Negra de la Cruz. Esta variedad toleraría el anillado al tronco gracias a su gran vigor .

En la primera temporada, sólo el anillado de abril aumentó el rendimiento, expresado tanto en peso total cosechado como en número de frutos, lo cual concordarla con los resultados de LAHAV et al. (1971) y TROCHOULIAS y O'NEILL

(1976). Lo que diferiría sería el calibre, el cual no se vio afectado, y la baja producción al año siguiente. En la segunda temporada no hubo diferencia en la producción de fruta ni en el calibre, probablemente debido a que ese año la producción fue alta en todos los árboles del huerto. Según MALO (1971), el anillado es sólo efectivo en árboles poco productivos.

Sólo el anillado de abril aumentó la floración, no observándose adelanto de ésta. A la segunda temporada, ambos anillados adelantaron la floración en alrededor de un mes y ambos tuvieron mayor floración que el testigo. Sin embargo, esta mayor floración no se tradujo en mayor producción, debido a que ese año todos los árboles florecieron en forma más o menos importante, lo cual habría determinado que el número de flores no fuera limitante para la producción.

GREGORIOU (1989) realizó anillos de 5 mm, en paltos cv. Fuerte de ocho años, cuatro meses antes de plena floración, en plena floración (abril) y después de plena floración (mayo), por cuatro años consecutivos. No hubo alteración en la actividad cambial (diámetro del tronco) ni diferencias significativas en rendimiento entre ninguno de los

tratamientos, aunque el anillado antes de floración dio durante los cuatro años los rendimientos numéricamente más altos y fruta de menor peso individual, lo cual concordarla con los resultados de LAHAV et al. (1971), TROCHOULIAS y O'NEILL (1976) y MALO (1971), quienes reportan que el anillado aumenta el rendimiento, principalmente en variedades poco productivas, y disminuye el calibre en paltos en Israel, Australia y Florida, respectivamente.

El número de frutos partenocárpicos no se vio afectado, igual que lo reportado por TROCHOULIAS y O'NEILL (1976).

Los anillos cicatrizaron en tres meses y la velocidad de cicatrización no se alteró durante los cuatro años de tratamiento. No se vio clorosis foliar.

K6HNE (1992) anilló paltos de tres años y medio, cv. Hass, un año antes de que éstos fueran raleados en una plantación de alta densidad. Con anillos al tronco de 5 mm, realizados en floración (septiembre), pudo aumentar en un 60% el rendimiento individual de estos árboles y en un 30% el rendimiento por ha, llevándolo a 15,6 ton/ha, lo cual compensó largamente el 6% menos de fruta exportable causado por la obtención de menores calibres.

El trabajo que fue la base para desarrollar el presente ensayo fue el de ACEVEDO (1994), quien trabajó en Quillota, V Región, Chile, probando el anillado de 2 mm y la doble incisión, realizados a fines de marzo, en paltos rebajados cv. Hass de uno y dos años de edad.

Se observó que la doble incisión cicatrizó en dos meses, mucho más rápido que el anillado, el cual demoró tres meses. Se determinó un claro efecto del anillado y la doble incisión en mejorar el grado de diferenciación o inducción de las yemas. Sólo el anillado de 2 mm en paltos rebajados de dos años causó cierta disminución en el porcentaje de brotación otoñal post-anillado y en la intensidad de ésta. En cambio, ambos tratamientos disminuyeron fuertemente la brotación primaveral, tanto en porcentaje de brotación como en intensidad, en especial el anillado, lo cual se atribuyó al alto porcentaje de yemas con brotes determinados.

A su vez, en árboles rebajados de uno y dos años, el anillado y la doble incisión demostraron aumentar el porcentaje de floración, la intensidad de ésta, adelantar la abertura floral en aproximadamente dos semanas y aumentar fuertemente el número de frutos cuajados, medidos al término de la primera caída.

Finalmente, el trabajo más reciente es el realizado por ROWLANDS (1994) en Quillota, quien probó el efecto del anillado de 2 mm y la doble incisión, aplicados a principios de septiembre, sobre la cuaja y retención de fruta en paltos rebajados cv. Hass de un año y ocho meses.

Se observó cicatrización del anillo después de dos y medio meses y de la doble incisión después de un mes y medio.

Ninguno de los dos tratamientos afectó el crecimiento vegetativo de primavera, pero el de otoño si se vio fuertemente inhibido por el anillado, no así por la doble incisión, lo cual fue atribuido por Rowlands al efecto enanizante de la mayor cantidad de fruta que cuajaron los árboles anillados. El grado de floración y el número de flores por panícula apical no mostraron diferencias en relación a los testigos. En cuanto al número de frutos cuajados, se observó un aumento significativo con el anillado en relación al testigo, no así con la doble incisión, lo cual se deberla a una mayor cuaja en las panículas laterales como también a una menor competencia por carbohidratos con el crecimiento vegetativo de otoño.

3. MATERIALES Y MÉTODOS.

Este ensayo se realizó entre el 3 de enero y el 19 de diciembre de 1994.

Se aplicaron los tratamientos de anillado y doble incisión anular en los meses de enero, febrero, marzo y abril y se evaluó su efecto sobre la dinámica de la floración.

3.1. Descripción del predio.

El experimento se llevó a cabo en el cuartel "Central" del predio de la Sociedad Agrícola Huerto California Ltd., en San Isidro, Provincia de Quillota, V Región, Chile ($32^{\circ}50'$ latitud sur, $71^{\circ}13'$ longitud oeste).

Se trabajó con árboles variedad Hass sobre portainjerto Mexícola, de 45 años de edad, plantados en cuadrado a 17 m por 17 m, los cuales fueron rebajados en enero de 1993. Entre cada árbol rebajado se plantó una nueva planta de Hass, por lo que la densidad final de plantas es de 69 plantas por ha.

El cuartel se encuentra en la parte baja de los faldeos del cerro San Isidro, con exposición norte, por lo que se le considera libre de heladas.

El clima de la zona es mediterráneo, de veranos secos y prolongados, moderados por vientos subtropicales o alisios, seguidos por inviernos de temperaturas suaves, habiendo heladas esporádicas en las zonas bajas, con lluvias concentradas en cuatro meses del año, sumando alrededor de 400 mm anuales. La humedad relativa es alta gracias a la influencia marítima (MARTÍNEZ, 1981).

La temperatura media anual es de 15,3 °C, la máxima media del mes más cálido (enero) es de 27 °C y la mínima media del mes más frío (julio) es de 5,5 °C. La suma anual de temperaturas, base 5 °C, es de 3700 grados día y base 10°C, 1900 °C (NOVOA et al., 1989).

El suelo es de origen coluvial, de pendiente suave y con una profundidad no menor a 1 m, por lo que no presenta limitaciones para el desarrollo radicular de los árboles.

El cuartel se riega con dos microaspersores de 90 lt/hora por planta, determinándose la frecuencia de los riegos

según tensiómetros en invierno y según bandeja evaporimétrica en verano, y la cantidad de agua por aplicar según bandeja.

No se fertilizó ningún árbol desde que fueron rebajados.

Antes de ser rebajados, los árboles que podrían haber estado enfermos por *Phytophthora cinnamomi* recibieron un tratamiento con ácido fosforoso e hidróxido de potasio inyectados al tronco.

Se rebajaron con motosierra, cortando las ramas principales a menos de un metro del tronco y dejando una estructura reducida de 80 a 90 cm desde el nivel del suelo, la cual se pintó con látex blanco para evitar el daño por sol.

Los árboles se dejaron crecer libremente desde que fueron rebajados y sólo se realizó una selección de brotes después del crecimiento de otoño para dejar dos ó tres brotes bien ubicados por rama rebajada, lo que da un total de alrededor de seis a ocho ramas principales por árbol como promedio.

Al momento de recibir el primer tratamiento, los árboles tenían un año desde que fueron rebajados.

3.2. Selección de las plantas por tratar.

El cuartel tiene 306 plantas en total, de las cuales 157 son rebajes y 149 son plantas nuevas. Para este experimento se descartaron todas las plantas de los bordes (41 árboles), 24 árboles sometidos a otro ensayo, todas las plantas con apariencia enferma y de pobre desarrollo, así como también, aquellos que presentaban excesivo vigor escapando a la altura y masa foliar normal del huerto.

Para elegir las 36 plantas que se usaron para este experimento, de entre las plantas que no habían sido descartadas por ninguna de las razones anteriormente mencionadas, se usaron los siguientes criterios de selección: altura aproximada de 3,5 m, follaje redondo, frondoso y simétrico que empiece a 0.5 m del suelo, con el tronco a la vista, brotes rojos en la parte superior y suficientes hojas maduras.

3.3. Asignación de los tratamientos.

Una vez elegidas las 36 plantas más homogéneas, se procedió a sortear al azar los 9 tratamientos probados.

Los tratamientos y el número de repeticiones asignadas se detallan en el siguiente cuadro.

CUADRO 1. Número de repeticiones por tratamiento.

CLAVE	TRATAMIENTO	REPETICIONES
T0	Testigo	4
T1	Anillado enero	4
T1'	Doble incisión enero	4
T2	Anillado febrero	4
T2'	Doble incisión febrero	4
T3	Anillado marzo	4
T3'	Doble incisión marzo	4
T4	Anillado abril	4
T4'	Doble incisión abril	4
TOTAL	Número total de plantas	36

3.4. Aplicación de los tratamientos.

Para realizar el anillado, se usó un cuchillo de doble hoja, con 2 mm de separación entre éstas, con el cual se cortó en forma limpia y precisa la corteza de la rama, hasta el cambium, sin dañar el xilema, facilitando además el desprendimiento de la corteza gracias al ángulo de inclinación en forma de cuña de las dos hojas del cuchillo.

Se anillaron todas las ramas del árbol, dejando bajo el anillo entre un cuarto y un tercio del volumen total de follaje de la rama, con el objetivo de que esa masa foliar nutriera de carbohidratos a las raíces mientras no se restableciera el flujo floemático.

La doble incisión también se hizo en todas las ramas de los árboles asignados, usando los mismos criterios que para el anillado. Con ese fin se utilizó una hoja de sierra para metales marca "Sanvik", de diente fino, de 1 mm de grosor, con la cual se realizaron dos cortes finos circulares alrededor de cada rama, separados por 1 cm el uno del otro. Con estos cortes se interrumpe el flujo floemático sin remoción de corteza.

Se debe tener especial cuidado al realizar estos cortes, ya que se requiere de gran habilidad y sensibilidad para cortar todo el floema, hasta el cambium, sin dañar los frágiles vasos xilemáticos. Con la sierra, mucho más que con el cuchillo, es muy difícil determinar el lugar donde termina el cambium y donde comienza el xilema, por lo cual resulta fácil dañar la madera al hacer un corte demasiado profundo, debido al ángulo de inclinación que tienen los dientes de la sierra.

A las heridas causadas con los tratamientos no se les aplicó ninguna pasta fungicida.

3.5. Mediciones y análisis de datos.

3.5.1. Análisis histológico de yemas apicales.

Se muestreó la yema apical de brotes maduros de primavera o verano de 30 a 40 cm de largo, ubicados a una altura aproximada de 1,5 m y en la periferia del follaje, muestreando cuatro brotes por árbol, dos por el lado norte y dos por el lado sur.

Los muestreos se efectuaron en mayo, junio y julio, lo cual da un total de:

4 muestras / árbol * 36 árboles * 3 fechas = 432
muestras.

El procedimiento empleado para preparar las muestras fue el siguiente:

1º Fijación de la muestra en solución FAA (90% alcohol etílico 70°, 5% ácido acético glacial y 5% formalina).

2º Deshidratación con alcohol 50°, 70°, 80°, 96°, 100°(I), 100°(II), xilol (I), xilol (II) y xilol histosec.

3º Formación del bloque de histosec.

4º Corte micrótopo rotatorio tipo Microt, cortes de 10-14 micrones .

5º Montaje en portaobjeto con gelatina 3%, desparafinado con xilol, hidratación lavando con alcohol 100°, después con alcohol 70° para, finalmente, aplicar agua destilada.

6º Tinción con safranina 1% en solución acuosa por 3 min., que tiñe de rojo el súber y la lignina; después se lava con agua destilada corriente y finalmente se aplica fastgreen 0,2% en solución alcohólica por 3 min., que tiñe de verde la celulosa.

7º Lavado con alcohol 100° tres veces consecutivas, repitiendo con xilol, para finalmente montar el cubreobjeto con entellán.

Una vez listas las muestras, cada una de ellas se observó con una lupa WILD M5, ocular 10x, variando los objetivos

desde 6x hasta 50x, y se clasificó, según su grado de diferenciación, en los rangos porcentuales que se describen en el siguiente cuadro, el cual fue elaborado por el realizador de este ensayo:

% diferenciación asignado	Características morfológicas que determinan mayor o menor grado de diferenciación, y que se asocian arbitrariamente a un porcentaje de diferenciación.
0%	Yema totalmente vegetativa (FIGURA 1).
25%	Yema con uno o dos de sus meristemas pobremente diferenciados (FIGURA 2).
50%	Yema con uno o dos meristemas diferenciados, con al menos un meristema en estado avanzado de diferenciación y con cierto grado de elongación (FIGURA 3).
75%	Yema con todos sus meristemas en distintos grados de diferenciación y elongación, pero manteniendo siempre el meristema apical vegetativo (FIGURA 4).
100%	Yema con todos sus meristemas diferenciados floralmente, con distintos grados de elongación, incluso el meristema apical, lo cual daría origen a un brote determinado (FIGURA 5).

Con la información obtenida sobre el grado de diferenciación de las yemas terminales según tratamiento aplicado, orientación del brote y fecha del muestreo, se calcularon los porcentajes promedio de diferenciación correspondientes a los diferentes tratamientos, para cada fecha de muestreo y según orientación de las ramillas.

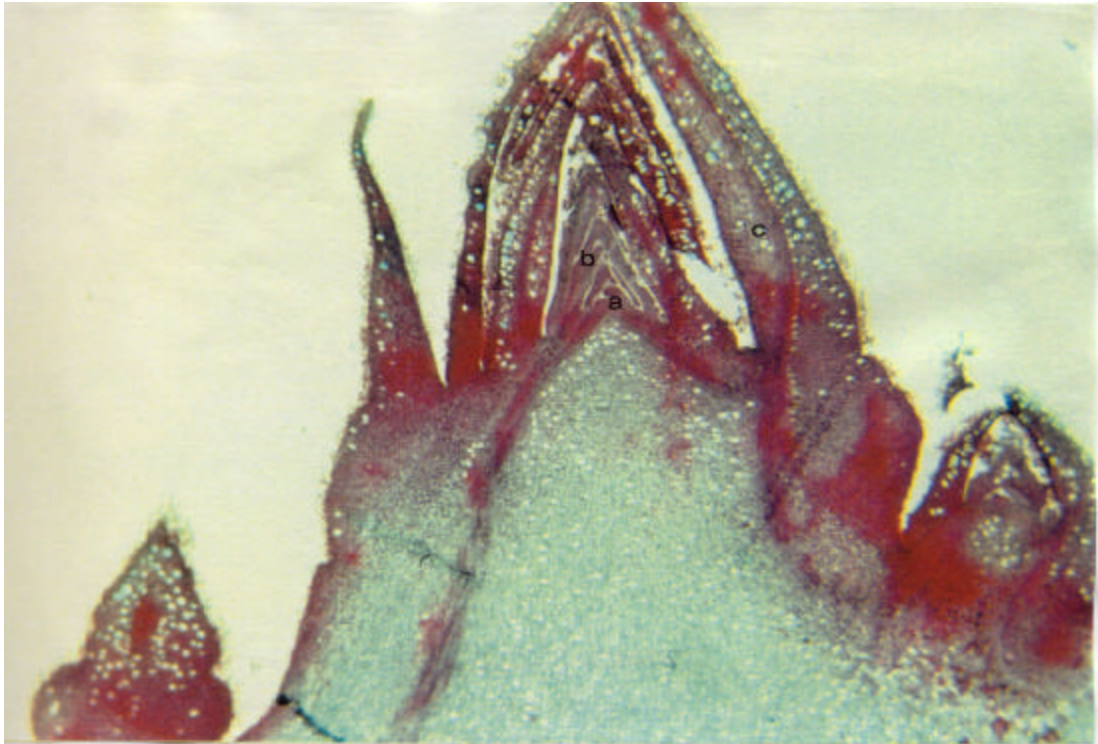


FIGURA 1. Yema apical completamente vegetativa, a la cual se le asocia un 0% de diferenciación. Fue muestreada a mediados de mayo del lado sur de un árbol testigo. Se observa un meristema apical vegetativo (a) con primordios foliares (b), rodeado por brácteas (c). (x120)

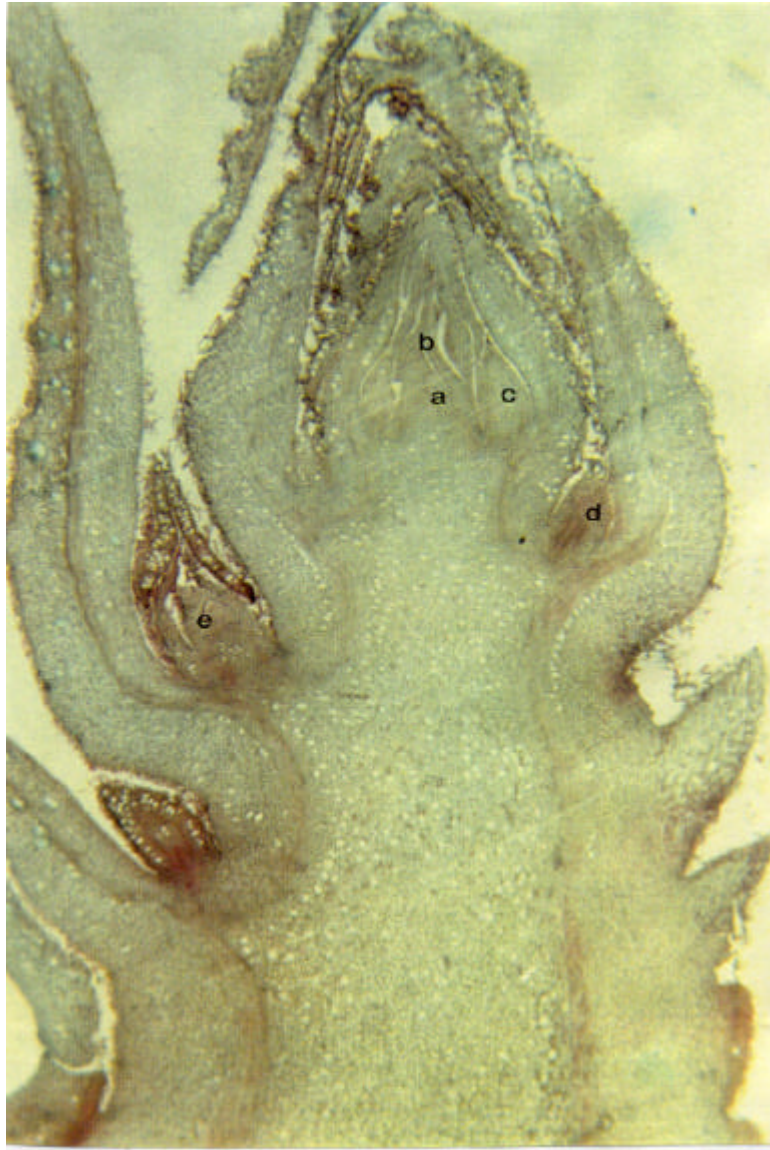


FIGURA 2. Fotografía de una yema apical en estado incipiente de diferenciación, el cual se asocia a un 25% de diferenciación. Esta yema se muestreó en julio, del lado norte de un árbol sometido a doble incisión en el mes de enero. Se observan un meristema apical vegetativo y primordios foliares (a y b), así como tres meristemas axilares empezando a diferenciarse (c, d y e). (x120)

