UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO

FACULTAD DE AGRONOMIA

AREA DE FRUTICULTURA

TALLER DE TITULACION

EFECTO DE LA CARGA FRUTAL SOBRE LA INDUCCION FLORAL DE YEMAS TERMINALES DE PALTO (*Persea americana* Mill.) cv. HASS, PROVENIENTES DE DISTINTOS FLASH VEGETATIVOS

GISELA EUGENIA CARRILLO MARIN

QUILLOTA CHILE
1995

ÍNDICE DE MATERIAS

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1.	Clasificación taxonómica del palto	4
2.1.1.	Antecedentes generales	4
2.1.2.	Cultivar Hass	5
2.2.	Botánica del palto	5
2.2.1.	Ciclo fenológico	5
2.2.1.1.	Desarrollo vegetativo	5
2.2.1.2.	Desarrollo radicular	6
2.2.1.3.	Interacción entre el desarrolo vegetativo y radicular	7
2.2.1.4.	Floración	8
2.2.1.5.	Cuaja de frutos	8
2.2.1.6.	Desarrollo del fruto	9
2.2.2.	Descripción morfológica de la inflorescencia y flor del palto	9
2.3.	Inducción y diferenciación floral	10
2.3.1.	Teorías de control endógeno de inducción y diferenciación floral	12
2.3.1.1.	Teoría florígeno-antiflorígeno	14
2.3.1.2.	Teoría de la señal eléctrica	14
2.3.1.3.	Teoría de la desviación de nutrientes o control por asimilados	15
2.3.1.4.	Teoría del modelo de control multifactorial	15
2.4.	Factores que afectan la inducción floral en palto	16
2.4.1.	Factores endógenos	16
2.4.1.1.	Carbohidratos	16
2.4.1.2.	Hojas y frutos	17
2.4.1.3.	Nutrición mineral	19
2.4.1.4.	Crecimiento vegetativo	20
2.4.1.5.	Reguladores de crecimiento	20
2.4.1.6.	Relación C/N	23
2.4.2.	Factores externos	23
2.4.2.1.	Agua	23
2.4.2.2.	Fotoperíodo	24
2.4.2.3.	Luz	24

2.4.2.4.	Temperatura	25
2.5.	Conceptos de organización apical	26
2.6.	Transición del meristemo vegetativo a floral	29
2.6.1.	Cambios anatómicos	29
2.6.2.	Cambios histoquímicos	30
2.7.	Añerismo en palto	31
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	33
3.1.	Localización geográfica y características climáticas de la provincia de Quillota	33
3.2.	Antecedentes técnicos del huerto	33
3.3.	Material vegetal	34
3.3.1.	Selección de los árboles	34
3.4.	Descripción del método	35
3.4.1.	Seguimiento en terreno de las yemas	35
3.4.2.	Seguimiento histológico de las yemas	34
3.4.2.1.	Selección del material vegetal	36
3.4.2.2.	Conservación del material vegetal para histología	36
3.4.2.3.	Montaje de yemas para microscopia	37
3.4.3.	Caracterización de los brotes	38
3.4.4.	Producción	38
3.5.	Análisis de datos	38
3.5.1.	Evaluación del seguimiento en terreno	39
3.5.2.	Clasificación del estado de desarrollo	39
3.5.3.	Evaluación de las características de los brotes	40
3.5.4.	Efecto de la orientación en las yemas	41
4.	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	43
4.1.	Características climaticas observadas durante la temporada en estudio	43
4.2.	Selección del material vegetal	43
4.3.	Brotación de la yemas	44
4.4.	Floración	48
4.5.	Aproximación del periodo de inducción floral y ocurrencia de la diferenciación floral	48
4.6.	Descripción histológica de la diferenciación floral en palto	55
4.7.	Seguimiento en terreno	67
4.8.	Caracterización de los brotes	69
4.8.1.	Número de yemas apicales florales	64
4.8.2.	Número de yemas apicales vegetativas	76

4.8.2.1.	Análisis del origen de las inflorescencias formadas	80
4.8.3.	Número de yemas laterales	82
4.8.3.1.	Yemas laterales forales	83
4.8.3.2.	Yemas laterales vegetativas	86
4.8.4.	Longitud de los brotes originados en el flash de primavera	89
4.8.5.	Tamaño de las inflorescencias apicales	91
4.8.6.	Frutos cuajados en inflorescencias terminales	93
4.9.	Seguimiento histológico	94
4.9.1.	Distribución de las clasificaciones a través de las fechas de muestreo obtenidas a partir del seguimiento histológico	100
4.9.2.	Yemas apicales vegetativas y florales observadas en el seguimiento histológico.	106
4.9.3.	Carácter de las inflorescencias	107
4.10.	Análisis de la orientación de las yemas	108
5.	CONCLUSIONES	114
6.	RESUMEN	117
7.	LITERATURA CITADA	119
	ANEXOS	

1. INTRODUCCION

El palto (Persea americana Mill.) es una especie frutal de hoja persistente que año a año ha ido cobrando mayor importancia económica y social en Chile dado los buenos precios obtenidos tanto en el mercado interno como en el extranjero, llegando a existir, en la temporada 1992/93, 10.760 ha plantadas las cuales se concentran en zonas con mesoclima apto para su desarrollo. Entre ellas la Quinta región es la más importante con 5.600 ha, destacándose Quillota-Calera, La Ligua y Longotoma.

Dentro del gran número de variedades existentes el cultivar Hass es actualmente el más importante en Chile destacándose por sus buenas cualidades organolépticas, su productividad y precocidad, siendo una excelente alternativa para los grandes y pequeños productores de la zona.

Para alcanzar y mantener una buena rentabilidad del cultivo se plantea la necesidad de conocer y manejar el comportamiento reproductivo de la especie, dentro de su ciclo fenológico, de manera de poder optimizar los manejos y desarrollar nuevas técnicas que permitan dar solución a problemas como el añerismo o vecería que, junto con las condiciones climáticas desfavorables en el período de generación y desarrollo de frutos, conforman algunas de las mayores limitaciones en la producción nacional de paltas.