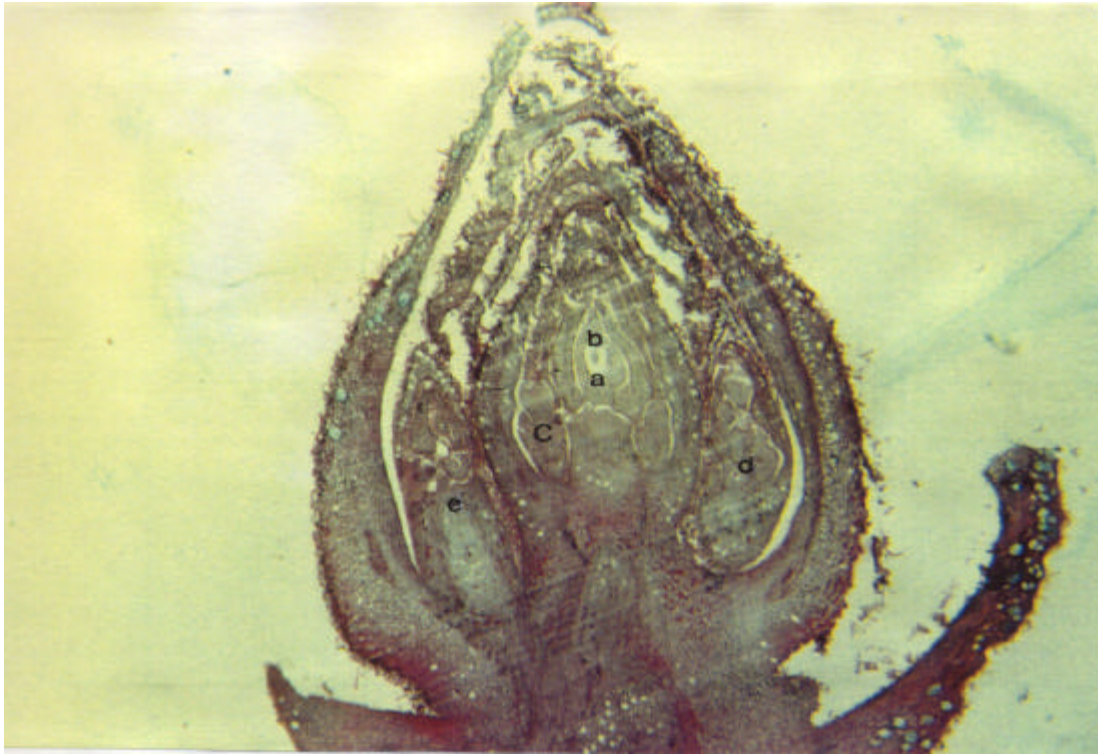


FIGURA 3. Fotografía de una yema apical en estado intermedio de diferenciación, lo cual correspondería a un 50% de diferenciación. Fue cortada en el mes de junio del lado norte de un árbol con doble incisión realizada en abril. Se distinguen un meristema apical vegetativo con sus primordios foliares (a y b), un meristema axilar recién empezando a aumentar de tamaño (c), otro empezando a elongarse (d) y finalmente un meristema axilar ya elongado y con primordios florales (e). (x120)

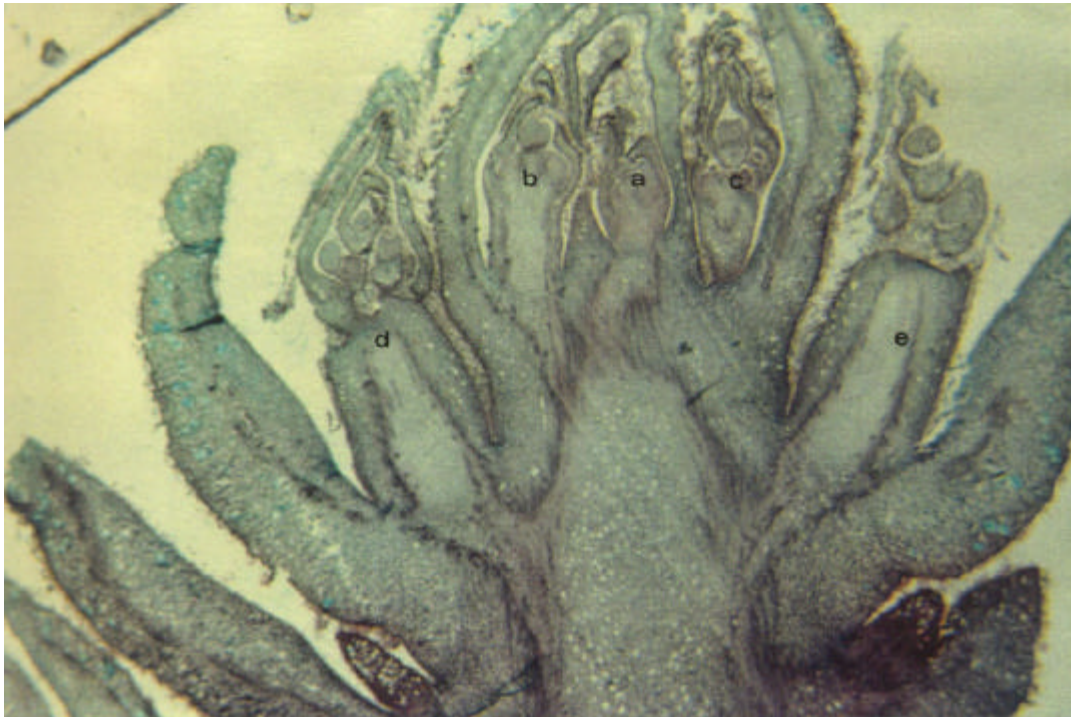


FIGURA 4. Yema apical en estado avanzado de diferenciación, el cual se asocia a un 75% de diferenciación. Fue muestreada en mayo desde el lado norte de un árbol anillado en enero. Se observan un meristema apical vegetativo con primordios foliares (a), dos meristemas axilares empezando a elongarse (b y c) y otros dos ya elongados y con primordios florales (d y e). (x120)

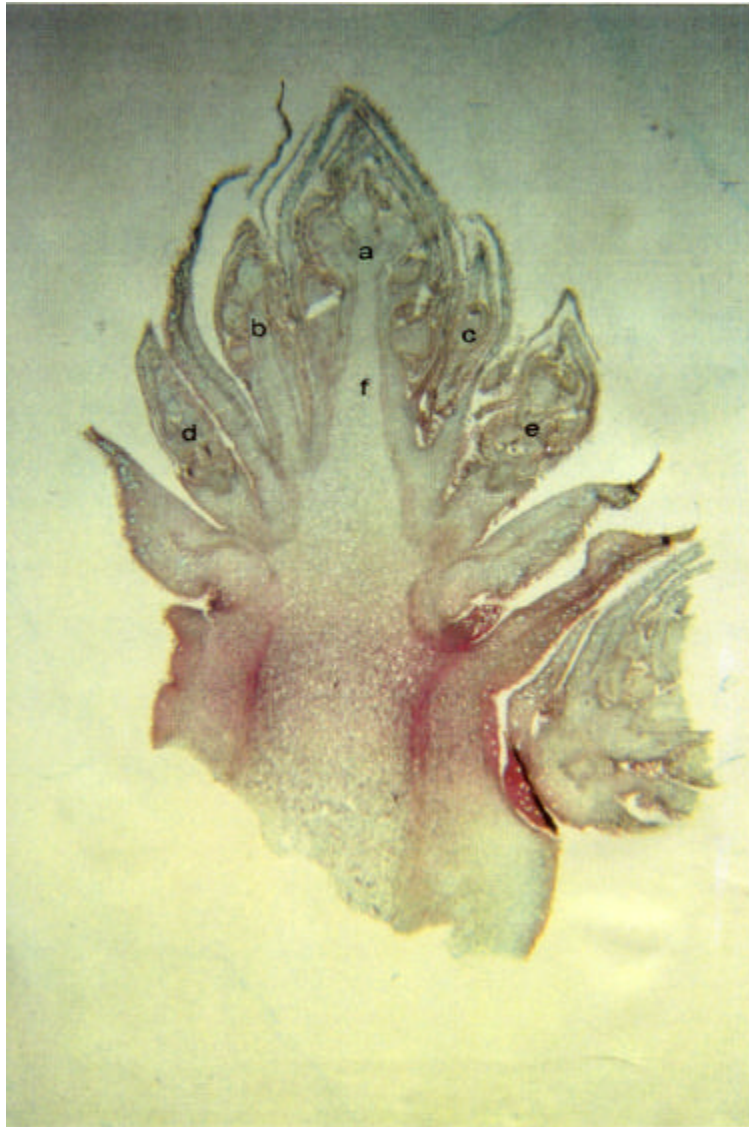


FIGURA 5. Fotografía de una yema completamente floral, 100% diferenciada, muestreada en julio desde el lado sur de un árbol anillado en enero. El meristema apical muestra primordios florales (a), todos los meristemas axilares están elongados (b, c, d y e) y se empieza a formar el eje de elongación de la yema (f). (x60)

Se intentó dilucidar, de este modo, el efecto de los tratamientos en adelantar y/o mejorar la diferenciación de las yemas florales y su influencia en el porcentaje aproximado de brotes determinados e indeterminados.

3.5.2. Grado de floración general del árbol considerando cada punto cardinal.

Para esta evaluación se realizaron mediciones semanales. En cada medición se observó el árbol desde cada punto cardinal y se estimó visualmente, de acuerdo a la superficie de su silueta cubierta por flores, el porcentaje de floración correspondiente a ese punto cardinal.

Con esta información se confeccionó la curva de porcentaje de floración promedio versus tiempo, para cada punto cardinal, y se pudo determinar:

- inició de la floración para cada tratamiento, según punto cardinal.
- momento de máxima floración para cada tratamiento
- término de la floración para cada tratamiento

3.5.3. Intensidad de la floración.

Para evaluar en forma más precisa la intensidad de la floración para cada tratamiento, se eligieron cuatro ramillas por árbol/ homologas a las que fueron muestreadas para el análisis histológico, una orientada hacia cada punto cardinal y en cada una de estas ramillas se contó semanalmente:

- nº de flores por panícula apical
- nº de panículas laterales
- nº de flores por panícula lateral
- nº de frutos cuajados a medida que avanzaba la floración
- brotes determinados o indeterminados a la última fecha de medición.

Con esta información, se confeccionó un gráfico con la intensidad de la floración en relación al tiempo, según tratamiento y punto cardinal, en el cual se pudo apreciar:

- inicio de la floración en las ramillas seleccionadas,
- el momento de máxima floración,
- término de floración.

Estos resultados fueron comparados con los datos obtenidos del análisis del grado general de floración.

Además, se analizaron los datos del número de frutos cuajados en el tiempo, según tratamiento y punto cardinal, datos que fueron graficados.

3.5.4. Volumen de follaje.

La última medición realizada fue la del volumen de follaje de los árboles una vez terminado el experimento. Para esto se midió la altura de cada árbol y su diámetro en la parte más ancha. Homologando la forma de los árboles a la de un cilindro, se calculó el volumen de follaje de cada árbol según la siguiente fórmula:

$$V = (\pi * D^2/4) * H \quad , \quad \text{donde } D = \text{diámetro}$$
$$H = \text{altura}$$

Con esta información se hizo un Análisis de Varianza (ANDEVA), y se aplicó un Test de Tukey (5% error), para determinar si existe diferencia estadísticamente significativa en el volumen del follaje de los árboles, según el tratamiento aplicado.

4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

4.1. Análisis histológico.

Al hacer un análisis descriptivo de los datos del CUADRO 2, se puede ver claramente cómo todos los tratamientos de anillado y doble incisión aumentan el porcentaje de diferenciación promedio de yemas apicales, en comparación con el testigo, en todas las fechas de muestreo y en ambas orientaciones. La excepción es el anillado de abril, que sólo muestra diferencias importantes en julio.

CUADRO 2. Promedios de los porcentajes de diferenciación de yemas apicales, divididos según tratamiento, orientación y fecha de muestreo (0% equivale a yema totalmente vegetativa, 100% a yema totalmente floral).

ORIENTACIÓN	NORTE	NORTE	NORTE	SUR	SUR	SUR
TRAT. /FECHA	MAYO	JUNIO	JULIO	MAYO	JUNIO	JULIO
Testigo	0%	3%	6%	0%	0%	9%
Anill. enero	22%	56%	38%	31%	44%	50%
Anill. febr.	28%	47%	31%	19%	38%	44%
Anill. marzo	10%	31%	40%	11%	41%	66%
Anill. Abril	0%	3%	19%	0%	0%	19%
D. inc. enero	19%	25%	25%	25%	50%	50%
D. inc. Febr.	25%	53%	28%	22%	25%	28%
D. inc. marzo	36%	25%	10%	9%	16%	19%
D. in. abril	6%	19%	13%	3%	13%	25%

Esto concuerda con las observaciones en terreno, ya que los árboles anillados en abril tuvieron un aspecto parecido al de los testigos hasta muy entrado el invierno. Sólo a partir de julio, y principalmente en agosto, se observó una tardía y acelerada diferenciación de las yemas apicales en estos árboles, la cual finalmente dio como resultado yemas de baja a mediana calidad, pequeñas, con a lo más uno o dos meristemas axilares pobremente diferenciados. Estas yemas, al lograr diferenciar floralmente algunos de estos meristemas, florecían inmediatamente, sin pasar por el periodo de relativa dormancia e inactividad que tuvieron las yemas diferenciadas de los árboles con tratamientos más tempranos.

Otra observación importante es que esta diferenciación tardía continuó, incluso, durante septiembre, lo que determinó que la floración de los árboles anillados en abril fuera desordenada y hasta cierto punto imprevisible, ya que la floración que se preveía según las observaciones de los árboles en el mes de agosto, fue distinta a la que finalmente se presentó en septiembre y octubre. En estos dos meses podían verse, simultáneamente, yemas apicales con sus panículas terminando de florecer, yemas recién reventando y otras en etapas iniciales de diferenciación.

Lo señalado en relación a los árboles anillados en abril se observó también en los con doble incisión en igual fecha, aunque en menor medida, ya que en estos árboles el comienzo de la diferenciación no fue tan tardío. Esto puede verse en el CUADRO 2, donde la doble incisión en abril aumentó el porcentaje de diferenciación promedio de las yemas apicales a partir del mes de junio, en comparación con el testigo.

Es importante notar que los porcentajes de diferenciación del lado norte y del lado sur de los árboles son similares, para todos los tratamientos. Esto concuerda con lo señalado por ACEVEDO (1994), quien determinó que los distintos grados de diferenciación de yemas, observados entre el lado norte y el lado sur de los árboles testigo, se emparejaban en los árboles con anillado o con doble incisión.

Una posible explicación para esto se podría dilucidar al observar el crecimiento vegetativo normal de estos árboles. Todos ellos tienen el follaje inclinado hacia el lado norte, ya que la mayor luminosidad solar vigoriza esa parte del follaje. Por el contrario, el oscuro lado sur muestra un natural menor vigor. De este modo, un tratamiento de igual severidad en todo el árbol debería tener efectos dispares en ambos lados del árbol. Sin embargo, hay dos

factores que podrían equiparar la situación. Por el lado norte, el mayor vigor del árbol hace que el tratamiento tenga menos impacto en frenar el crecimiento vegetativo, pero como las yemas apicales están mejor iluminadas, la diferenciación final es satisfactoria, ya que la luz estimula este proceso.

A su vez, por el lado sur, el mismo tratamiento causa una inhibición del crecimiento más severa, por lo que las yemas apicales tienen una situación nutricional mucho más favorable, con la cual logran contrarrestar la desventaja que representa una peor iluminación y alcanzan finalmente un grado de diferenciación similar al de las yemas del lado norte.

En relación a la discusión del párrafo anterior, es muy importante considerar que, en verano y durante los primeros meses de otoño, las temperaturas diurnas y nocturnas están muy por encima de las temperaturas mínimas necesarias para una buena diferenciación. Esto nos obliga a separar el factor luminosidad del factor temperatura, ya que un sector del follaje con menor luminosidad, como el lado sur de los árboles, tendrá las temperaturas óptimas para la diferenciación de sus yemas. Por el contrario, durante los

meses de invierno, es imposible separar la luminosidad de la temperatura, ya que los únicos sectores que ganan temperatura son los iluminados por el sol.

En los tratamientos más tempranos puede verse que, en general, el promedio de diferenciación de julio es menor que el de junio. Esto se debe a que muchas de las yemas apicales más desarrolladas florecieron anticipadamente en otoño, en junio, por lo que, al muestrear en julio, se tenía un menor número de yemas con diferenciación más avanzada.

Al analizar los promedios de diferenciación de los árboles anillados, puede verse que, en general, el anillado de enero fue el que más adelantó la diferenciación. En terreno, pudo observarse cómo los árboles anillados en enero frenaron su crecimiento estival a las pocas semanas de haber sido anillados, siendo esta inhibición del crecimiento mucho más severa que la observada posteriormente en los anillados de febrero y marzo.

Los árboles anillados en enero mostraban, en los meses posteriores al tratamiento, ramillas con su crecimiento apical detenido, escasos brotes rojos y, por lo tanto, poco

crecimiento en altura, considerable brotación lateral, gran cantidad de crecimientos cortos y comprimidos, follaje levemente amarillento y un grado menor de abscisión foliar.

Estas características daban al árbol un aspecto muy estresado y, bajo estas condiciones, el anticipado desarrollo floral de las yemas apicales se vio favorecido.

El anillado de febrero causó una inhibición intermedia del crecimiento estival, en relación al anillado en enero y al de marzo. En este último, sólo se observó una disminución de los brotes rojos y de los crecimientos en altura. Esto hizo que la diferenciación temprana de las yemas apicales fuera más discreta.

Lo interesante, sin embargo, es comprobar que los porcentajes promedio de diferenciación a la última fecha de muestreo son muy similares, lo que nos estaría indicando que si nuestro objetivo es aumentar el número de yemas apicales con buena diferenciación al momento de la floración, no sería necesario adelantar la fecha del anillado más allá de marzo, ya que el anillado en este mes muestra los promedios más altos, tanto por el lado norte como por el lado sur.

Por otro lado, si se pretendiera estimular una floración otoñal, la fecha más recomendable para realizar el anillado sería enero. Esta alternativa sería factible en zonas de condiciones climáticas muy particulares, con otoños templados para propiciar una buena cuaja e inviernos suaves para asegurar la sobrevivencia de los pequeños frutos, como por ejemplo, Longotoma. Dándose estas condiciones, se lograría producir palta inverniza que saldría al mercado a partir del mes de mayo, mes en el cual se alcanzan altos precios, debido a la escasa oferta existente.

Se debe considerar, sin embargo, que una gran cantidad de fruta inverniza en el árbol podría inhibir la diferenciación de las yemas apicales y el posterior desarrollo de éstas durante la floración primaveral. Al igual que en los cítricos, esto podría deberse a un desbalance hormonal causado por la acumulación de giberelinas, provenientes de las semillas, en la parte aérea, y a una menor disponibilidad de carbohidratos, los cuales serían desviados en parte a la alimentación de los frutos en desarrollo.

En el CUADRO 2, la doble incisión en enero muestra poco efecto en el lado norte del árbol, situación que se

invierte en el lado sur, donde alcanza los promedios más altos. En terreno, se observó poco impacto de la doble incisión aplicada en enero, ya que las incisiones cicatrizaron al cabo de un mes y los árboles pudieron retomar rápidamente su vigoroso crecimiento estival. Por el lado sur, en cambio, todos los árboles mostraron un menor vigor debido a la menor iluminación, lo cual puede haber determinado que el mismo tratamiento que no fue lo suficientemente severo como para frenar el crecimiento vegetativo por el lado norte, haya bastado para aumentar el porcentaje de diferenciación por el lado sur.

Entre los tratamientos de doble incisión, el de febrero fue el que más aumentó el porcentaje promedio de diferenciación. Las incisiones de febrero estaban totalmente cicatrizadas después de un mes y medio y, a fines de marzo, los árboles no alcanzaron a retomar el gran vigor que tenían antes del tratamiento, por lo que las condiciones para que las yemas apicales pudieran continuar con su diferenciación, y para que otras empezaran a diferenciarse, eran, en cierto modo, algo mejores que las que presentaban el resto de los árboles. A su vez, las yemas recibieron el estímulo nutricional y hormonal para diferenciarse en un momento en el cual las temperaturas

para este proceso eran óptimas.

El aumento en el porcentaje promedio de diferenciación del mes de mayo, con el tratamiento de doble incisión en marzo, no se ajusta a lo observado en terreno. Estos árboles no diferían mayormente en aspecto de los que recibieron la doble incisión en abril y se esperaban valores similares a los del tratamiento de abril, como efectivamente ocurrió en los meses de junio y julio.

Al analizar los valores del porcentaje promedio de diferenciación del mes de julio, correspondientes a los tratamientos de doble incisión, se puede determinar que lo más apropiado para mejorar la diferenciación de las yemas apicales es realizar la doble incisión en enero. Aunque la doble incisión de febrero tiene, por el norte, un porcentaje levemente superior al de enero, lo obtenido por el sur obliga a decidirse por el tratamiento de enero.

Finalmente, al tener que determinar el mejor de todos los tratamientos aplicados para aumentar y mejorar la diferenciación, los resultados del CUADRO 2 indican que éste corresponde al anillado realizado en marzo.

4.2. Grado de floración general de los árboles.

Para mayor orden y para poder reconocer fácilmente las distintas curvas de floración general, éstas se presentan por separado, según correspondan a anillado o doble incisión, en las FIGURAS 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, y 13.

La primera y más importante información que se obtiene de todos los gráficos, es que todos los tratamientos, tanto anillados como doble incisión, y desde todos los puntos cardinales, fueron efectivos en aumentar el porcentaje de floración general de los árboles, en relación al testigo.

Además, todos los tratamientos de anillado y doble incisión, realizados en enero, febrero o marzo, adelantaron el inicio de la floración. En todos los tratamientos se observó que este adelanto era más marcado por el lado norte (FIGURAS 6 y 10), más discreto por el lado oriente y poniente (FIGURAS 7, 8, 11 y 12) y mucho menor por el lado sur (FIGURAS 9 y 13).

Esto, más el hecho de no haber obtenido diferencias importantes en el porcentaje promedio de diferenciación de yemas apicales (ver punto 4.1.) entre el lado norte y el

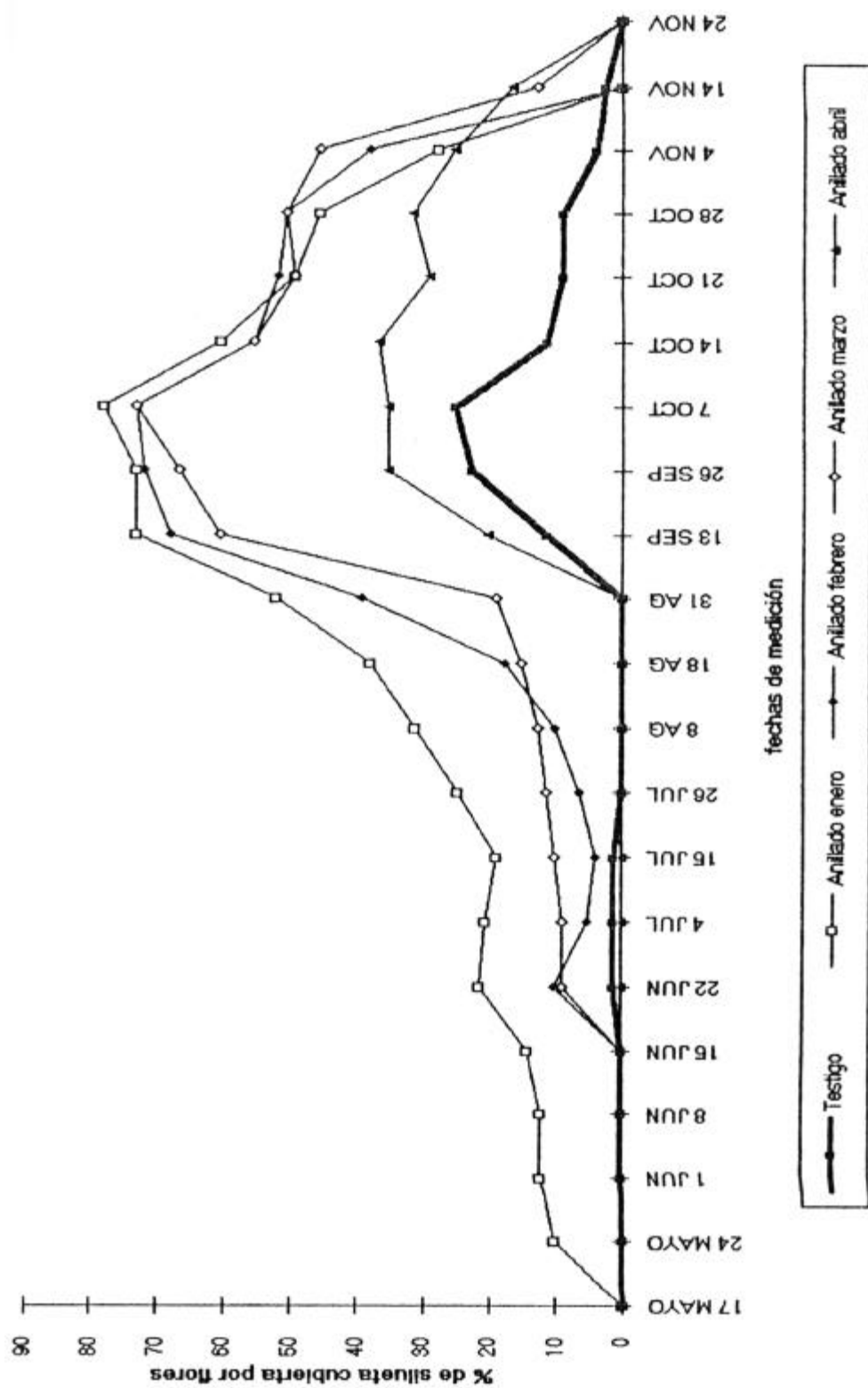


FIGURA 6. Anillado: porcentaje de floración promedio lado norte.

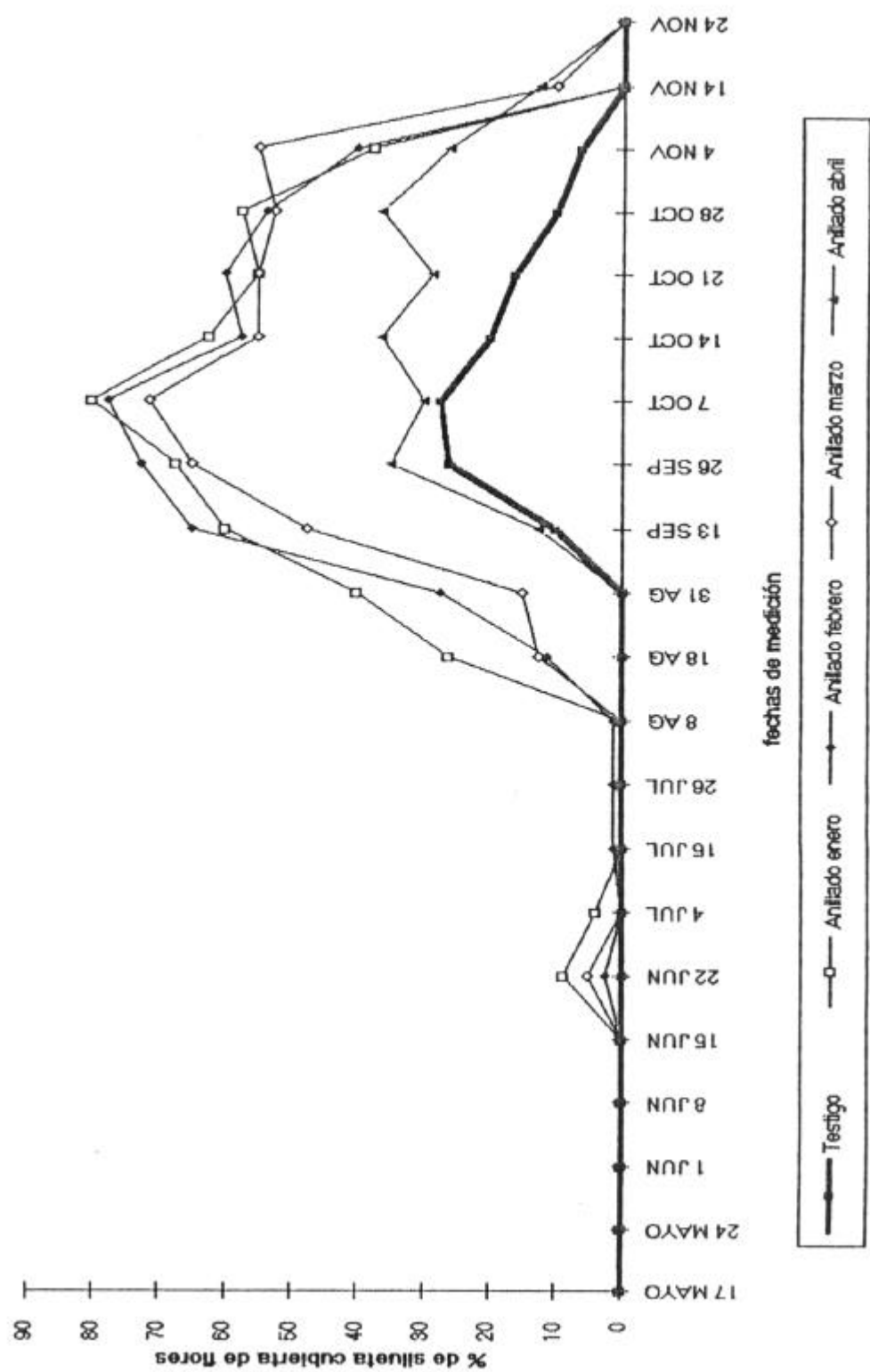


FIGURA 7. Anillado: porcentaje de floración promedio lado este.

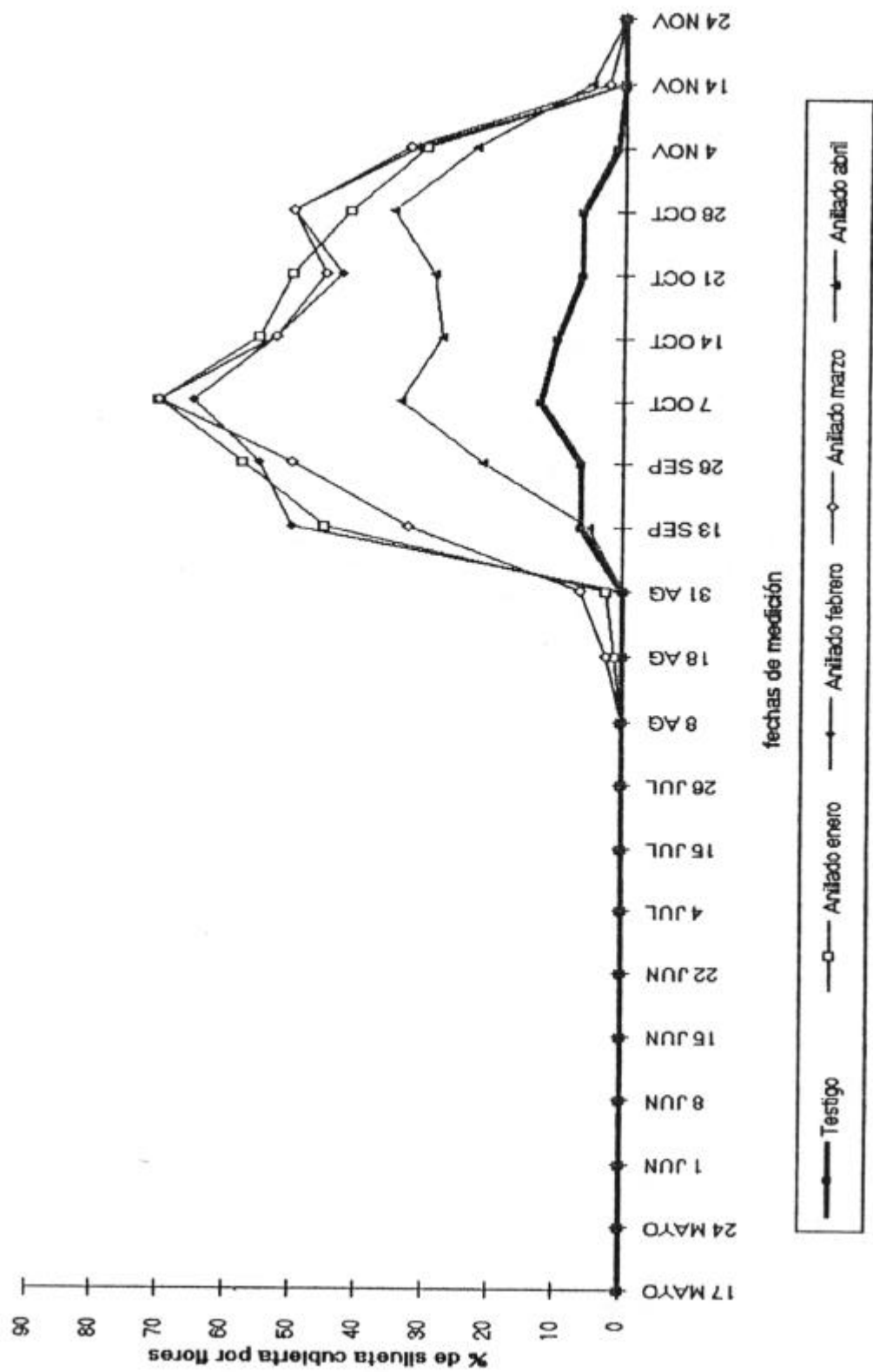


FIGURA 8. Anillado: porcentaje de floración promedio lado sur.

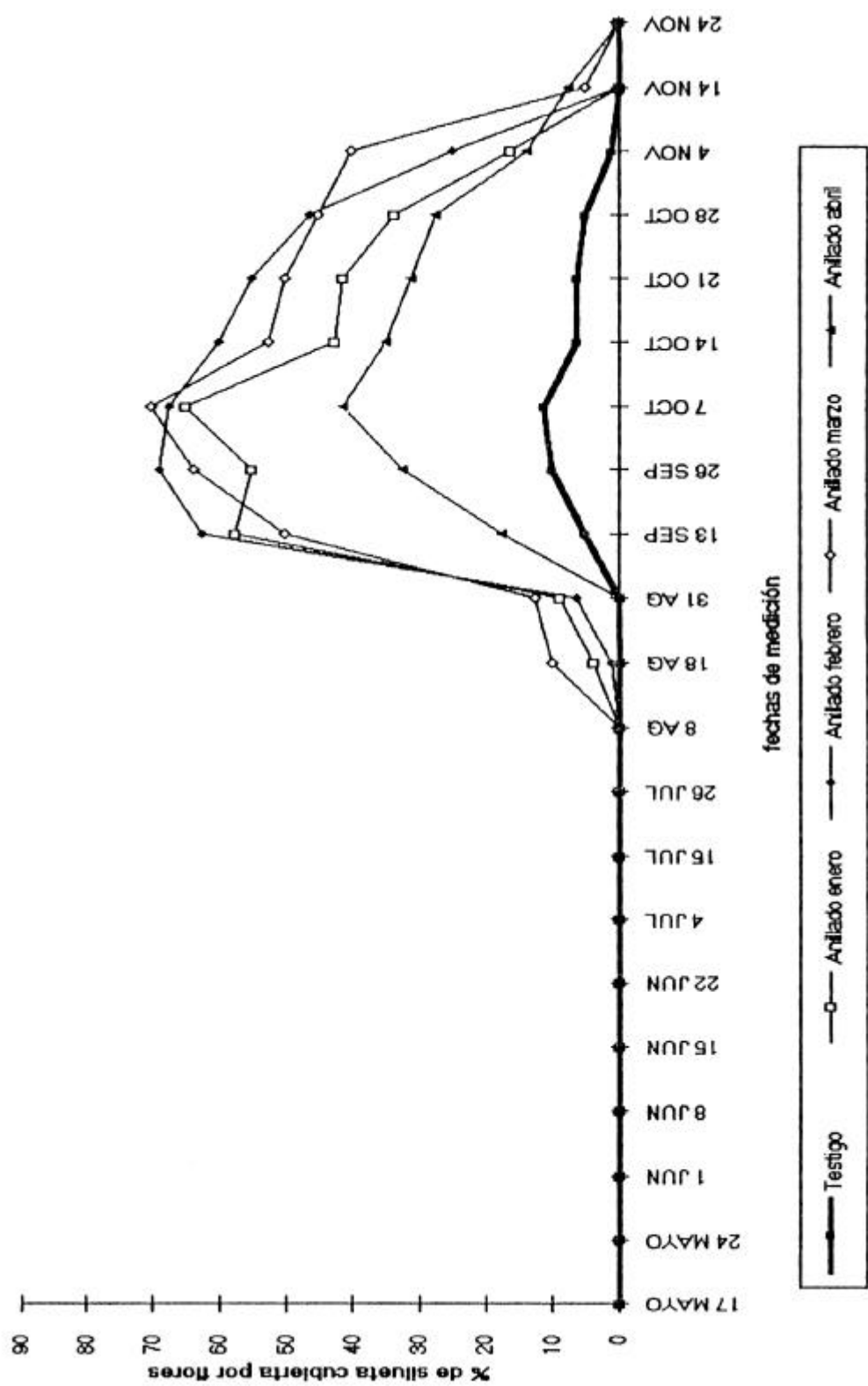


FIGURA 9. Anillado: porcentaje de floración promedio lado oeste.