Si bien el cv. Hass está considerado como una variedad que no presenta tanta irregularidad en el comportamiento de cada ejemplar, la observación a nivel de huerto indica que el problema de añerismo está presente en una gran porcentaje de los árboles.

Estudios realizados en Australia por WHILEY et al. (1987), en paltos del cv. Fuerte, muestran que existe un efecto importante de la carga frutal sobre la fructificación de la

temporada siguiente lo cual puede deberse a la presencia de frutos en el momento de inducción floral, el cual ocurriría, según estudios realizados en 1993 en la Facultad de Agronomía de nuestra universidad, en los meses de abril y mayo en el cv. Hass. Se entiende con ello que a mayor carga frutal menor será la expresión vegetativa y reproductiva del árbol y, por ende, la producción de la temporada siguiente se verá afectada.

De lo anterior se desprende la siguiente hipótesis: " El añerismo en paltos estaría muy asociado al nivel de carga frutal durante el período de inducción floral al afectar severamente el desarrollo de los ápices por un problema de competencia nutricional y de balance hormonal durante el período de crecimiento de los frutos "

A consecuencia de esto se desprende como objetivo principal el evaluar el efecto de la carga frutal sobre la diferenciación floral de yemas terminales de palto cv. Hass.

Como objetivos específicos se plantean los siguientes:

- Corrobrar la aproximación a los períodos de inducción y diferenciación floral obtenidos por GONZALEZ (1994).
- Determinar la incidencia de la exposición cardinal de los ápices terminales de palto sobre su capacidad de floración.
- Determinar la capacidad de diferenciación floral de las yemas apicales de palto, provenientes de distintos flash de crecimiento vegetativo.
- Establecer un modelo estadístico que permita relacionar longitud de yemas, estado de desarrollo y fecha de muestreo de modo de poder estimar la floración futura.
- Determinar el efecto que ejerce la carga frutal sobre la "calidad" de las yemas a través de la longitud presentada.
- Evaluar características (vegetativas y reproductivas) que puedan verse afectadas por la carga frutal, como lo son: cantidad de yemas terminales florales y vegetativas,

cantidad de yemas laterales florales y vegetativas, longitud de los brotes al final del flash de crecimiento primaveral, longitud de las inflorescencias terminales generadas y porcentaje de cuaja.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Clasificación taxonómica del palto:

2.1.1. Antecedentes generales

El palto es una especie nativa de México y zonas adyacentes de Norte y Sudamérica. Pertenece a la familia de las Lauráceas y aunque muchos botánicos difieren en su clasificación taxonómica se acepta el nombre de Persea americana Mill. (RHUELE, 1974).

Los paltos, según su origen, se dividen en tres razas: Mexicanas (o chilenas), Guatemaltecas y Antillanas existiendo además híbridos entre ellas . En Chile son cultivadas las variedades mexicanas, guatemaltecas y algunos híbridos entre ellas (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1990).

Las hojas jóvenes de esta especie son pubescentes y de color rojizo o bronceado, y en su madurez se tornan lisas y verdes logrando una textura coriácea y alcanzando longitudes de hasta 40 cm. Su forma puede ser desde ovalada , lanceolada o elíptica con extremos agudos (RUEHLE, 1974).

Sus frutos son bayas que poseen una sola semilla grande con una pulpa gruesa y carnosa. El peso, forma, color de pulpa y el grosor y color de la cáscara difieren en cada variedad (RUEHLE, 1974).

Los frutos, en la madurez, poseen gran cantidad de aceite la cual puede oscilar entre tres a 30% dependiendo de la variedad (RUEHLE, 1974).

2.1.2. Cultivar Hass

Es una variedad que pertenece a la raza guatemalteca por lo que sólo resiste temperaturas invernales de -1.1°C. Fue introducido hace 40 años y hoy en día ocupa el primer lugar de los cultivares plantados en Chile. Ha sido preferido por presentar producciones regulares, comportamiento similar de los ejemplares dentro del huerto y menor tendencia al añerismo a diferencia de otras variedades cultivadas en el país (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

El árbol de esta variedad es de desarrollo mediano y crecimiento erecto. Su fruto es piriforme a ovoide con cáscara gruesa, algo rugosa, de color verde en el árbol pero que una vez cosechada se torna negra a medida que la fruta madura y posee una semilla pequeña en relación al tamaño del fruto. El contenido de aceite es de 15% a 20%. Florece de septiembre a noviembre y el fruto se desarrolla desde septiembre a marzo (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

2.2. Botánica del palto:

2.2.1. Ciclo fenológico

2.2.1.1. Desarrollo vegetativo

El palto se desarrolla a través de flashes de crecimiento periódicos, resultando una canopia que posee hojas de distintas edades y eficiencias. Las hojas nuevas importan carbohidratos para su propio crecimiento durante los primeros 40 días de vida lo que produce una pérdida neta de energía para el crecimiento generalizado del brote. Los brotes, por su parte, tiene un prolongado período de crecimiento que va desde la fase de importación neta a otra de exportación de carbohidratos (WHILEY, 1990 y

CAMEROON, 1952).

TAPIA (1993), concluye que el palto cv. Hass presenta, para las condiciones de Quillota, dos periodos de crecimiento claramente definidos, siendo el de primavera (siete de septiembre al 21 de diciembre) de mayor intensidad que el de otoño (29 de marzo al 17 de mayo). Además indica que sólo un 73 a un 75% de los brotes presenta crecimiento activo durante la temporada.

TAPIA (1993) menciona además, que la menor intensidad del segundo flash podría deberse a una menor cantidad de carbohidratos y reservas del árbol en dicha fecha, a diferencia del flash de primavera el que ocurriria cuando las reservas son máximas.