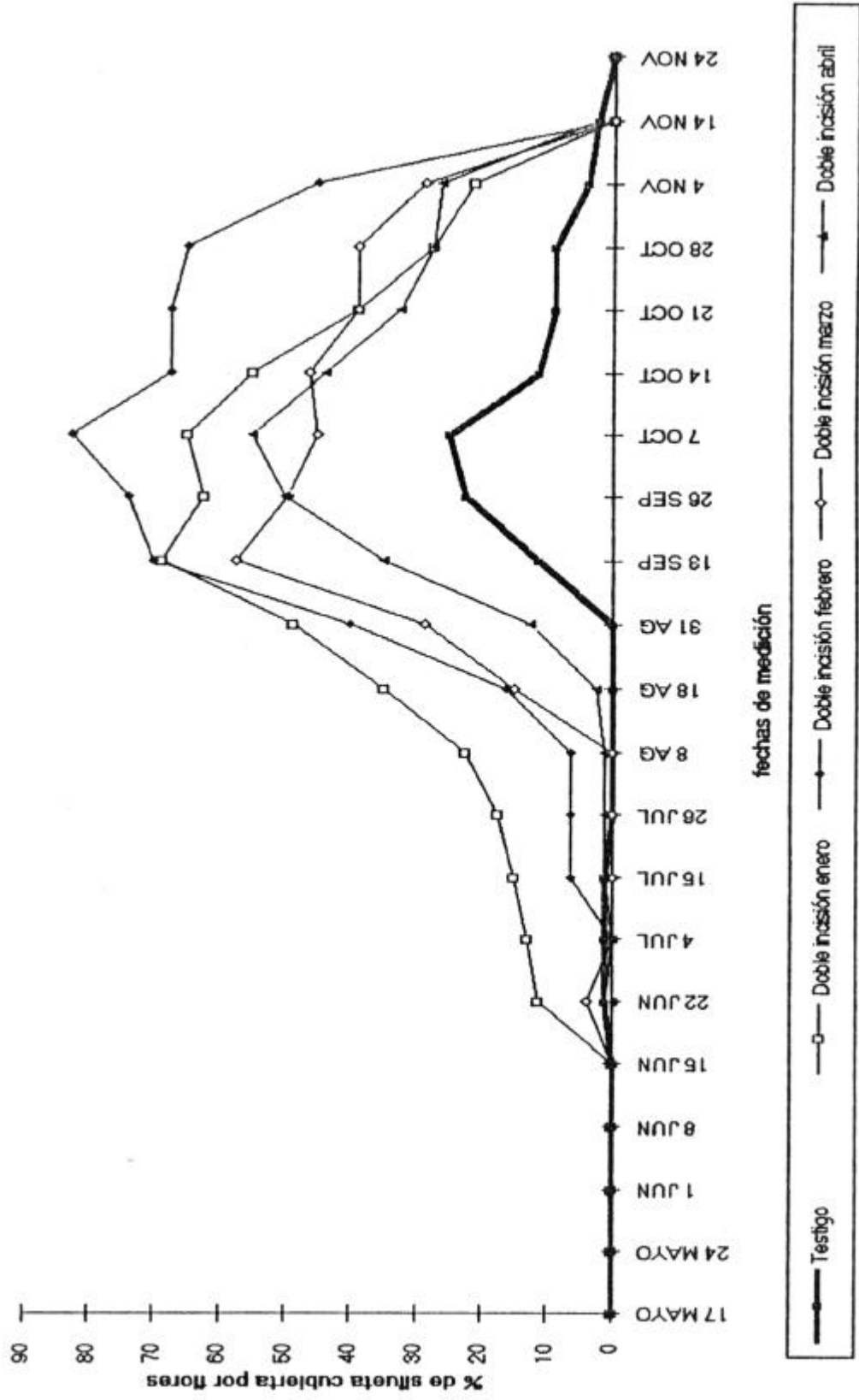


FIGURA 10. Doble Incisión: porcentaje de floración promedio lado norte.

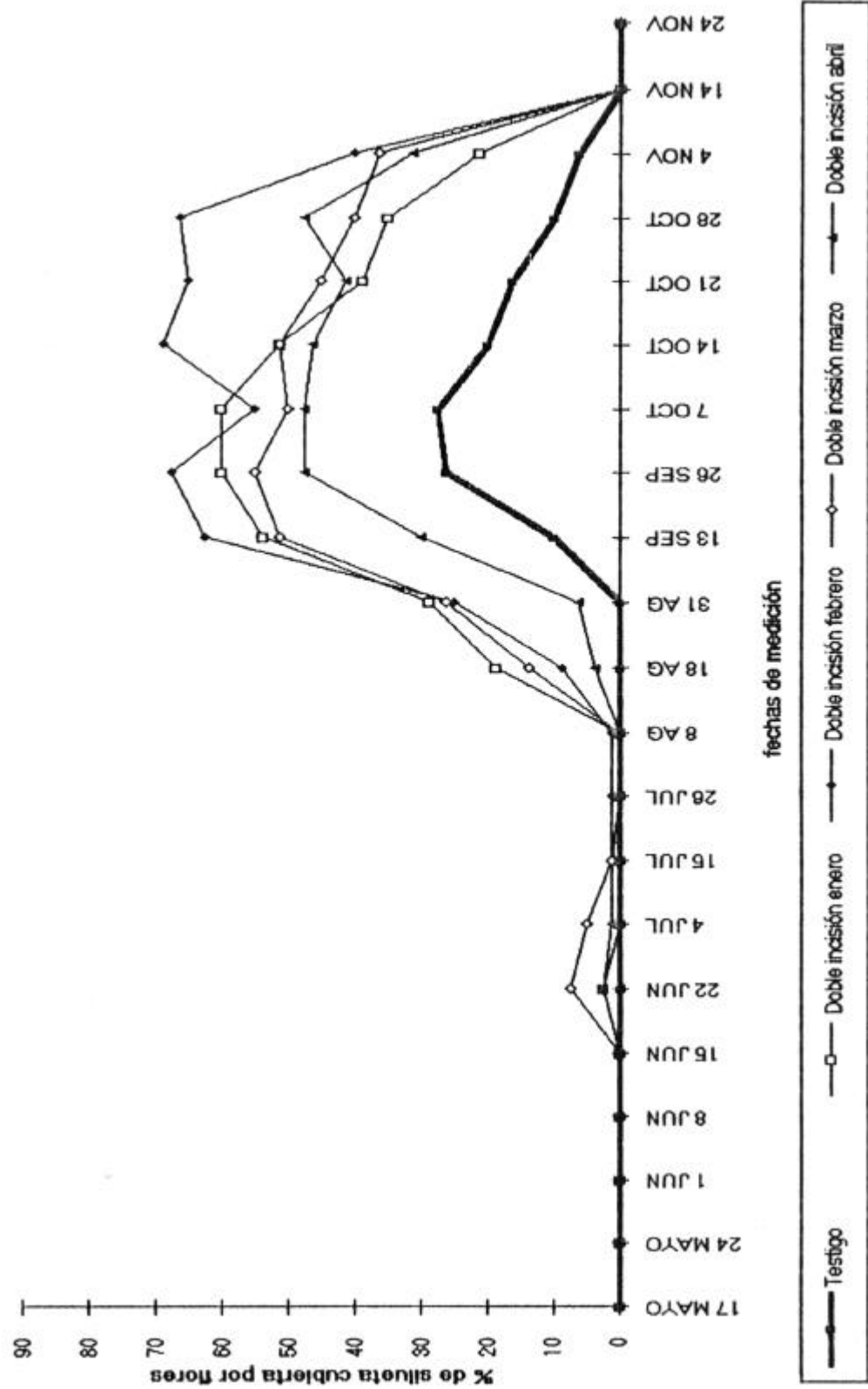


FIGURA 11. Doble Incisión: porcentaje de floración promedio lado este.

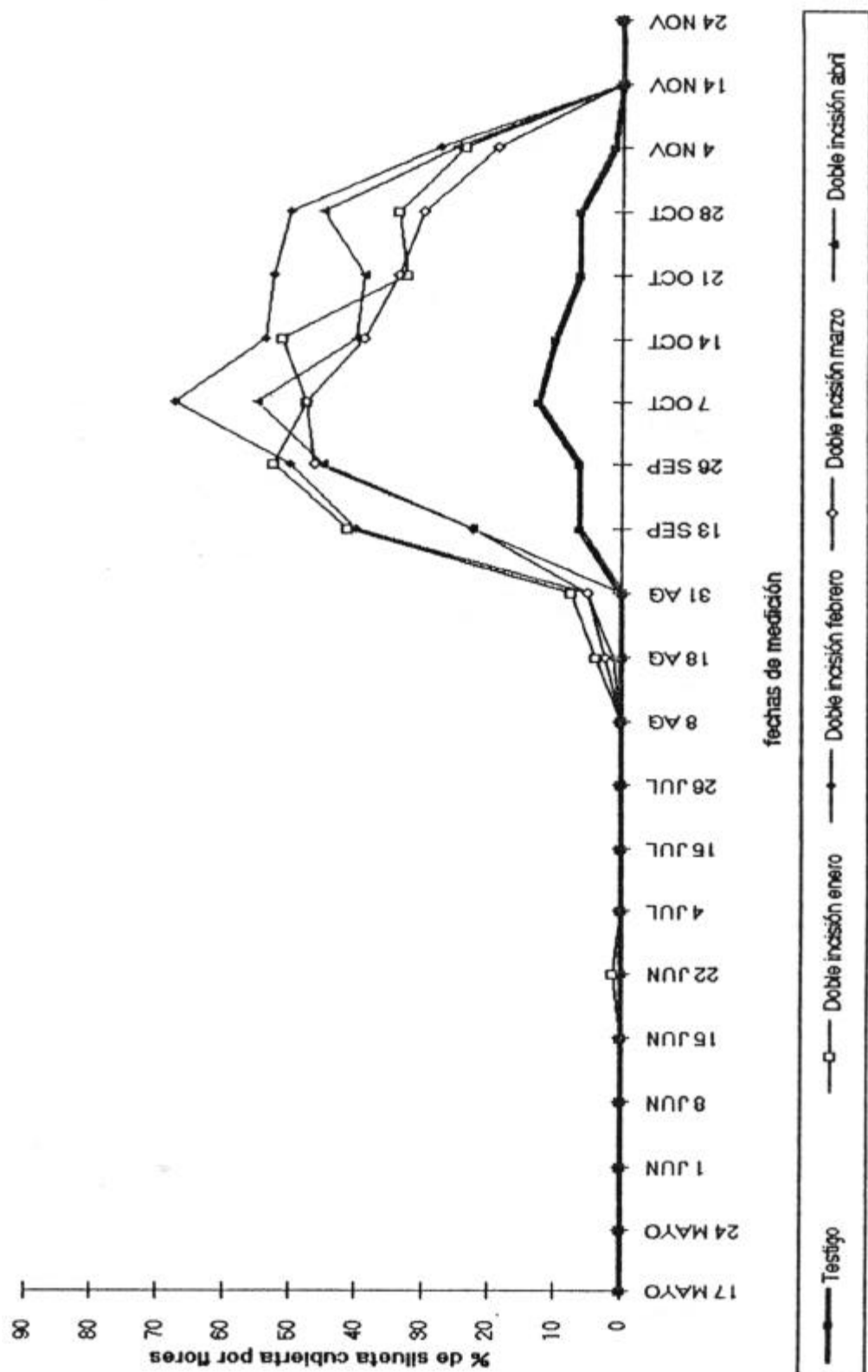


FIGURA 12. Doble Incisión: porcentaje de floración promedio lado sur.

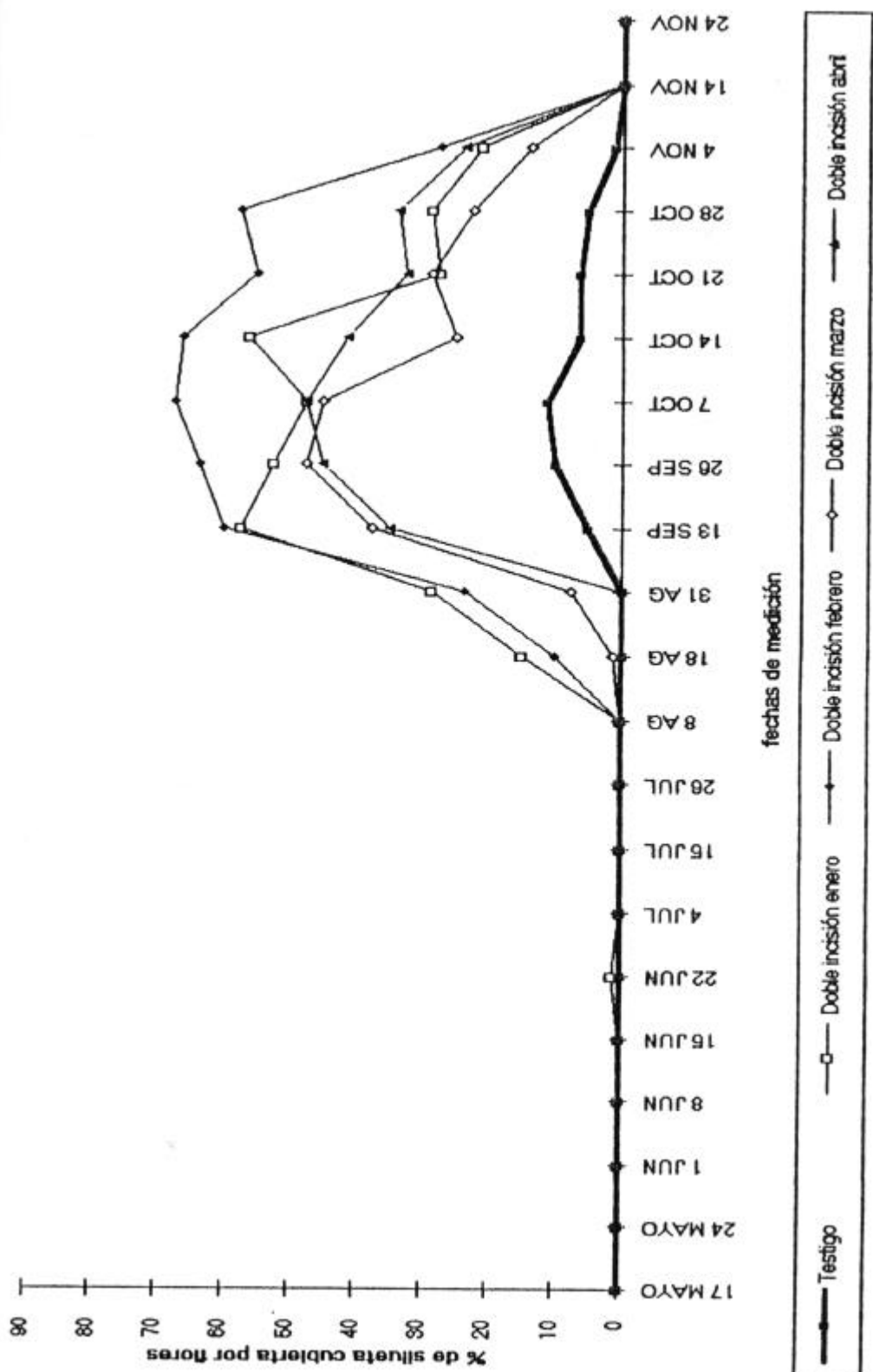


FIGURA 13. Doble Incisión: porcentaje de floración promedio lado oeste.

lado sur de los árboles, nos indicaría que, en este caso, serían la mayor o menor luminosidad, junto con la mayor temperatura que alcanza el follaje iluminado por el sol en los fríos meses de invierno, los factores que estimularían a las yemas ya completamente diferenciadas a desarrollar sus estructuras florales y por ende, los que determinarían la magnitud del adelanto de la floración. En otras palabras, que el follaje reciba durante el invierno más luminosidad y mayor temperatura implica un mayor adelanto de la floración.

En cuanto a los anillados (FIGURAS 6, 7, 8 y 9), los de enero, febrero y marzo obtuvieron resultados similares, variando según el punto cardinal: los tres tratamientos adelantaron la floración, aumentaron el porcentaje de floración en igual magnitud, presentaron la máxima floración en la misma fecha y todos terminaron la floración al mismo tiempo, a excepción del anillado de marzo, que la terminó diez días después.

El anillado de abril llevó el porcentaje de floración a un nivel intermedio entre el de los tres anillados anteriores y el del testigo. A su vez, los árboles testigo y los anillados en el mes de abril no pudieron florecer junto con

los demás árboles anillados, ya que debieron completar la diferenciación de sus yemas apicales durante julio y agosto, aprovechando las escasas horas templadas que ofrecen estos meses.

Una consecuencia importante de los anillados de marzo y abril, pero que es difícil de observar en los gráficos presentados, es el haber aumentado fuertemente el grado de floración en los últimos diez días, en relación al testigo y a los anillados de enero y febrero. Este aumento, insignificante en comparación con los niveles de floración cercanos a la máxima floración, es de especial relevancia, ya que estas flores que abren más tarde son las que tienen las mejores condiciones de temperatura para alcanzar una efectiva y completa fertilización.

Analizando la FIGURA 6, que muestra lo observado específicamente desde el norte, se aprecia claramente cómo los tratamientos de anillado en enero, febrero y marzo adelantan en varias semanas el inicio de la floración, con respecto al testigo. El anillado de enero, como consecuencia de una diferenciación muy adelantada de sus yemas apicales, empezó a florecer quince semanas antes que el testigo. Los anillados de febrero y marzo adelantan su

floración en sólo once semanas, y en menor grado, pero como ésta se desarrolla posteriormente en forma más intensa, los tres tratamientos alcanzan finalmente niveles similares de floración.

En la FIGURA 6 puede verse cómo los árboles anillados en abril empiezan a florecer al mismo tiempo que los testigos, alcanzando un máximo de floración algo superior que el de estos últimos. Lo beneficioso de este tratamiento es, sin embargo, que este mayor nivel de floración se mantiene hasta el final del proceso, siendo siempre levemente superior al aumento observado en igual fecha en los árboles anillados en marzo.

En cuanto al porcentaje de floración promedio, el mejor tratamiento dentro de los anillados sería el de marzo, ya que habiendo obtenido niveles máximos de floración similares a los de los tratamientos de enero y febrero, fue el único que, además, logró prolongar la floración y aumentar su nivel en este último periodo.

En relación a los tratamientos de doble incisión (FIGURAS 10, 11, 12, y 13) los resultados fueron más parejos. En general, los valores máximos del porcentaje de floración

promedio fueron similares a los obtenidos con los tratamientos de anillado. Puede afirmarse que la doble incisión realizada en febrero obtuvo los mayores porcentajes de floración promedio, en comparación con los otros tres tratamientos, los cuales alcanzaron niveles bastante similares. Con todos los tratamientos se lograron adelantos en la floración parecidos a los observados con anillado. Sin embargo, ningún tratamiento de doble incisión fue efectivo en alargar el periodo de floración.

En la FIGURA 10, pueden verse los resultados de la doble incisión, analizados desde el lado norte. El tratamiento de enero adelanta la floración en once semanas en relación al testigo, el de febrero, en ocho y los de marzo y abril, en tres. Al igual que con el anillado, la floración de los árboles atrasados se desarrolló más intensamente y alcanzó finalmente niveles similares o incluso superiores al tratamiento de enero. De este modo, el tratamiento de febrero obtiene un nivel de floración mucho mayor que el de enero.

Es importante notar que, por el norte, todos los tratamientos de doble incisión adelantaron también el término de la floración en diez días, lo cual disminuye la

cuaja potencial alcanzable.

El haber adelantado el término de la floración dice relación con la menor severidad del tratamiento de doble incisión, en comparación con el de anillado. Algunos anillos realizados en abril permanecían abiertos aun después de cuatro meses y medio, lo cual determinó que la diferenciación tardía de las yemas apicales se viera favorecida incluso hasta fines de septiembre, alargándose, de este modo, la floración.

En cambio, todas las dobles incisiones realizadas en abril estaban completamente cerradas antes de tres meses y medio, a mediados de julio, con lo cual la diferenciación de las yemas apicales no se vio estimulada en los meses de agosto y septiembre. Sin embargo, la diferenciación ocurrida antes de estos meses sí se vio acelerada, por lo que las yemas que iban a florecer lo hicieron antes que las de los árboles testigo, pero en ningún caso después.