La caída en la tasa de crecimiento que se observa en el flash de primavera estaría dada por la competencia que ofrece la floración y el crecimiento de los brotes por nutrientes, elementos minerales y agua durante ese período (TAPIA, 1993).

El atraso que se puede presentar en determinados años en la ocurrencia del segundo flash de cecimiento, o flash otoñal, puede deberse a la competencia ofrecida por los frutos lo que causaría un descenso en el nivel de carbohidratos totales en el árbol. Otra explicación de este atraso son las temperaturas máximas observadas en los meses de enero, febrero y marzo, las que al no ser las óptimas, provocarían un retraso en el crecimiento de brotes (TAPIA, 1993).

2.2.1.2. Desarrollo radicular

Todos los estudios realizados en paltos en la zona de Quillota, indican que la distribución de raíces en palto es superficial, ubicándose el 80% de ellas en los primeros 40 cm de suelo y el 20% restante entre los 40 y 60 cm, predominando las

raíces más finas (TAPIA, 1993).

El desarrollo radicular, al igual que el vegetativo, aparentemente presenta dos períodos de crecimiento, comenzando el primero el 28 de octubre y finalizando el tres de febrero, seguido de un período de estabilización hasta el 1° de marzo. El segundo período se registra hasta el 17 de marzo y logra niveles mínimos el 13 de mayo (TAPIA, 1993).

2.2.1.3. Interacción entre el desarrollo vegetativo y radicular

Al contrastar las curvas de crecimiento radicular en superficie con el crecimiento vegetativo, se puede apreciar que el inicio del aumento, en número, de las raíces coincide con el peak de crecimiento vegetativo, y que al disminuir este último, el aumento de las raíces se hace considerable, alcanzando su propio peak cuando el crecimiento vegetativo es mínimo. Esta diferencia en el inicio de ambos crecimiento estaría explicado por las temperaturas ambientales las que aumentarían más rápidamente que las del suelo, siendo esta condición, estimuladora de la brotación y no del desarrollo radicular (TAPIA, 1993).

Cuando el nivel de carbohidratos es máximo, antes de la primavera, el crecimiento vegetativo depende solamente del nivel térmico para ser gatillado y, una vez dadas las condiciones, este crecimiento vegetativo se desarrolla en forma explosiva debiendo importar carbohidratos los primeros 42 días (WHILEY et al., 1988; WOSTENHOLME y WHILEY, 1990).

Una vez alcanzado el primer peak de crecimiento vegetativo, el nivel nutricional no es suficiente para sustentarlo por lo cual decrece al mismo tiempo que las raíces alcanzadan su nivel térmico de activación y desarrollo (13°C y 18°C respectivamente)

(TAPIA, 1993).

Una vez que las raíces logran su máximo desarrollo, su crecimiento se independiza del efecto de la temperatura regulándose más bien, por los niveles nutricionales por medio del equilibrio entre la parte vegetativa y los frutos en desarrollo (TAPIA, 1993).

2.2.1.4. Floración

El palto es una especie que presenta dicogamia lo que implica que las partes femeninas y masculinas de una flor maduran a diferente tiempo pero con sincronización diurna en cada árbol siendo las flores funcionalmente femeninas en una parte del día y masculinas durante la otra parte del día. Además es protogine, lo que significa que el pistilo madura antes que los estambres (BERGH, 1969, citado por OSUNA, 1982). Sin embargo, en la zona de Quillota, la dicogamia protoginia no se cumple existiendo un alto porcentaje de flores que abren sólo en su estado masculino o que caen sin abrir (TAPIA, 1993).

TAPIA (1993), indica que el período de floración en cv. Hass, en relación a la apertura floral, se registra entre el 21 de octubre y el 13 de noviembre, compitiendo con el flash vegetativo de primavera, y en ausencia de un alto crecimiento radicular.

2.2.1.5. Cuaja y caída de frutos

GARDIAZABAL y ROSENBERG (1991), indican que un valor de cuaja del 0,1% es considerado como adecuado, sin embargo, TAPIA (1993) obtuvo valores de cuaja de 0,2% lo que hace suponer que esa temporada en estudio fue de alta producción. La caída de frutos se concentra entre el 16 de noviembre y el 22 de diciembre, un mes después de la floración existiendo además, una leve caída entre el dos de marzo y el 13

de abril de gran importancia en cuanto a su peso (TAPIA, 1993).

2.2.1.6. Desarrollo del fruto

Como se mencionó anteriormente, los frutos de palto corresponden a baya las cuales se desarrollan a partir de un gran número de flores que finalmente producirán una cantidad reducida de frutos (CHANDLER, 1962).

El fruto del palto presenta una curva de crecimiento simple sigmoídea y presenta división celular hasta su madurez. El fruto, durante su primera mitad de vida sobre el árbol, contiene hasta más de 80% de humedad la cual comienza a descender, incluso hasta tres o cuatro meses antes de la cosecha.

El contenido de azúcar varía entre 1,5 a 3,5% del peso vivo antes de la madurez y entre 0,25 a 1,8% en el fruto maduro tendiendo a disminuir a medida que el porcentaje de aceite aumenta (CHANDLER, 1962).

2.2.2 Descripción morfológica de la inflorescencia y flor del palto

La inflorescencia del palto es una panícula cimosa que se origina en forma terminal o axilar en el tallo. Sus flores son perfectas, regulares y trimeras. El perianto consiste en un verticilo externo de tres sépalos y un verticilo interno de tres pétalos similares, seguidos por tres verticilos cada uno con tres estambres y un verticilo interno de tres estaminoides. Cada lado de los estambres del verticilo interno posee un nectario. Los estaminodios son anteras estériles sobre filamentos cortos, los cuales también secretan néctar y junto con los nectarios son una importante fuente de atracción de insectos (SCHOLEFIELD, 1982). El gineceo consiste en un carpelo simple con un ovario que posee un sólo óvulo y un estigma delgado con el estigma lobulado (BERGH, 1969)

(Figura 1).

Las flores son pequeñas y miden de 0,5 a 1,5 cm de diámetro cuando están totalmente abiertas. Son de color verde pálido o verde amarillento (RUEHLE, 1974).

Las yemas florales se originan a partir de yemas terminales y sub-terminales del crecimiento de la temporada anterior. Son yemas mixtas que contienen primordios vegetativos y reproductivos (SCHROEDER, 1951).

El palto presenta una marcada dicogamia en donde primero abre la flor en estado femenino con su estigma receptivo cerrándose y reabriendo en estado masculino para liberar el polen. Dado el diferente momento de apertura floral se distinguen dos grupos de cultivares: Tipo A y Tipo B en que los cultivares pertenecientes a cada grupo son de floración complementaria pudiendo las flores masculinas liberar polen en presencia de flores femeninas del cultivar complementario (SCHOLEFIELD, 1982).

Generalmente se describe la inflorescencia del palto como indeterminada ya que es la yema apical vegetativa la que continúa el crecimiento del brote dejando a la inflorescencia en posición lateral, sin embargo existe un tipo de inflorescencia determinada que puede ubicarse apicalmente en el tallo o en forma lateral en él, y donde el nuevo crecimiento sólo puede ocurrir a partir del desarrollo de yemas vegetativas axilares (SCHROEDER, 1944).

2.3. Inducción y diferenciación floral:

Según MEYER (1960), los primeros pasos en la transformación de un meristema vegetativo en reproductivo son cambios fisiológicos invisibles, que dan como resultado condiciones metabólicas dentro de las células meristemáticas que alteran

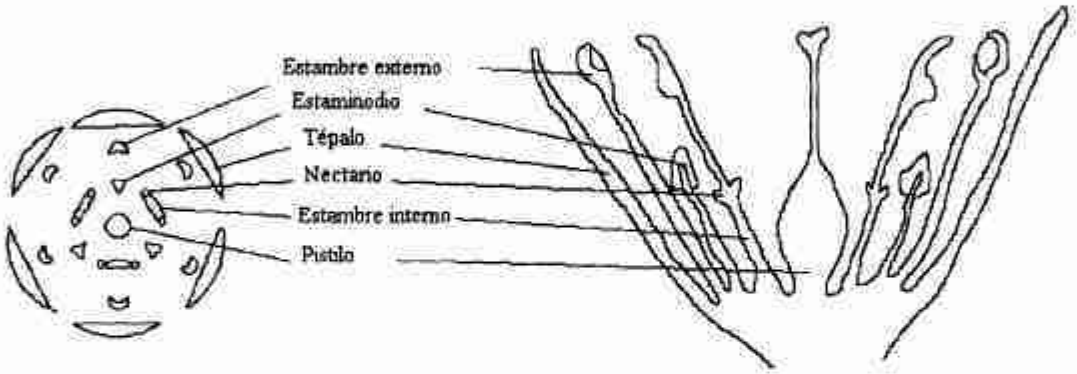


FIGURA 1 : Corte transversal y longitudinal de la flor del palto (Persea americana Mill.) (BLANKE y LOVATT, 1993)

completamente el patrón de diferenciación del meristema.

La floración está siempre precedida por procesos graduales que culminan en la formación de flores. Es así como el estímulo floral se inicia con la "inducción" que según WESTWOOD (1982), corresponde a los estímulos requeridos para la iniciación floral, HESS (1975) por su parte, considera la inducción floral como un conjunto de cambios en las células del meristemo vegetativo, que permiten la formación de órganos florales en lugar de hojas. Le sigue la "iniciación" que corresponde a su vez, al primer cambio discernible en la transformación de una yema a botón floral y que finalmente se expresará en la "diferenciación" floral donde se producirá el desarrollo de las flores o inflorescencias (WESTWOOD, 1982) (Figura 2).

ESAU (1985) interpreta la diferenciación como la evolución de las células derivadas de los meristemos, en elementos de diversos sistemas de tejidos de las plantas, comprendiendo la mayor parte de los procesos de naturaleza morfológica y fisiológica que determinan la especialización de las células. En la diferenciación floral, muchas células llegan a ser tan modificadas que alcanzan un estado irreversible, siéndole imposible desdiferenciarse y recuperar su actividad meristemática.

2.3.1. Teorías de control endógeno de la inducción y diferenciación

Para mejor entender el fenómeno de la inducción y diferenciación floral varios autores han desarrollado diferentes teorías que tratan de explicar el fenómeno total o parcialmente, sin embargo, aún no es posible explicar a cabalidad el fenómeno. Las teorías más aceptadas son las siguientes.

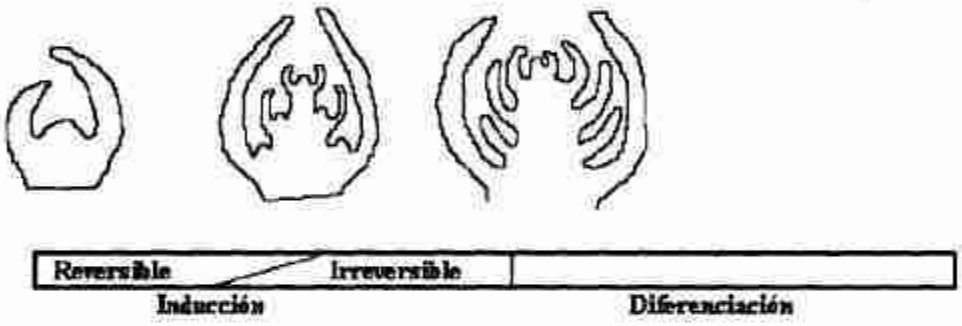


FIGURA 2 : Representación esquemática del proceso de inducción y diferenciación floral de las yemas. En la fase de inducción, las yemas son morfológicamente indiferenciadas pero "fisiológicamente programadas" en sentido vegetativo o reproductivo.(BALDINI, 1992).