Según los resultados del porcentaje de floración promedio, febrero sería la mejor fecha para realizar la doble incisión.

Analizando solamente los datos del porcentaje de floración promedio, el mejor de todos los tratamientos resulta ser el anillado realizado en marzo, ya que aunque la doble incisión realizada en febrero obtuvo niveles de floración general iguales o superiores al anillado de marzo, falló en prolongar la floración y en aumentarla en este último periodo.

4.3. Intensidad de la floración.

La intensidad de la floración se asoció al número de flores por ramilla. Los resultados de los conteos del número de flores por ramilla se presentan, según tratamiento y orientación, en las FIGURAS 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 y 21.

El resultado más importante es el haber comprobado que todos los tratamientos aumentan el número de flores por ramilla en forma contundente, en relación al testigo. Una muestra de ello es el espectacular aumento registrado por el lado oeste de todos árboles (FIGURAS 17 y 21), donde ninguna de las ramillas seleccionadas de los árboles testigo desarrollaron flores.

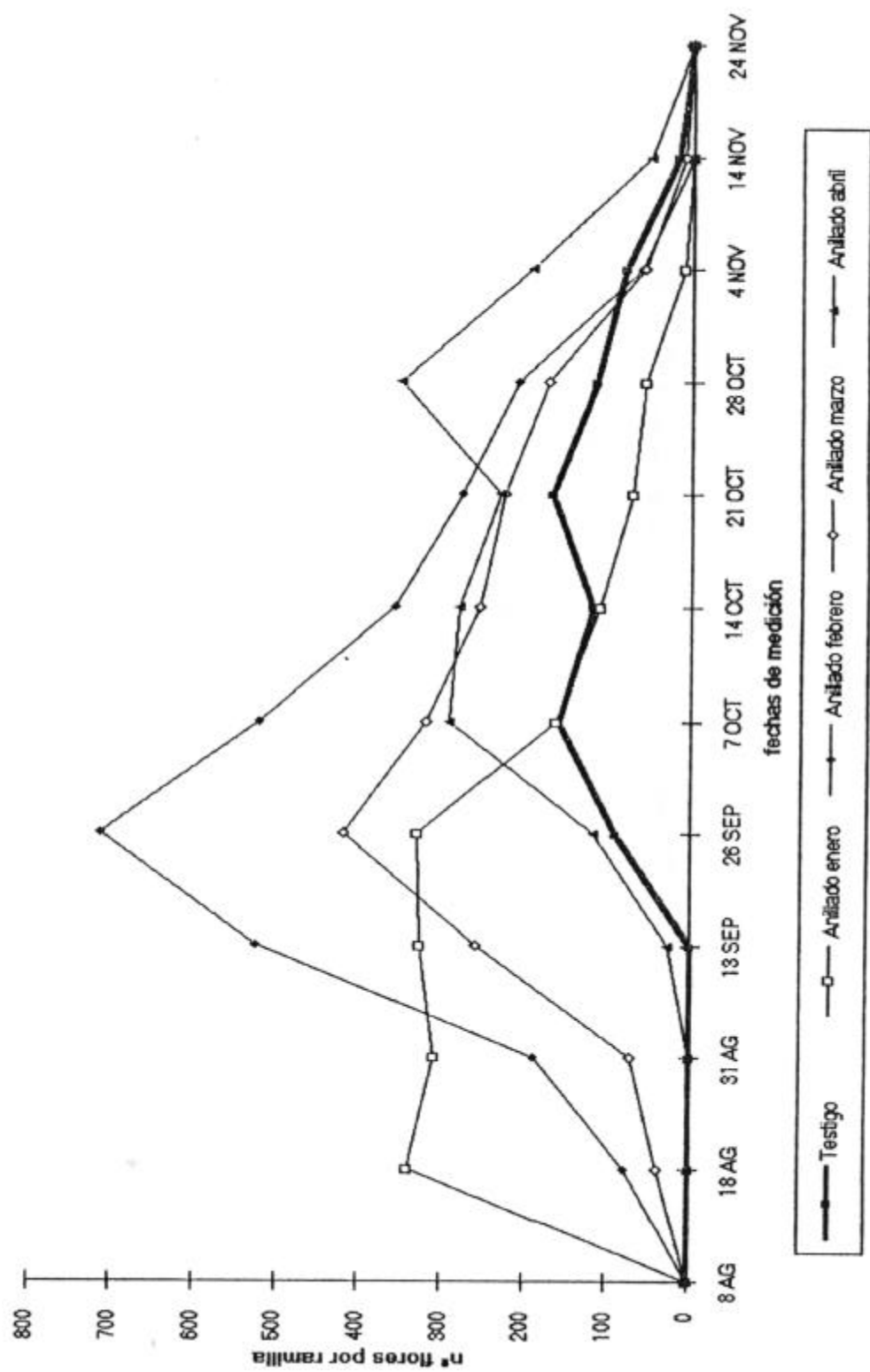


FIGURA 14. Número de flores por rama en árboles anillados, lado norte.

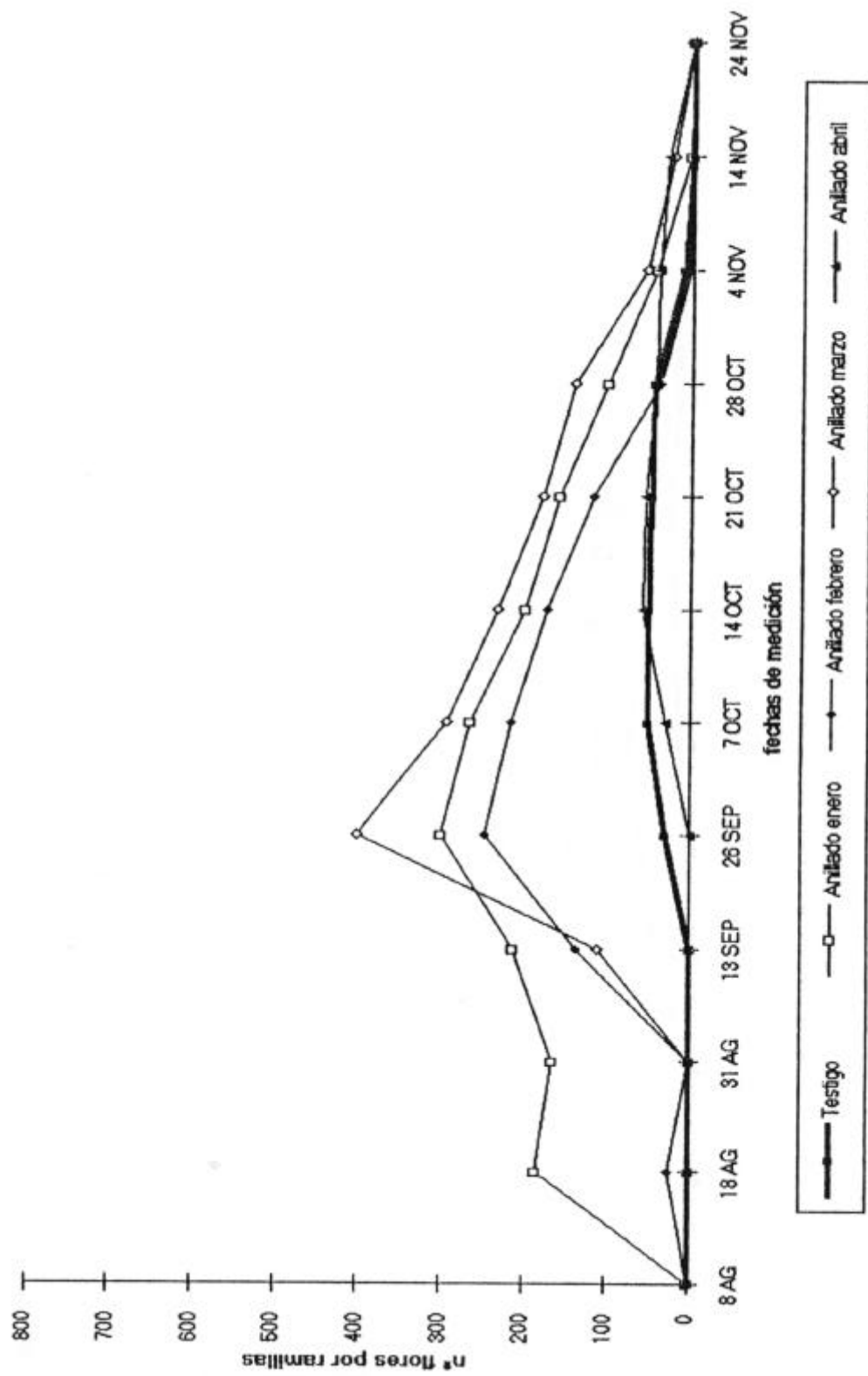


FIGURA 15. Número de flores por ramilla en árboles anillados, lado este.

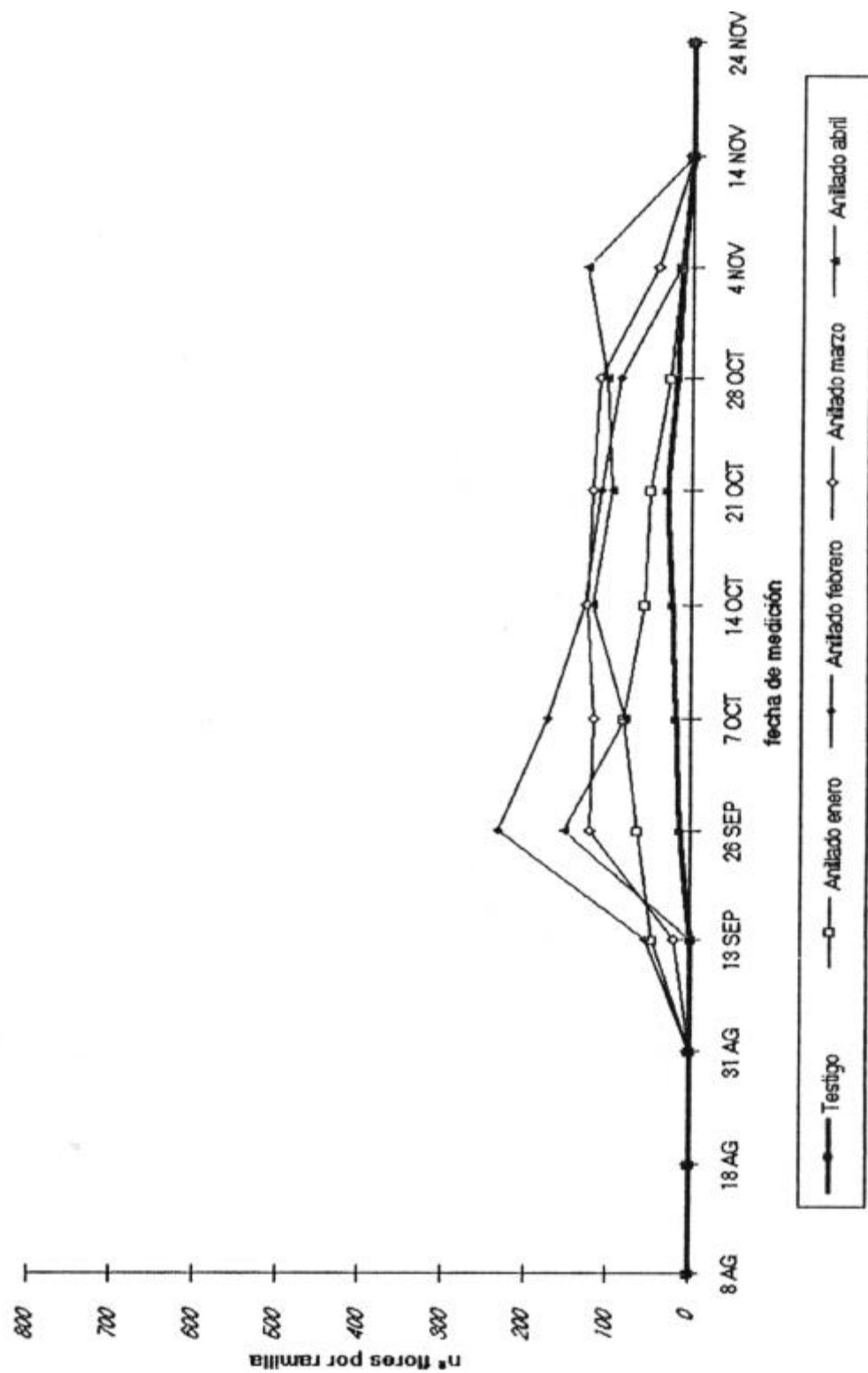


FIGURA 16. Número de flores por ramilla en árboles anillados, lado sur.

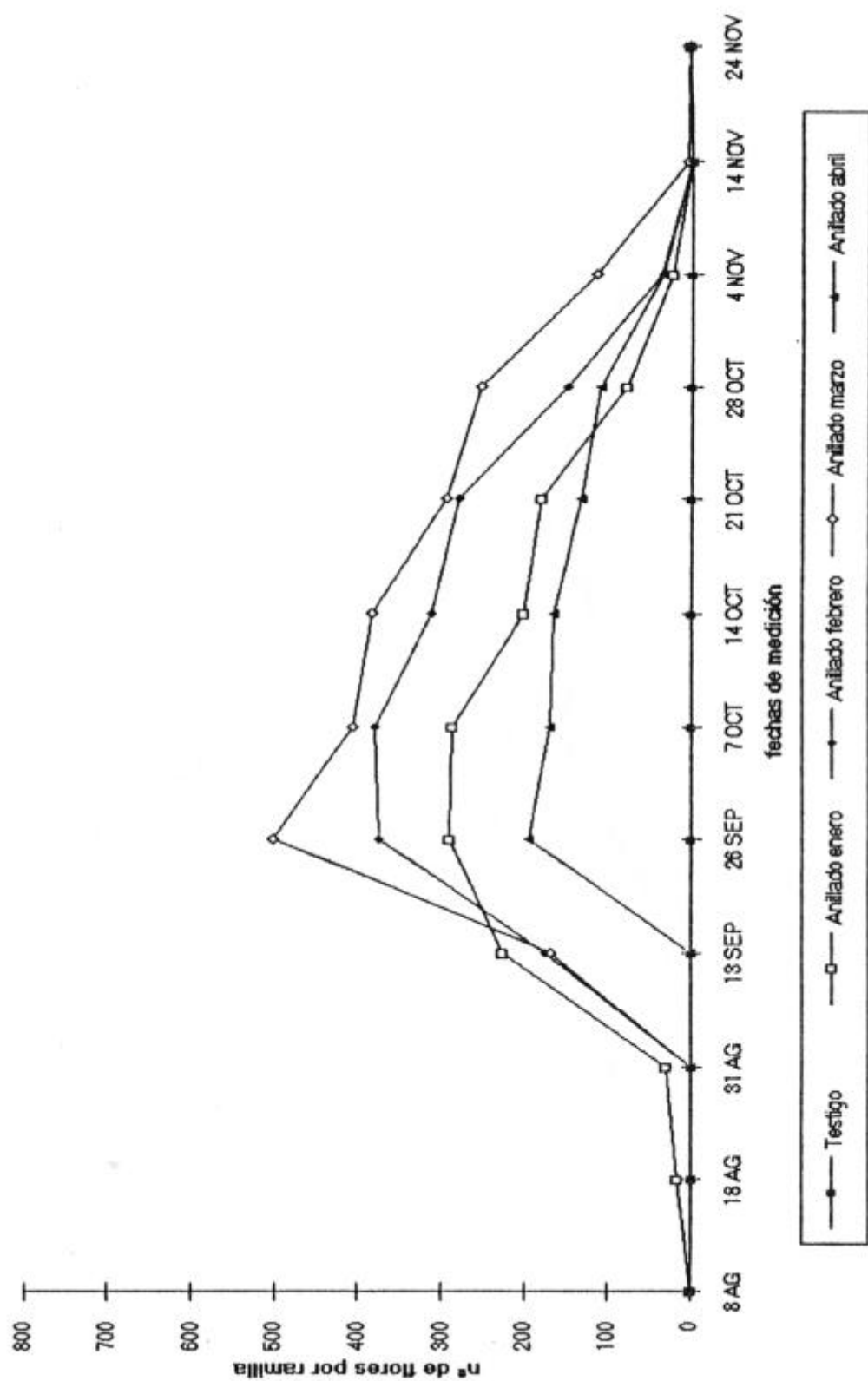


FIGURA 17. Número de flores por rama en árboles anillados, lado oeste.

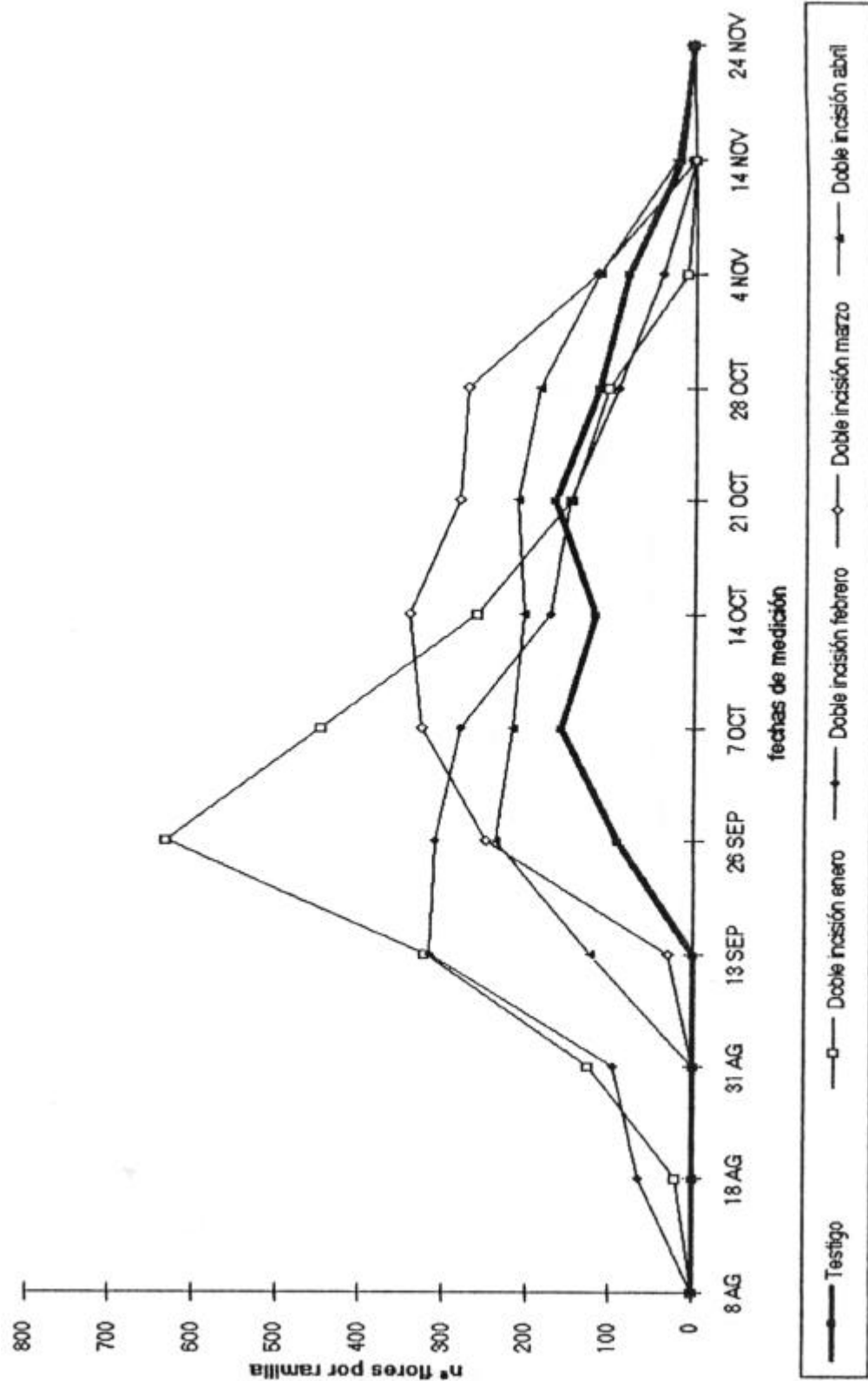


FIGURA 18. Flores por ramilla en árboles con doble incisión, lado norte.