2.3.1.1. Teoría del florígeno - antiflorígeno

La evidencia básica de la existencia de uno o varios promotores o inhibidores, proviene de los experimentos de injertación en plantas de diferentes respuestas fotoperiódicas. Inicialmente se supuso la existencia de una sustancia o "florígeno" que era capaz de regular la floración con su presencia o ausencia. Esta primera teoría fue más tarde complementada con la idea de la presencia de una sustancia de efecto contrario o "anti-florígeno". Ambas sustancias se producirían en hojas, que se encuentran inducidas para el caso florígeno, y en hojas no inducidas para el caso del anti-florígeno (BERNIER, 1988).

Estos compuestos se transportarían vía floema junto con los asimilados produciendo su acción en los meristemas. La inducción floral se produciría cuando el balance de ambos factores en el meristema cambia en favor del florígeno. Ya que no se ha encontrado ninguna sustancia química que tenga un claro efecto de inhibir o promover la iniciación floral en todas las plantas, generalmente se presume que estos compuestos serían hormonas específicas desconocidas (BERNIER, 1988).

Sin embargo, esta teoría está limitada por el hecho de que los experimentos de injertación deben hacerse entre especies compatibles lo cual impide saber si los promotores son iguales para todas las plantas (BERNIER, 1988).

2.3.1.2. Teoría de la señal eléctrica

Esta teoría se basa en el hecho de que estímulos aplicados a una parte de una planta tales como una herida o presencia de luz, pueden ejercer su efecto tan rápidamente al resto de la planta que queda excluida la idea del transporte de una sustancia química por el simplasto o por el floema (BERNIER, 1988).

En algunos casos se encontró una señal propagada tan rápidamente como una onda eléctrica de depolarización. Ya que la fotoinducción puede alterar las propiedades de membrana y posiblemente el flujo de iones, al menos una parte del estímulo exportado por las hojas inducidas podría ser una señal electrofísica de rápido movimiento. Hasta ahora, sin embargo, ha fallado todo intento para detectar la transmisión de dicha señal (BERNIER, 1988).

2.3.1.3. Teoría de la desviación de nutrientes o control por asimilados

Se basa en la interacción cuantitativa entre el desarrollo vegetativo y reproductivo, ya que las sustancias que inhiben o promueven la floración tendrían también una influencia sustancial en el desarrollo vegetativo. Cobran gran importancia en esta teoría factores tales como sustancias químicas o manejos que favorezcan la movilización de nutrientes a los tejidos meristemáticos apicales o que supriman los sinks que compitan por asimilados en el período de la iniciación floral. De esta forma las auxinas, citoquininas y giberelinas aumentarían el transporte de asimilados hacia los ápices y podrían promover o inhibir la floración dependiendo del tipo de tejido y especificidad de la acción (SACHS, 1977).

2.3.1.4. Teoría del modelo de control multifactorial

Parte de la evocación floral y morfogénesis pueden ser producidas por aplicaciones de varios compuestos químicos, carbohidratos, reguladores de crecimiento y antagonistas de los reguladores de crecimiento (BERNIER, 1988).

Dado lo anterior, BERNIER (1988), propone que varios factores, promotores e inhibidores, están involucrados en el control de la floración y que ésta ocurriría sólo cuando todos los factores están presentes en el ápice a una concentración y tiempo

adecuados. Sin embargo, esta teoría ha sido posteriormente desestimada dado que su trabajo estuvo basado en sus observaciones en Sinapsis sp. y en las de otros autores que trabajaron en una gran cantidad de plantas, siendo que Sinapsis sp. no puede considerarse exactamente como fotoperiódica sino más bien como planta facultativa de día largo (BERNIER, 1988).

2.4. Factores que afectan la inducción floral en palto:

2.4.1. Factores endógenos

2.4.1.1. Carbohidratos

Desde el desarrollo de las primeras teorías que tratan de explicar los mecanismos de diferenciación floral, el papel de los carbohidratos cobró gran importancia, aunque otros autores rechazaban esta posición. Sin embargo, en investigaciones más recientes se ha reconsiderado el rol de los carbohidratos en la floración.

A través de los años se ha presentado evidencia inequívoca sobre el rol directo que juegan los carbohidratos en la iniciación floral; pareciera ser posible que el factor importante puede ser una situación bioquímica particular la cual estaría frecuentemente asociada con altos niveles de carbohidratos (JACKSON y SWEET, 1972).

El rol de las reservas de carbohidratos probablemente no están restringidas a los procesos de diferenciación floral, los que en sí mismos no parecieran requerir mucha energía. Sin embargo, la formación de frutos y su desarrollo requieren altas cantidades de energía y pueden estar limitados por la disponibilidad de carbohidratos suministrados (GOLDSCHMIDT, 1982).

Una porción considerable de la materia seca que se produce mediante la fotosíntesis queda almacenada sin poder ser utilizada como fuente de carbohidratos en las paredes celulares como celulosa, hemicelulosa y lignina, el pool de reservas, entonces, queda constituido por los niveles de almidón y azúcares solubles los que podrán ser utilizados para el crecimiento vegetativo y reproductivo (GOLDSCHMIDT, 1982).

GOLDSCHMIDT (1982) trabajando con cítricos, determinó que la tasa de diferenciación de yemas tiene una correlación positiva con la recuperación parcial de los niveles de almidón. Sin embargo, LEWIS et al., 1964 (citado por GOLDSCHMIDT, 1982) descartó la hipótesis de que los niveles de carbohidratos serían los responsables de la baja floración en mandarina "Wilking" en los años de baja producción. Por su parte JONES et al., 1951 (citado por GOLDSCHMIDT, 1982) trabajando con naranja Valencia encontró que los tratamientos de raleo no tienen clara relación con los niveles de carbohidratos.

Se ha determinado que la floración, en paltos, ocurre cuando el contenido de carbohidratos es muy bajo en la mayoría de las ramas. En consecuencia, pareciera ser improbable que el nivel de carbohidratos cause la iniciación floral, sino más bien, los bajos niveles de carbohidratos causarían la cesación de la actividad vegetativa lo cual estaría mejor relacionado con la iniciación floral (SCHOLEFIELD, 1985).

Sin embargo, hay evidencias de que algunos tratamientos o prácticas de manejo que favorecen el incremento de los niveles de carbohidratos aceleran la iniciación floral incluso en árboles completos (CHANDLER, 1962).

2.4.1.2. Hojas y frutos

Según lo señalado anteriormente, una de las teorías de la inducción floral es la teoría

del florígeno-antiflorígeno el cual tendría su origen en las hojas fotosintéticamente activas y por ende, cualquier alteración a su función fotosintética alteraría la inducción floral. De esta forma la inducción floral es dependiente de la presencia de hojas (RAZETO, 1992).

Aunque en los últimos estudios realizados no se ha determinado el rol específico de los carbohidratos en la inducción floral, se ha visto que tiene un papel fundamental actuando, ya sea directa o indirectamente en ella. Como la fotosíntesis es la fuente de carbohidratos, para todas sus formas ya sea disponibles o no para la planta, cualquier efecto que tienda a la reducción o inhibición del proceso fotosintético (eliminación de follaje, daños físicos, ataques de insectos, etc.) va a redundar en una disminución del número de yemas florales.

La fotosíntesis provee a la planta del reducido corbono y energía para la síntesis de azúcares los cuales estás vinculados a la formación de carbohidratos, de ácidos grasos utilizados en la formación de grasas complejas y lípidos y a los 21 aminoácidos que forman las proteínas (LOVATT, 1987).

En general, la formación de frutos tiene un gran efecto en la repartición de asimilados y tiende a ser antagonista del crecimiento vegetativo y especialmente, del crecimiento de raíces (CANNELL, 1985, citado por WOLSTENHOLME, 1990).

WHILEY y WOLSTENHOLME (1990), en resultados preliminares efectuados en Queensland, observaron que el tiempo de cosecha de los frutos influye en las concentraciones de almidón que permanecen en el tronco al final del invierno lo que provoca una disminución significativa en la floración de la temporada siguiente.

DAVIS (1957), concluyó que los frutos y cosechas en general, ejercen un efecto

dominante sobre la composición de partes del árbol. Se ha demostrado claramente en manzana, que cuando spurs productores y no productores están adyacentes el uno al otro, la composición de ambos es muy similar pero difieren de los spurs de un árbol no productor. Es decir, el fruto afecta no sólo la composición del spur en el cual se ubica sino también el spur adyacente sin producción.

2.4.1.3. Nutrición mineral

El manejo de una adecuada nutrición mineral es indispensable para el buen desarrollo vegetativo y reproductivo del árbol, especialmente si se trata de árboles en huertos comerciales, sin embargo, CHANDLER (1962), menciona que la iniciación floral sólo puede verse afectada negativamente con deficiencias extremas de nitrógeno o cuando excesos de éste signifiquen un crecimiento vegetativo muy vigoroso. Además deficiencias severas de otros elementos como fósforo, cobre, zinc y potasio tienen también influencia en la inhibición de la floración.

DOUGLAS (1969) y EBELL (1970), citados por JACKSON y SWEET (1972), mencionan la importancia del tipo de nutrición mineral aplicada, sobre la floración, dado que, aunque el nitrato y el amonio llevan a una respuesta vegetativa similar, sólo el nitrato (el cual incrementa los niveles de aminoácidos, particularmente los de arginina y lisina) promueve el desarrollo reproductivo. El amonio, el cual lleva a un incremento en los niveles de proteína, no promueve la floración.

En paltos, el elemento esencial más manejable es el Nitrógeno; excesos de él conllevan a crecimientos vegetativos exagerados que provocan la reducción de las cosechas así como la calidad de los frutos (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1990). Es por ello que este elemento se utiliza manejando las épocas de aplicación de modo de favorecer el desarrollo reproductivo y de aumentar las reservas en el árbol.

2.4.1.4. Crecimiento vegetativo

Aunque los crecimientos vegetativos son indispensables, flashes de crecimiento extensos y vigorosos son detrimentales para el árbol y pueden reducir los niveles potenciales para el resto del invierno, lo que tendría como consecuencia un descenso en el número de yemas florales. En paltos, el flash de crecimiento de verano es el mayor colaborador en la acumulación de almidón durante los meses de invierno (WHILEY y WOLSTENHOLME, 1990).

Estudios demuestran que la diferenciación floral, evidenciada por la aparición del primordio floral, ocurre durante el tiempo de cesación de crecimiento de los tallos. Es decir, que factores que resulten en una temprana casación del crecimiento del brote resultan también en una temprana aparición del primordio floral y crecimientos vegetativos extensos durante la estación se correlacionan con la tardía aparición de las estructuras florales (DAVIS, 1957).

2.4.1.5. Reguladores de crecimiento

El concepto de que los procesos de floración están regulados por hormonas ha sido bien demostrado por la evidencia obtenida en los experimentos de fotoperiodismo y vernalización, sin embargo, los complejos mecanismos de la fisiología de la floración aún no están totalmente comprendidos (CHAN y CAIN, 1967).

Hay muchos indicios que la floración de las plantas es inducida por sustancia hormonales sintetizadas naturalmente, sin embargo, la floración puede ser promovida, al menos en algunas especies, por la aplicación externa de algunos compuestos químicos (MEYER, 1960).

a) Giberelinas

En muchos estudios se ha comprobado que las giberelinas estimulan el crecimiento vegetativo e inhiben la iniciación floral. En forma natural las giberelinas son suministradas principalmente por hojas jóvenes, por lo tanto, se puede considerar la promoción de la floración por remoción de las hojas jóvenes (SACHS, 1977).