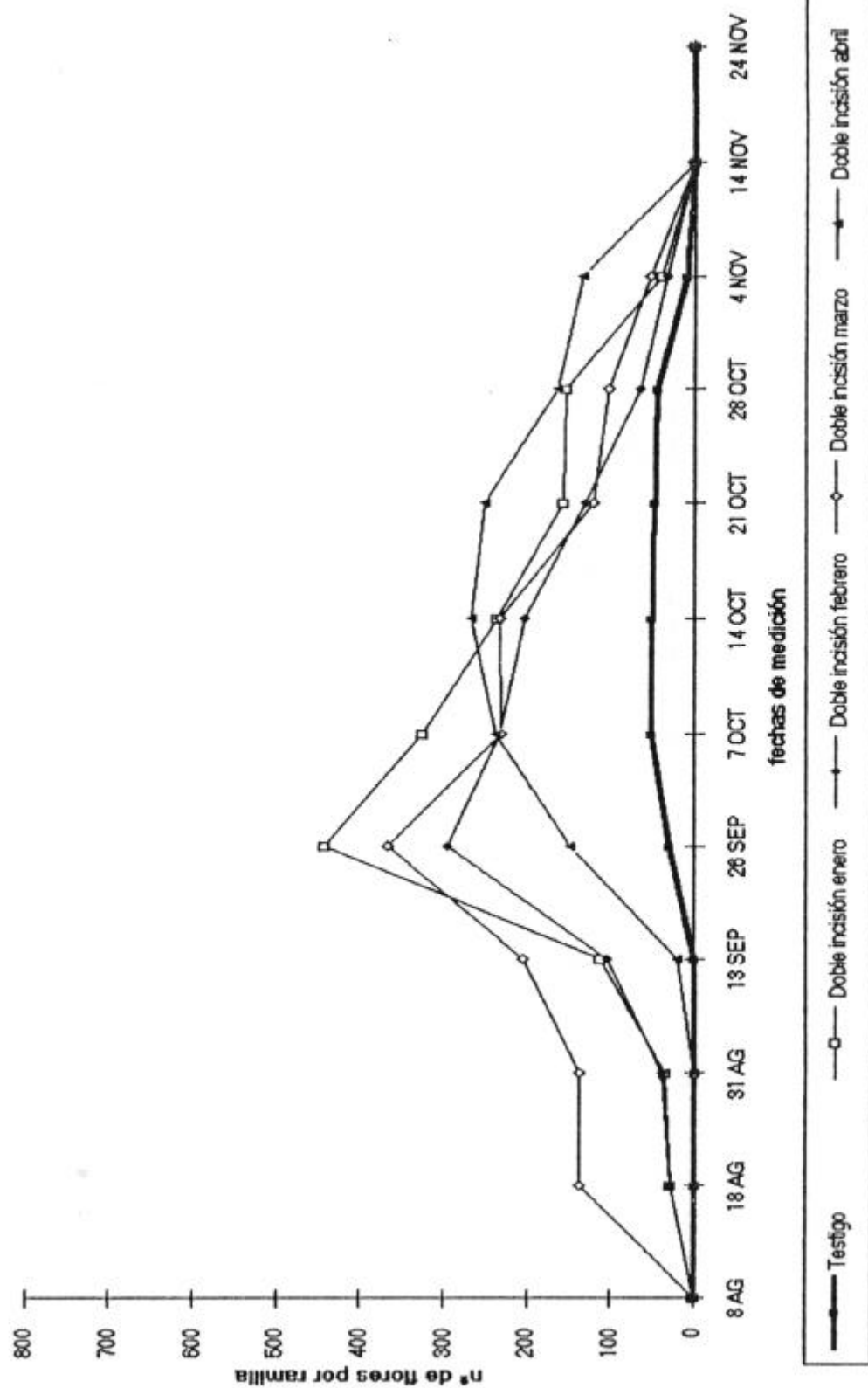


FIGURA 19. Flores por ramilla en árboles con doble incisión, lado este.

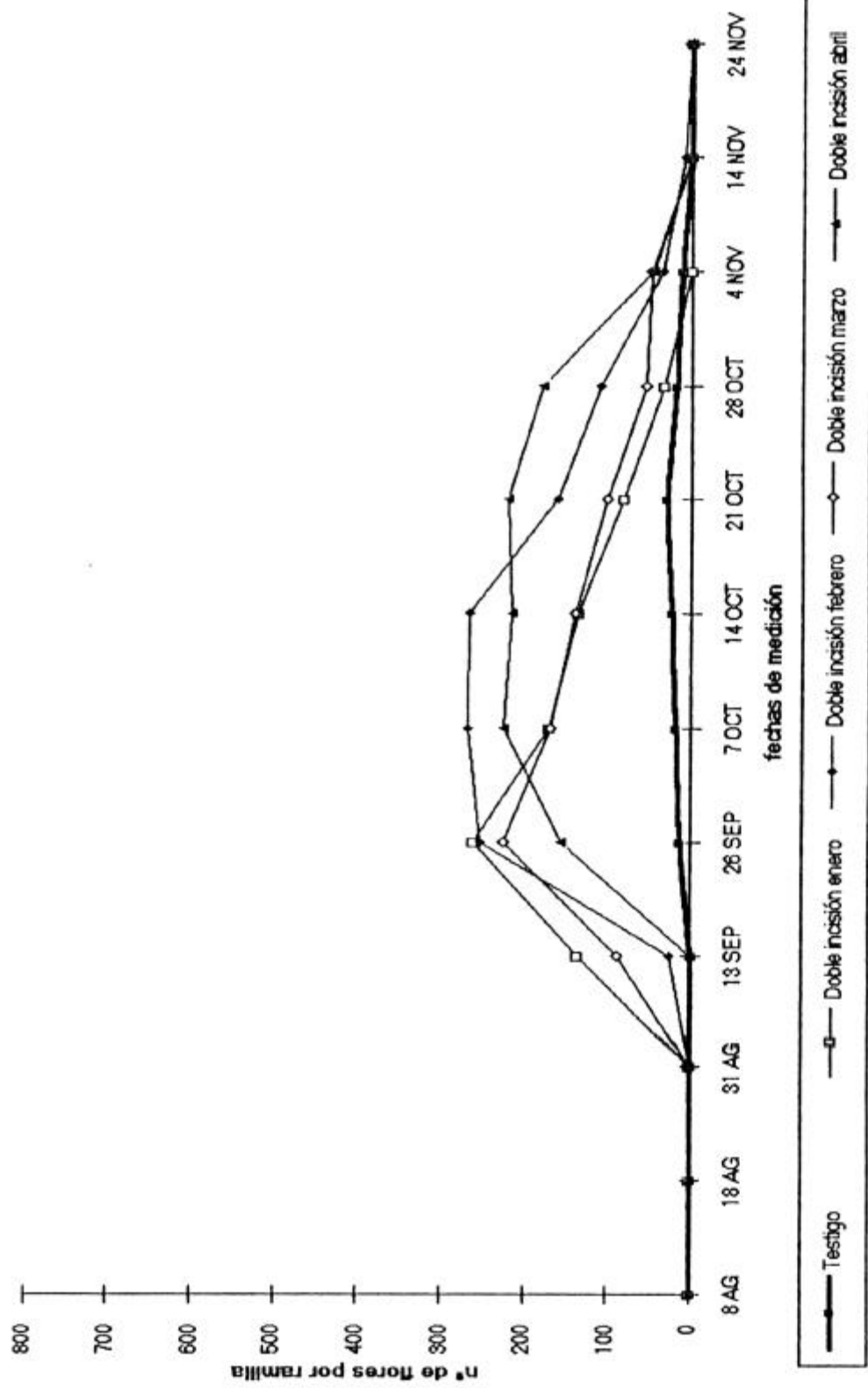


FIGURA 20. Flores por ramilla en árboles con doble incisión, lado sur.

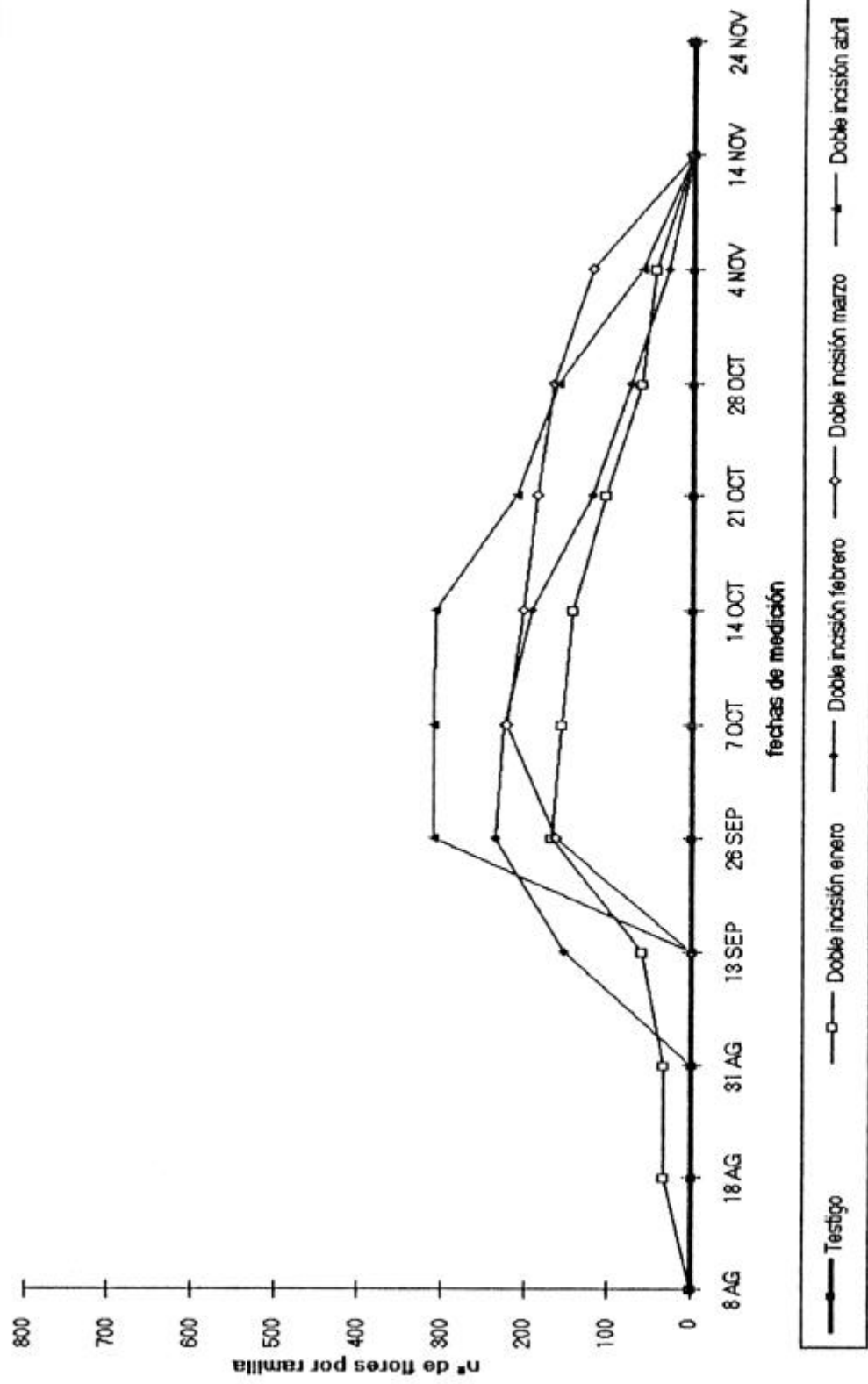


FIGURA 21. Flores por ramilla en árboles con doble incisión, lado oeste.

En los árboles anillados (FIGURAS 14, 15, 16 y 17), puede verse como, en general, el anillado en enero adelanta el desarrollo de las flores, pero este inicial mayor número de flores por ramilla se ve rápidamente sobrepasado por el intenso desarrollo floral de las ramillas de los árboles anillados en febrero y marzo, las cuales desarrollan el mayor número de flores. Los árboles anillados en enero llegan a valores máximos levemente superiores a los de los árboles anillados en abril.

Según observaciones en terreno, los árboles anillados en abril desarrollan sus flores después que los demás tratamientos de anillado e, incluso, después que los árboles testigo. El máximo número de flores por ramilla se alcanza en momentos en los cuales los otros tratamientos ya terminan su floración (FIGURAS 14 y 16).

Tanto por el lado norte como por el sur (FIGURAS 14 y 16), el anillado en febrero obtiene valores de número de flores por ramilla muy por encima del resto de los tratamientos, y es el anillado de abril el tratamiento que más aumenta el número de flores por ramilla en el último mes de la floración. En cambio, por el lado este y por el oeste (FIGURAS 15 y 17), es el anillado de marzo el que alcanza

los mayores valores, manteniéndose esta superioridad hasta el final de la floración.

Estos resultados obligan a fijar criterios de selección al tener que elegir el tratamiento de anillado más apropiado para aumentar el número de flores por ramilla. Si se pretende simplemente aumentar el número de flores por ramilla, los resultados indican que el mejor tratamiento es el de febrero; si el objetivo primario es aumentar el número de flores y el secundario el de que éstas se desarrollen en el momento más adecuado para la cuaja, el tratamiento más recomendable sería el anillado en marzo y, finalmente, si lo que se busca es aumentar el número de flores sólo en el periodo más propicio para la cuaja, el anillado debería realizarse en abril.

En cuanto a la doble incisión (FIGURAS 18, 19, 20 y 21), los resultados muestran que es el tratamiento de enero el que más aumenta el número de flores por ramilla. A su vez, los de marzo y abril son los que más lo aumentan en el último mes de la floración. La doble incisión en febrero muestra resultados discretos.

Al comparar los resultados de los tratamientos de doble

incisión con los de anillado, para elegir el mejor de todos, según los criterios anteriormente citados, se puede determinar que los anillados lograron siempre mejores resultados; el anillado de febrero obtuvo el mayor aumento del número de flores, el anillado de marzo fue el mejor tratamiento intermedio y el de abril fue el que más aumentó el número de flores en el último mes de floración.

4.4. Número de frutos cuajados por ramilla.

La información sobre el número promedio de frutos por ramilla se entrega en las FIGURAS 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28 y 29.

En ellos queda claro que los únicos tratamientos que tuvieron cierto éxito en aumentar el número de frutos por ramilla, a la última fecha de medición, fueron los aplicados en los meses de marzo y abril, tanto para anillado como para doble incisión.

Los árboles testigo cuajaron muy poca fruta y sólo por el lado norte, por lo que aunque los resultados de los distintos tratamientos hayan sido bajos, éstos fueron

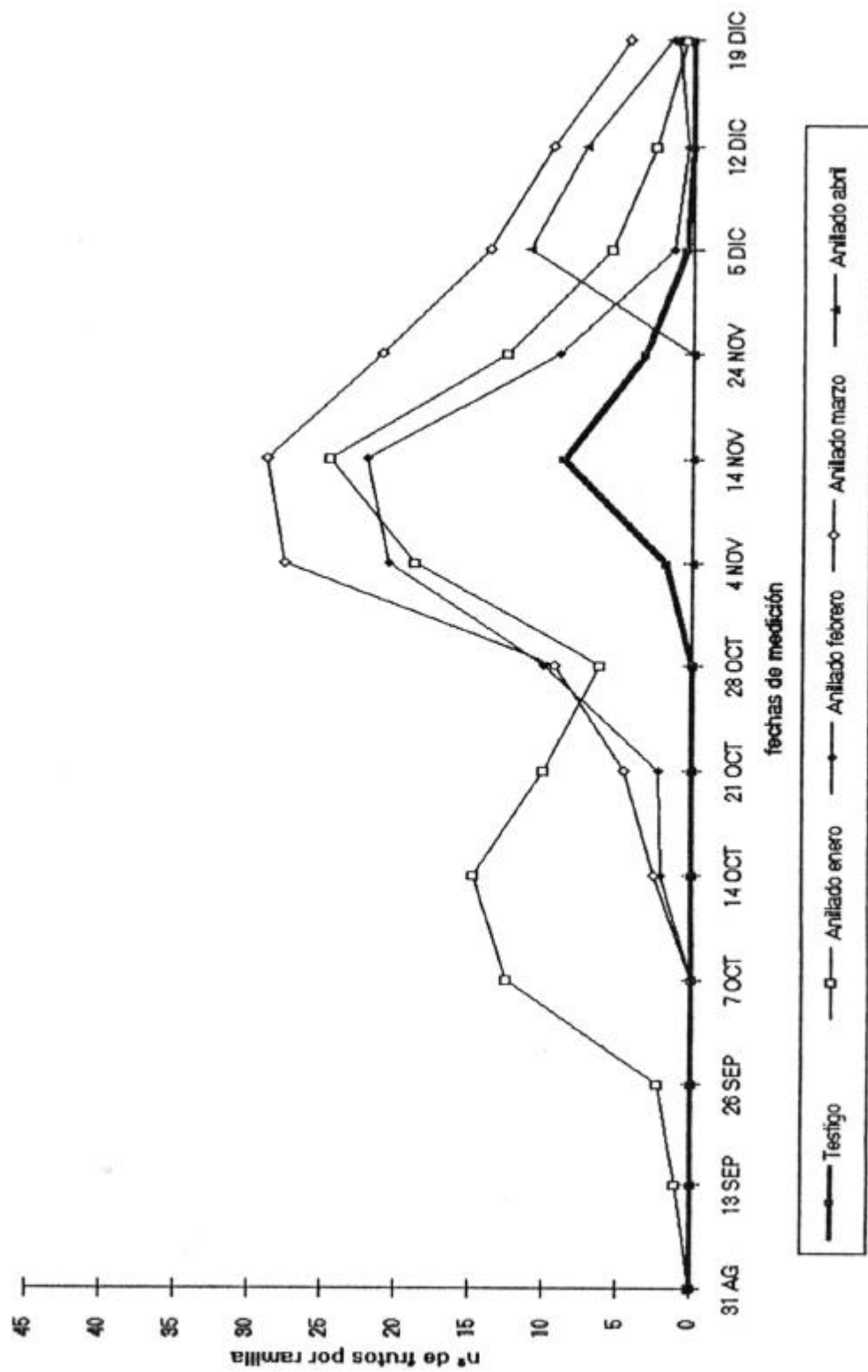


FIGURA 23. Anillado: frutos cuajados por ramilla, lado este.