Las cosechas alternadas en manzanos y perales pueden ser explicadas por las altas producciones de giberelina y/o auxina que son exportadas desde los frutos hacia las yemas en donde la iniciación floral pudiera tener lugar. Para paliar el problema se utilizan , como manejos, compuestos químicos que posiblemente suprimen la biosíntesis de giberelina, incrementan la iniciación floral y llegan a casi eliminar las cosechas bianuales en estas especies (SACHS, 1977).

CHAN y CAIN (1967), mencionan que las mayores cantidades de giberelina encontradas en manzanas, se obtienen cuando el endosperma logra su tamaño máximo (60 días post-floración), sin embargo, la mayor inhibición de la floración se observa el primer mes después de la polinización. Esto lleva a pensar que la inhibición de la floración podría estar causada tanto por el desarrollo de semillas que usan el florígeno de las hojas o por la liberación de inhibidores durante el primer mes post-floración.

b) Citoquininas

En experimentos con aplicaciones externas de esta hormona se ha observado que promueve la ocurrencia de algunos eventos en la evocación floral, como lo son la ocurrencia de la sincronización en la mitosis de las células en G_1, hidrólisis de las vacuolas, iniciación de meristemas axilares e incremento en la velocidad de producción de apéndices de los meristemas. Sin embargo, las citoquininas son incapaces de causar otros eventos especialmente los relacionados a incrementos en la síntesis de RNA y DNA y al metabolismo energético (BERNIER, 1934).

c) Etileno

Esta hormona gaseosa induce rápidamente la formación de flores en especies como las bromeliáceas, lo que hace pensar que juega un rol como regulador endógeno de la florración. Estimula también, la iniciación floral en manzanos y mango. Sin embargo, en la mayoría de los otras especies estudiadas, el etileno ejerce un efecto inhibitorio de la formación de las flores (ZEEVAART, 1976).

d) Acido absísico

Se creyó inicialmente que el ABA podría ser un inhibidor floral, transmisible mediante prácticas de injertación. Sin embargo, se determinó que la inhibición en la formación de las flores podía estar dada como resultado de una depresión en la tasa de desarrollo de la inflorescencia más que una inhibición en la iniciación floral (METZGER, 1990).

En la mayoría de las plantas de día corto el ABA pronueve la floración. Sin embargo, esta acción de promoción sólo ha sido observada bajo condiciones de inducción parcial. En el resto de las plantas de día corto el ABA no tiene efecto inhibitorio. Al igual que en las plantas de día largo, el ABA no pareciera tener un rol aparente en la formación floral de las plantas de día corto (METZGER, 1990).

e) Auxinas

Para la mayoría de las plantas, la aplicación de diferentes auxinas (tanto ácido indolacético como ácido naftalenacético) tiende a ser inhibitoria de la formación floral bajo condiciones inductivas, salvo para el caso de las bromeliáceas las cuales poseen una auxina que induce la producción de etileno, por lo cual responden con abundante floración (METZGER, 1990).

En ciertos casos, la aplicación de pequeños niveles de auxina promueve la formación floral, pero sólo bajo condiciones de inducción parcial o marginal. Sin embargo, es

posible que las auxinas jueguen algún rol en los procesos asociados con la evocación, tales como la pérdida de la dominancia apical y la alteración en la filotaxis (BERNIER, 1981).

2.4.1.6. Relación C/N

KLEBS (1913), citado por BERNIER (1934), propuso la teoría de que la floración estaría controlada por el status nutricional de la planta, es decir, por el balance de materiales que la planta obtiene desde el medio. Además, se encontró que una alta relación endógena de los carbohidratos y el nitrógeno (relación C/N), parecía ser esencial para la floración. Sin embargo BERNIER (1934), enfatiza que la relación entre la nutrición mineral y la fotosíntesis no siempre es tan directa en la iniciación floral y que, en algunas plantas, puede ser regulatoria.

2.4.2 Factores externos

2.4.2.1. Agua

SCHROEDER (1951), indica que en frutales perennes un período de sequía detiene el crecimiento vegetativo y favorece la formación de yemas florales. Sin embargo, es necesario el suministro de agua una vez que ocurre la diferenciación floral para que se realice el desarrollo de las estructuras florales (NIR et al., 1972, citado por OSUNA, 1982).

JACKSON (1986) señala que una drástica disminución de la disponibilidad de agua en el suelo puede limitar la iniciación de yemas florales en muchos frutales. Sin embargo, existen manejos de stress hídrico en cítricos, que permiten controlar el momento de iniciación floral en esta especie. LOVATT (1987), por su parte, asegura que a

diferencia de los cítricos, tratamientos de stress hídrico en paltos provocan acumulación da amonio a niveles tóxicos en hojas y brotes provocando necrosis marginal y absición de hojas. En esta situación se produce un aumento en la biosíntesis de arginina como mecanismo de defensa para mantener la homeostasis.

2.4.2.2. Fotoperíodo

El fotoperíodo es de gran importancia ya que ejerce una considerable influencia en la inducción de la iniciación floral de algunas especies, ya sean anuales o bianuales (SIVORI, 1980). WESTWOOD (1982), por su parte, indica que la longitud del día, o fotoperíodo, regula tanto la iniciación floral como el cese del crecimiento vegetativo en algunas especies.

BUTTROSE y ALEXANDER (1978), trabajando con paltos del cv. Fuerte dedujo que los días cortos no son cuantitativamente esenciales para la iniciación floral, pero que aceleran la expresión de la floración, aparentemente a expensas del número de flores.

BUTTROSE y ALEXANDER, (1978), observaron que paltos del cv. Fuerte florecen más temprano bajo condiciones de día corto, sin embargo el número de flores producidas por cada planta en esas condiciones fue más bajo que en aquellas plantas sometidas a condiciones de día largo. Sin embargo, no sería un factor determinante de la inducción floral.

2.4.2.3. Luz

CHANDLER (1962), indica que el sombreamiento de las plantas provoca que los tejidos tiendan a no acumular almidón lo que posiblemente provocaría un descenso en

la formación de yemas florales. MEYER (1960), indica también que la floración y la fructificación son menos abundantes a la sombra que bajo plena luz.