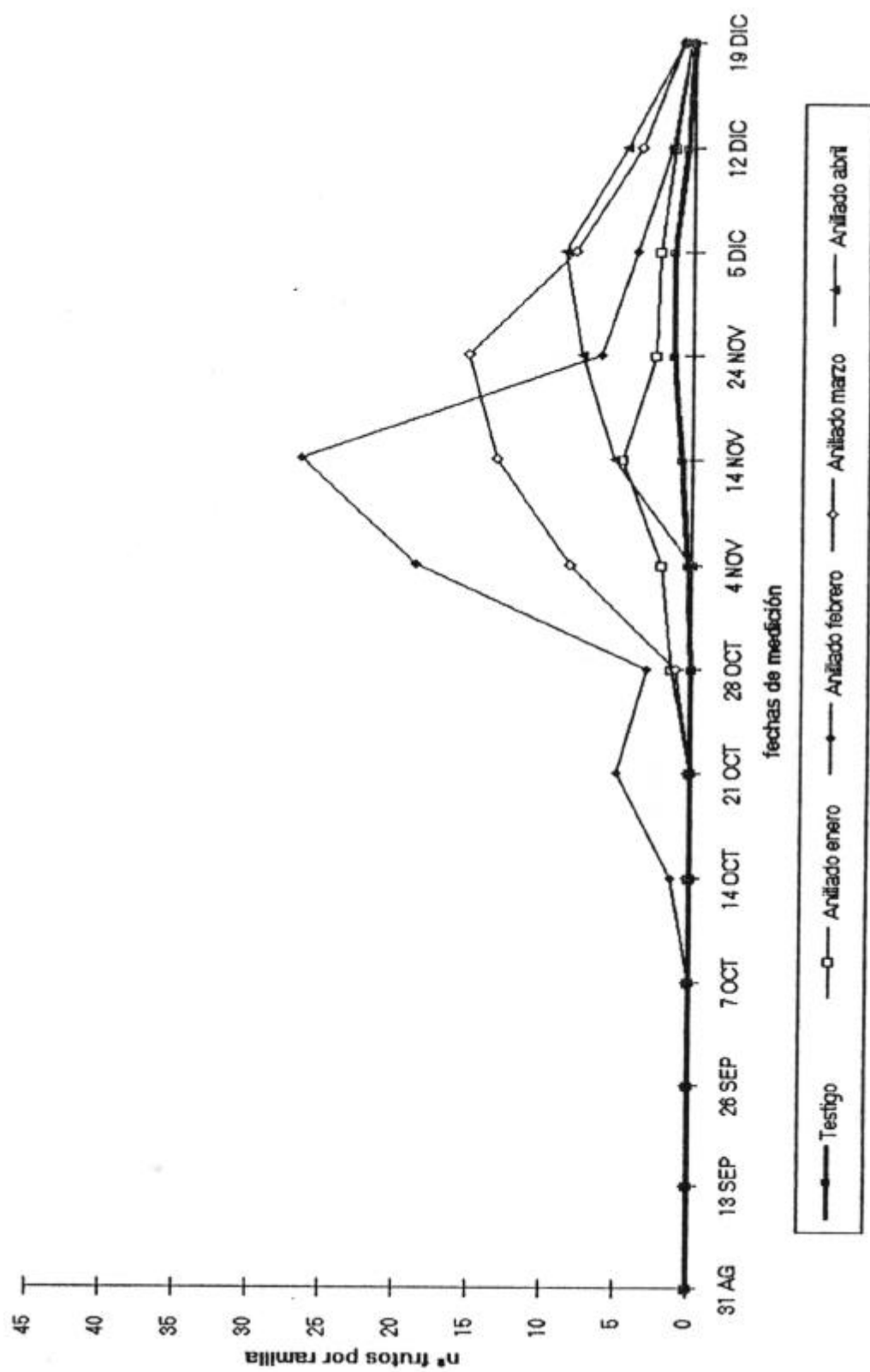


FIGURA 24. Anillado: frutos cuajados por rama, lado sur.

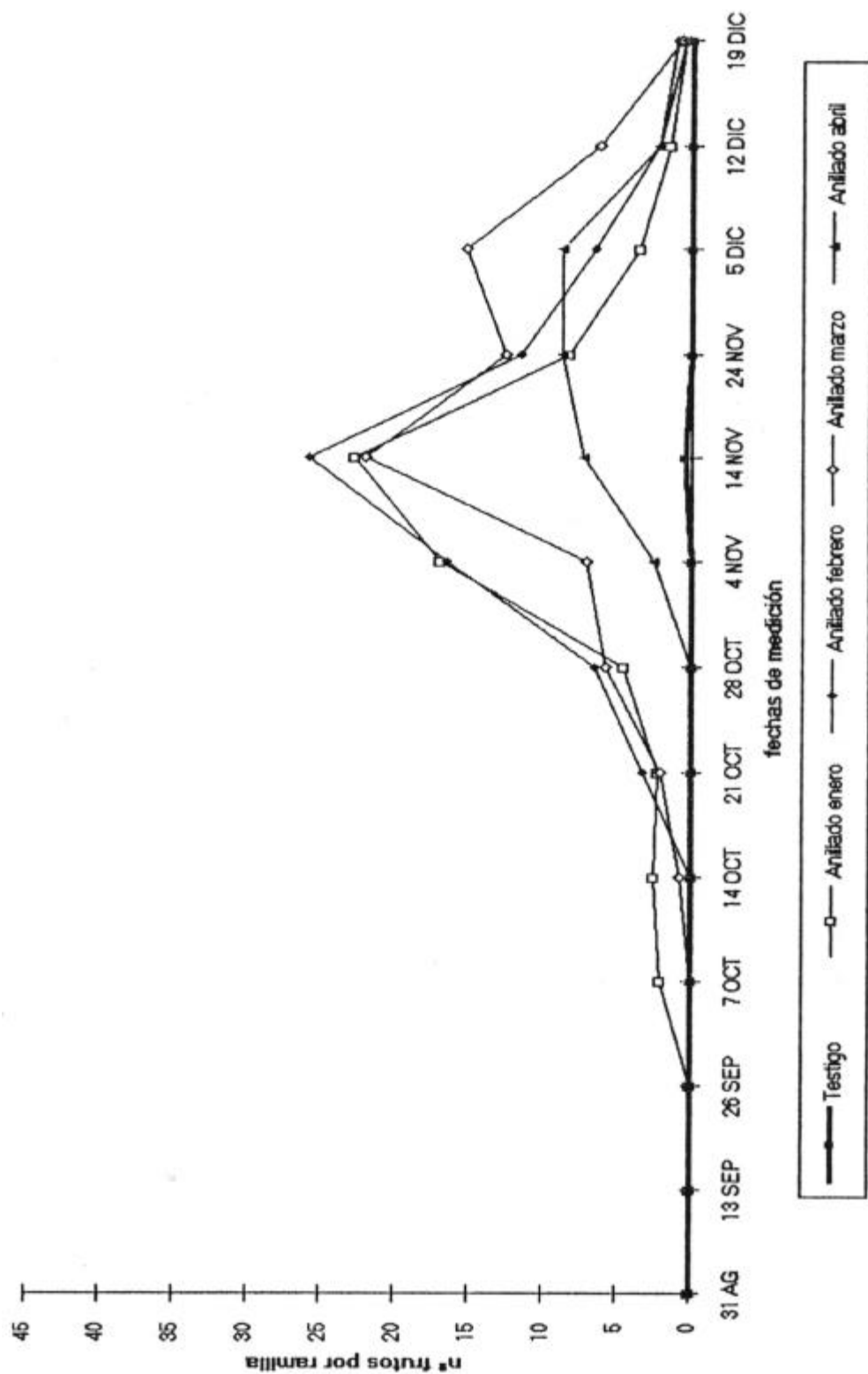


FIGURA 25. Anillado: frutos cuajados por ramilla, lado oeste.

Doble incisión: nº de frutos por ramilla lado norte

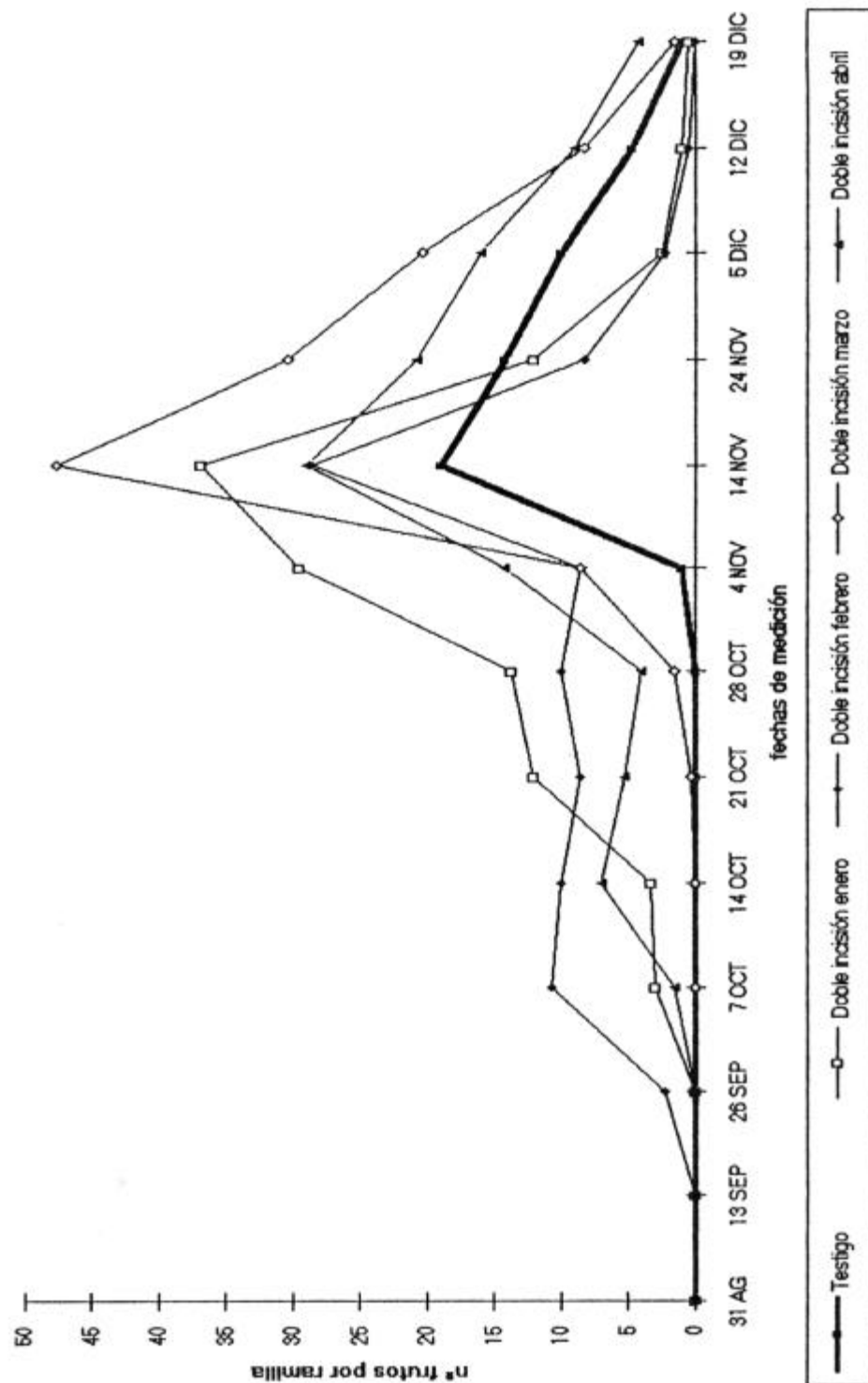


FIGURA 26. Doble incisión: frutos cuajados por ramilla, lado norte.

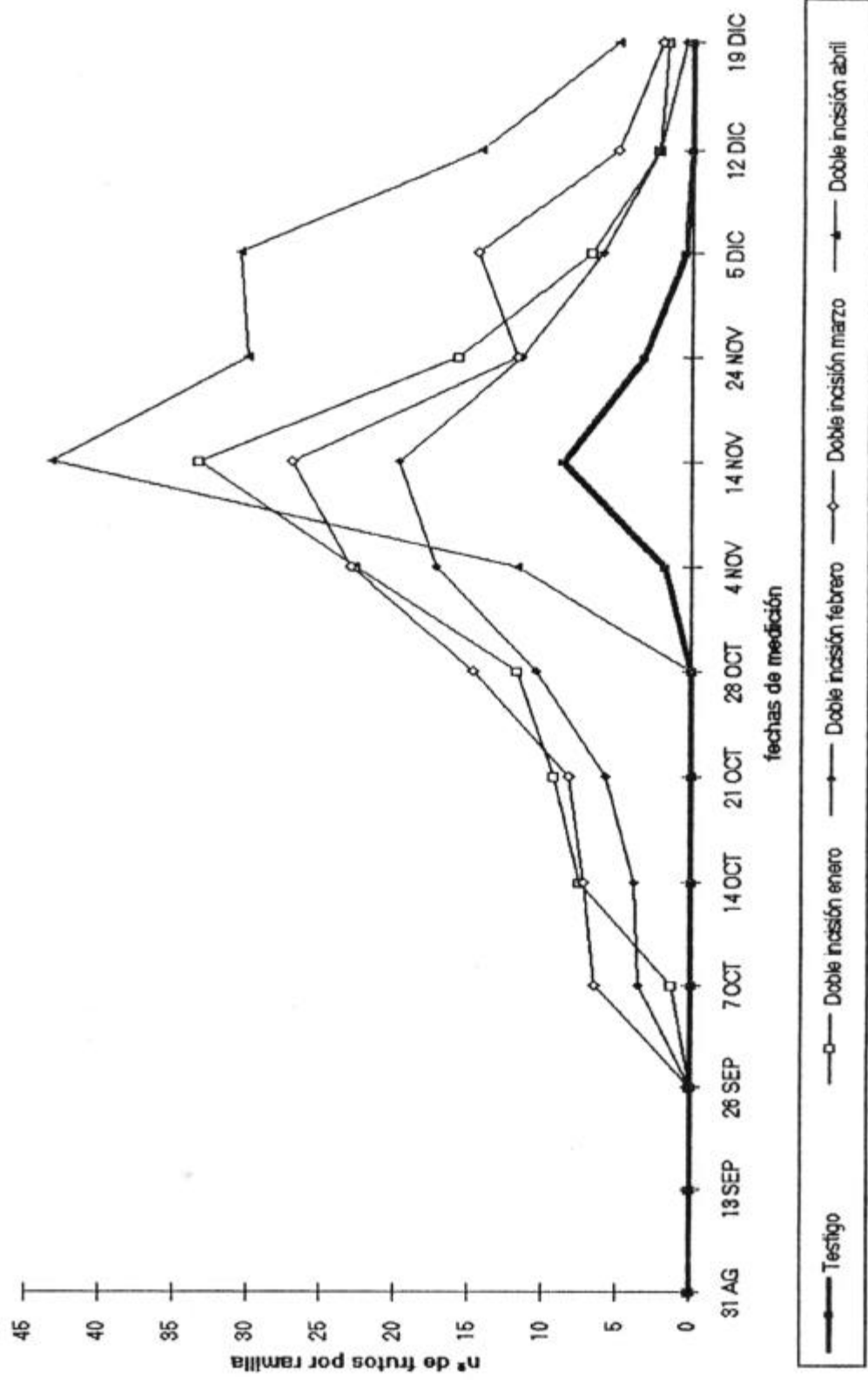


FIGURA 27. Doble incisión: frutos cuajados por ramilla, lado este.

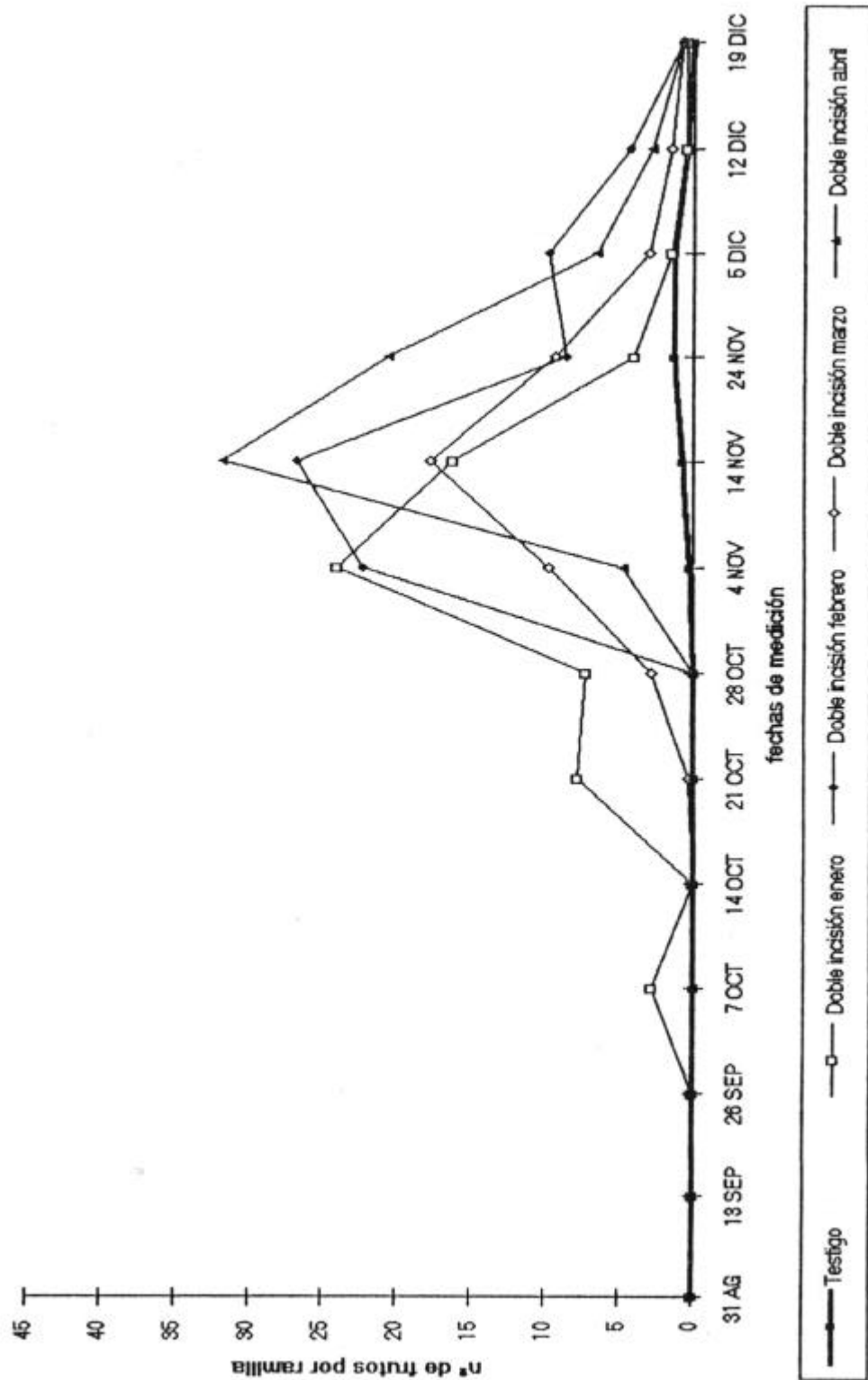


FIGURA 28. Doble incisión: frutos cuajados por rama, lado sur.

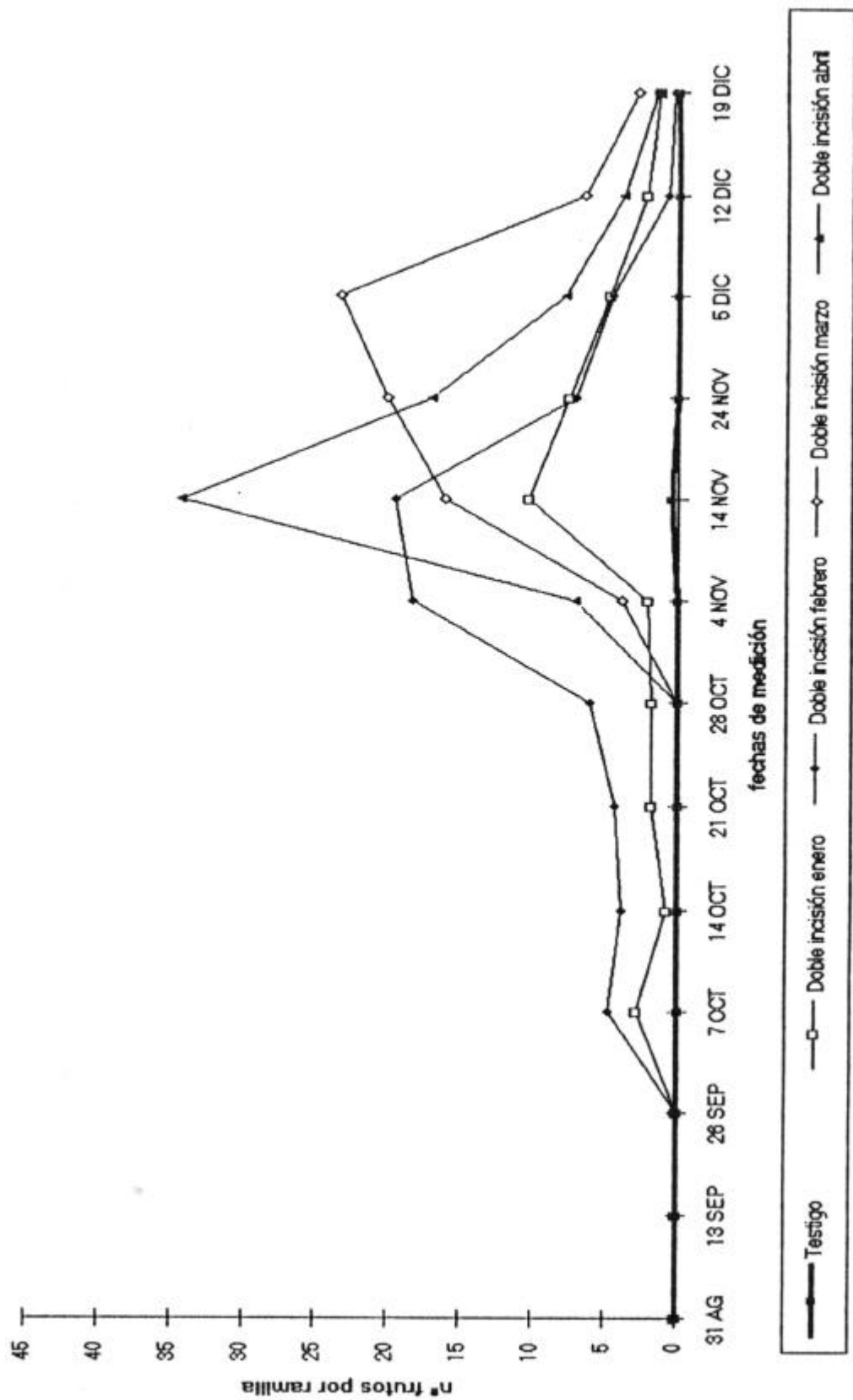


FIGURA 29. Doble incisión: frutos cuajados por ramilla, lado oeste.

ciertamente superiores a los de los árboles testigo.

Todos los árboles tuvieron una fuerte caída de frutos recién cuajados, causada principalmente por el excesivo vigor de estos árboles. Los frutos recién cuajados son incapaces de competir por agua y por nutrientes contra un desarrollo vegetativo que aumenta violentamente a las pocas semanas del inicio de la floración. La capacidad de transpiración y de producir hormonas de un fruto recién cuajado es insignificante en comparación a lo que logra un brote en activo crecimiento, elongándose y expandiendo hojas. El resultado de esto es una pobre nutrición de los frutos pequeños, los cuales frenan su desarrollo, dejan de competir completamente y son abscisionados por la planta.

Otro factor que propició esta caída fue la deficiente fertilización observada en un gran número de frutos. Las bajas temperaturas registradas durante la floración, principalmente al comienzo de ésta, impidieron que muchos frutos pudieran completar la fecundación de sus embriones. Con primaveras frescas, los tubos polínicos se elongan tan lentamente que muchas veces mueren antes de alcanzar al óvulo, con lo cual el fruto no es fecundado.

Sin embargo, el estímulo hormonal, principalmente auxínico, que causa el desarrollo del tubo polínico dentro del estilo, basta para respaldar el desarrollo del pequeño fruto durante sus primeros días. Pero, al morir el tubo polínico, el balance hormonal cambia violentamente y el fruto entra en una etapa senescente, donde predominan el ácido abscisico y el etileno, por lo que finalmente el fruto es abortado. Estos frutos se reconocen fácilmente, ya que al partirlos tienen la cavidad del embrión completamente vacía.

Los resultados demuestran la importancia de complementar estos tratamientos, orientados a aumentar la floración, con otros aplicados en primavera para frenar el desarrollo vegetativo durante y después de la cuaja, con el fin de mejorar las probabilidades de sobrevivencia de los frutos recién cuajados.

El anillado en primavera y las aspersiones de paclobutrazol al empezar la primavera son dos tratamientos que podrían ser usados exitosamente para aumentar cuaja, y los primeros ensayos ya han sido realizados por ROWLANDS (1994) en la zona de Quillota. Además, se ha demostrado que frutos provenientes de polinización cruzada son retenidos con más

fuerza por el árbol y tienen mayores probabilidades de llegar a la cosecha, por lo que el uso de variedades polinizantes sería recomendable cuando existan problemas de cuaja (DEGANI y GAZIT, 1984; VRECENAR-GADUS y ELLSTRAND, 1985; DEGANI, GOLDRING, GAZIT y LAVI , 1986; DEGANI, GOLDRING y GAZIT, 1989; DAVENPORT y LAHAV, 1992).

Los tratamientos de enero y febrero fueron los más afectados, ya que al haber adelantado la floración, la mayoría de sus flores se desarrollaron y estuvieron receptivas cuando las temperaturas eran insuficientes para una buena cuaja. Este problema de cuaja queda claro al analizar la curva correspondiente al anillado de enero en la FIGURA 22.

Por su parte, los tratamientos de marzo y abril lograron cuajar más frutos durante los últimos días de la floración (FIGURAS 22, 27 y 29), es decir, a fines de noviembre. Las temperaturas normales de este mes propiciarían una buena fecundación, por lo que estos frutos tuvieron mayores probabilidades de sobrevivencia. Además, a fines de noviembre, las primeras hojas que se habían expandido ya habían empezado a exportar carbohidratos y el crecimiento vegetativo de primavera declinaba en intensidad, lo cual

determinó que las condiciones nutricionales que enfrentaron los frutos cuajados más tarde fueran mucho más favorables que las que debieron soportar los frutos cuajados primero.

Al analizar el caso específico de los anillados (FIGURAS 22, 23, 24 y 25), pueden verse los malos resultados obtenidos con los anillados de enero y febrero, ya que éstos fueron prácticamente iguales que los del testigo. En cambio, los que lograron llegar con una mayor número de frutos a la última medición fueron los de marzo y abril, lo cual puede verse en las FIGURAS 22 y 23.

En los tratamientos de doble incisión (FIGURAS 26, 27, 28 y 29), los periodos de máxima cuaja son similares, aunque levemente más tardíos, a los observados en los de anillado. Después de éstos se observan fuertes caldas de frutos, más intensas que las de los árboles anillados, causadas por el vigoroso crecimiento vegetativo de primavera, el que se vio menos afectado por la doble incisión que por el anillado.

Según los datos presentados y según las observaciones en terreno, los tratamientos más recomendables de entre todos los ensayados son los anillados de marzo y de abril.

Si estos anillados se combinan con algún tratamiento primaveral para aumentar cuaja, frenando el crecimiento vegetativo, los mejores tratamientos serían el anillado de marzo y la doble incisión de abril, ya que éstos obtuvieron, en promedio, el mayor número de frutos por ramilla. En las ramillas marcadas de los árboles anillados en marzo llegaron a haber, simultáneamente, 103 frutos y en los con doble incisión, 138. Si se asegurara la sobrevivencia de un buen porcentaje de estos frutos, los tratamientos aludidos podrían dar buenos resultados productivos.

4.5. Brotes determinados versus brotes indeterminados.

Con todos los tratamientos de anillado y doble incisión se obtuvo un porcentaje similar de brotes determinados. Se observó que, en promedio, un 20% de las ramillas que se utilizaron para las mediciones de intensidad de floración dieron origen a un brote determinado; en cambio, ninguna de las ramillas de los árboles testigo mostraron brotes determinados.

Los resultados del análisis histológico (ver punto 4.1.) concuerdan con estas observaciones, ya que la aparición de

las escasas yemas completamente diferenciadas fue pareja en todos los tratamientos, menos en el testigo, el cual no presentó ninguna yema que pudiera dar origen a un brote determinado.

Sin embargo, el porcentaje de aparición de estas yemas fue menor que el porcentaje de brotes determinados que finalmente se observó, lo que estaría indicando que la diferenciación del meristema apical podría ocurrir más tarde que la de los demás meristemas y que, por esta causa, el porcentaje de meristemas apicales diferenciados a la última fecha de muestreo de yemas (julio) fue menor que el porcentaje de brotes determinados observado al término de la floración.

El tener un mayor porcentaje de brotes determinados, en relación al testigo, sin duda beneficia la cuaja de los árboles tratados, debido a que los pequeños frutos recién cuajados no deben soportar la competencia con el activo crecimiento vegetativo que tendría un brote indeterminado.

Esto fue particularmente claro en los tratamientos de abril, tanto de anillado como de doble incisión, donde se observó que las ramillas con brotes determinados

retuvieron, en promedio, tres veces más fruta que las ramillas con brotes indeterminados.

Con esto se ratifica la importancia de combinar los tratamientos otoñales, aplicados para aumentar floración, con tratamientos primaverales destinados a controlar el crecimiento vegetativo, para propiciar, así, mejores condiciones para la cuaja.

El tener un porcentaje alto de brotes determinados implica una menor renovación de follaje y, por ende, una pérdida de la eficiencia fotosintética, ya que la edad promedio de las hojas aumenta y la superficie foliar total disminuye. Bajo estas condiciones, es probable que la disponibilidad de carbohidratos destinados al desarrollo de los frutos disminuya, con lo cual finalmente se obtendrían frutos de menor calibre, en comparación a los árboles testigo.

Considerando lo anterior, el intentar aumentar el porcentaje de brotes determinados para tratar de mejorar la cuaja sería una alternativa muy discutible y objetable.

El porcentaje de brotes determinados obtenido fue bajo y no tuvo repercusiones importantes en el volumen de follaje.

4.6. Volumen de follaje.

En el CUADRO 3 puede verse que, en relación al volumen de follaje, no existen diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo, ni entre los tratamientos entre si.

CUADRO 3. Volumen promedio de follaje (m³) de las distintas repeticiones de cada tratamiento, medido el 19 de diciembre de 1994

TRATAMIENTOS	VOLUMEN FOLLAJE (m ³)	
Testigo	88,4	a
Anillado de enero	60,7	a
Anillado de febrero	69,9	a
Anillado de marzo	60,0	a
Anillado de abril	67,7	a
Doble incisión de enero	55,0	a
Doble incisión de febrero	62,3	a
Doble incisión de marzo	62,2	a
Doble incisión de abril	61,8	a

*los valores con letras iguales indican que no hay diferencia estadísticamente significativa (según Tukey, con probabilidad máxima de error menor al 5%).

Esto no se ajusta a lo esperado, ya que uno de los objetivos del presente ensayo era controlar el vigoroso crecimiento vegetativo de los árboles para evitar que éstos alcanzaran nuevamente alturas que complicaran el manejo y

aumentaran el sombreadamiento. Sin embargo, hay que mencionar que, con un número bajo de repeticiones, cuatro en este caso, el test de Tukey exige una homogeneidad muy alta entre los resultados de las repeticiones de un mismo tratamiento, la cual no fue alcanzada por ningún tratamiento. Una prueba de esto es que los árboles testigo, en promedio, eran un 60% más grandes que los árboles con doble incisión en enero, y aun esta diferencia fue determinada como no significativa por el test de Tukey.

En terreno se pudo observar cómo los árboles que sufrieron una mayor inhibición de su crecimiento vegetativo otoñal, como por ejemplo, los anillados en enero o febrero, brotaron vigorosamente en primavera y lograron recuperar en parte el crecimiento perdido en el periodo de crecimiento vegetativo anterior. Este mayor vigor primaveral afectó negativamente a la cuaja, ya que los pocos frutos que lograron completar su fertilización debieron competir con una brotación especialmente intensa.

Se pudo constatar que el espacio que dejan de ocupar los brotes determinados es rápidamente ocupado por los brotes vecinos, anulando el impacto de un mayor porcentaje de brotes determinados sobre el volumen final del árbol.

5. CONCLUSIONES

Los tratamientos de anillado y doble incisión, aplicados en verano u otoño, son efectivos en aumentar la floración en los paltos rebajados de un año de edad.

El excesivo adelanto de la floración, causado por los tratamientos de enero y febrero, hace que los tratamientos aplicados en estas fechas no sean recomendables en zonas con primaveras frescas, como la de Quillota, donde las temperaturas son limitantes para una buena cuaja.

Los tratamientos de marzo y abril, por su parte, lograron mejorar la cuaja, debido a que aumentaron el grado y la intensidad de la floración en el último mes de duración de ésta. Más aun, los anillados de marzo y abril la prolongaron en diez días, alcanzando las flores de este último periodo las mejores temperaturas para la cuaja.

Considerando los buenos resultados obtenidos en el análisis histológico, en el grado de floración general, en la intensidad de floración y en el número de frutos cuajados, se llega a la conclusión de que el tratamiento más recomendable es el anillado realizado en marzo.

6. RESUMEN

El rebaje de árboles se emplea exitosamente para renovar huertos envejecidos y con problemas de sombreamiento. El problema se presenta luego de la rebrotación, ya que el excesivo vigor de estos árboles inhibe la floración y la cuaja durante los primeros años.

Para intentar aumentar la floración en paltos rebajados de un año, cv. Hass, se diseñó un ensayo a fin de probar los tratamientos de anillado de 2 mm y de doble incisión, aplicados en enero, febrero, marzo y abril (verano-otoño).

Se pudo determinar que todos los tratamientos lograron adelantar la diferenciación de las yemas apicales, adelantar la floración (excepto los tratamientos de abril), aumentar el grado de floración general de los árboles y aumentar la intensidad de la floración. Sin embargo, los únicos tratamientos que tuvieron cierto éxito en aumentar la cuaja fueron los anillados de marzo y abril, además de la doble incisión de abril, ya que lograron prolongar la floración y aumentar su intensidad en este último periodo. Estos resultados reafirman la importancia de combinar estos tratamientos con otros primaverales que aumenten cuaja.

7. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ACEVEDO, J. 1994. Efecto del Anillado, Doble Incisión Anular e Inyecciones de Cultar en dos dosis en ramas de paltos rebajados hace uno y dos años, aplicados para afectar inducción (marzo). Informe de Taller de Titulación. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 117 p.
- ALVAREZ DE LA PEÑA, F. J. 1979. El Aguacate. Publicaciones de Extensión Agraria. Ministerio de Agricultura. España.
- ARTEAGA GARIBAY, S., BECERRIL ROMÁN, E. y RODRÍGUEZ ALCÁZAR, J. 1984. Efectos del Anillado en el Crecimiento y Rendimiento de Aguacate cv. Fuerte. Rev. Chapingo, Año 9(45-46), Jul-Dic 1984.
- BEN-TAL, Y. 1986. Flowering, its Control by Vegetative Growth Inhibition. Acta Horticulturae NQ179: 329-335.
- BURMESTER, E. 1982. Efectos de la Incisión Anular o Anillado en la Producción de Paltos (*Persea americana Mill.*) cv. Fuerte. Tesis Ing. Agrónomo. Santiago, Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía. 71 p.
- DAVENPORT, T.C. y LAHAV, E. 1991. Is a Pollinator Required to Maximized Avocado Production? Proceedings of The World Avocado Congress II, U. of California, Riverside, and The California Avocado Society. April 21-26, 1991. Orange, California, USA. pp.667-668.
- DEGANI, C. y GAZIT, S. 1984. Selfed and Crossed Proportion of Avocado Progenies Produced by Caged Pairs of Complementary Cultivars. HortScience 19:258-260.
- DEGANI, C., GOLDRING, A., GAZIT, S. y LAVI, U. 1986. Genetic Selection During the Abscission of Avocado Fruitlets. HortScience 21(5):1187-1188.

- DEGANI, C., GOLDRING, A. y GAZIT, S. 1989. Pollen Parents Effect on Out Crossing Rates in Hass and Fuerte Avocado Plots during Fruit Development. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(1) p.106-111.
- GREGORIOU, C. 1989. Effect of Girdling on Fruit Set of Fuerte Avocado Variety. Calif. Avocado Soc. Yearbook, 73:153-158.
- KÖHNE, S. 1992. Increased Yield Through Girdling of Young Hass Trees Prior to Thinning. South African Avocado Growers Association Yearbook 15:68.
- LAHAV, E., GEFEN, B. y ZAMET, D. 1971. The Effect of Girdling on the Productivity of the Avocado. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96(3):396-398 .
- LAHAV, E., ZAMET, D., GAZIT, S. y LAVI, U. 1986. Girdling as a Means of Shortening the Juvenil Period of Avocado Seedlings. Hortscience 21(4):1038-1039, 1986.
- MALO, S. 1971. Girdling Increases Avocado Yields in South Florida. Proc. Trop. Reg. Amer. Soc. Hort. Sci. 15: 19-25.
- NOEL, H.T. 1970. The Girdled Tree. The Botanical Review. 36:1623-95.
- NOVOA, R., VILLASECA, R., DEL CANTO, P., ROVANET, J., SIERRA, C. y DEL POZO, A. 1989. Mapa Agroclimático de Chile. Santiago, INIA. 221 p.
- RAZETO, B. y LONGUEIRA, J. 1986. Efectos del Anillado de Tronco y del Paclobutrazol en Paltos cv. Negra de la Cruz. Inv. Agrícola (CHILE), Vol. 9(2):47-51.
- ROWLANDS, D. 1994. Efecto del Anillado, Doble Incisión Anular y Aplicaciones de Cultar en Ramas de Palto cv. Hass. Informe de Taller de Titulación. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 102 p.

- TICHO, R. 1970-1971. Girdling, a Means to Increase Avocado Fruit Production. California Avocado Soc. 54:90-94.
- TOUMEY, J. 1980. Girdling, a Forgotten Art? Avocado Grower Magazine 4 (10):12-14.
- TROCHOULIAS, T. 1973. Avocado Cincturing. The Agricultural Gazete of New South Wales 84(2):127.
- TROCHOULIAS, T. y O'NEILL, G. H. 1976. Girdling of Fuerte Avocado in Subtropical Australia. Scientia Horticulturae 5:239-242.
- VRECENAR-GADUS, M. y ELLSTRAND, N. C. 1985. The Effect of Planting on Out Crossing Rates and Yield in the Hass Avocado. Scientia Horticulturae 27:215-221.
- WHILEY, A. W. 1990. Interpretación de la Fenología y Fisiología del Palto para Obtener Mayores Producciones. Curso Internacional de Producción, Post Cosecha y Comercialización de Paltas. Viña del Mar. Chile. 2 al 5 de octubre de 1990. pp. El-E25.