2.4.2.4. Temperatura

La influencia de la temperatura sobre el crecimiento reproductivo de las planta está estrechamente ligado a los efectos fotoperiódicos. Según la combinación del ciclo de temperaturas y fotoperíodos puede reforzar el efecto del fotoperíodo promoviendo o inhibiendo el desarrollo reproductivo o puede actuar en oposición a éste (MEYER, 1960).

La temperatura puede influir en el ritmo de síntesis o de destrucción de los compuestos intervinientes, en el ritmo de su traslado de las hojas a los meristemas, y en la efectividad de la hormona u hormonas en la producción de cambios morfogénicos en los meristemas (MEYER, 1960).

BUTTROSE y ALEXANDER (1960), trabajando con paltos del cv. Fuerte en condiciones de invernadero, concluyeron que las plantas de este cultivar promueven su iniciación floral cuando se someten a temperaturas de 20°C o menos y se inhibe con tratamientos de sólo una hora diaria a temperatura de 25 a 30°C. Además, señalan que bajo condiciones de campo, árboles de palto detienen su crecimiento debido a bajas temperaturas, condición que favorece la iniciación floral.

Por su parte, LOVATT (1987), señala que es posible inducir la floración en paltos utilizando bajas temperaturas ya que el stress provocado favorece el mecanismo de biosíntesis de arginina el cual es esencial para la inducción floral.

RODRIGUES y RYAN (1960), señalan que las fluctuaciones de los carbohidratos

están influenciados por factores del medio y por el crecimiento de las plantas en las distintas épocas de crecimiento, es así como existirían relaciones entre el equilibrio azúcares-almidón y las bajas temperaturas lo que redundaría en el desarrollo reproductivo de las plantas.

2.5. Conceptos de organización apical:

Existe una gran diversidad de formas de organización de los meristemas apicales, sin embargo se pueden distinguir tres patrones básicos:

a) Célula apical: posterior al descubrimiento de una célula apical en muchos equisetos y helechos se tuvo la creencia que existía también en las fanerógamas, siendo interpretada como una unidad funcional y estructural constante de los meristemos apicales que gobiernan el crecimiento (JENSEN y SALISBURY, 1988). Sin embargo, esta teoría fue posteriormente rechazada y reemplazada por la teoría del histógeno desarrollada por HANSTEIN (1868, 1870) el cual plantea que la planta se origina de una masa meristemática de considerable espesor, los histógenos, los que estarían compuestos por el dermatógeno o epidermis primordial, el periblema que da origen al córtex y el pleroma que forma la masa interna del eje (ESAU, 1985).

b) Túnica y corpus: En la mayoría de las angiospermas el ápice se encuentra estratificado en dos regiones: la túnica, que consta de una o más capas de células de distribución uniforme y que cubren la superficie, y el corpus que comprende una masa de células cuya organización no es tan ordenada como la túnica y que se encuentra rodeado por ésta (JENSEN y SALISBURY, 1988).

Las capas de la túnica presentan divisiones anticlinales (crecimiento en superficie) y el corpus presenta divisiones en cualquier plano lo que produce crecimiento en volumen

(ESAU, 1985).

La túnica en las dicotiledóneas presenta de una a cinco capas, habiendo dos en la mayoría de las especies y de una a cuatro capas en las monocotiledóneas siendo dos el número predominante (ESAU, 1985).

Esta teoría, sin embargo, resulta poco apropiada para la caracterización del meristemo apical de las gimnospermas (ESAU, 1985).

c) Zonificación citohistológica: Este concepto surge del estudio de las gimnospermas los que condujeron al reconocimiento de una zonación basada en planos de división, en diferenciaciones histológicas y citológicas y en el grado de actividad meristemática de los complejos de las células componentes (ESAU, 1985).

La zonificación se puede caracterizar por la división del meristemo apical en una zona axial distal que termina el eje, una zona proximal axial o zona interior que se deriva de la anterior y que normalmente se convierte en la médula y por último la zona periférica o zona exterior la que rodea las otras dos zonas y que también se deriva de la zona axial distal (ESAU, 1985) (Figura 3).

Este tipo de organización meristemática presenta una amplia variación entre las diferentes especies de gimnospermas y angiospermas que la presentan. Las diferencias que se observan en las tinciones de las diferentes zonas está determinada por diferencias bioquímicas de sus células (JENSEN y SALISBURY, 1988).

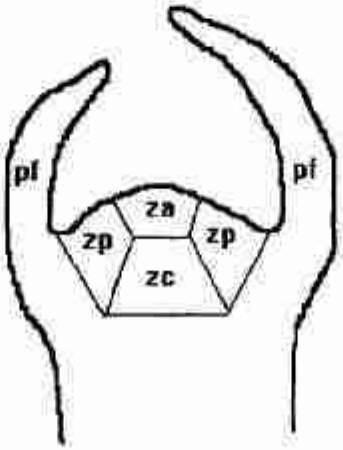


FIGURA 3 : Esquema de una yema según la zonificación citohistológica za: zona apical; zp: zona periférica; zc: zona central; pf: primordio foliar.

2.6. Transición del meristemo vegetativo a floral:

El proceso de floración implica un cambio de los fenómenos morfogénicos del ápice que transforman su crecimiento vegetativo, indeterminado, en crecimiento reproductivo, determinado, con emisión de piezas florales (SIVORI, MONTALDI y CASO, 1980). Durante la transición del meristema vegetativo a floral ocurren cambios en el ápice los que se pueden dividir en cambios anatómicos e histoquímicos.

2.6.1. Cambios anatómicos

Según estudios efectuados por SCHROEDER (1951), la primera señal observable al microscopio del desarrollo potencial de una yema floral de palto es el redondeamiento del ápice de las yemas axilares y el alargamiento de los ejes de la inflorescencia lo cual se evidenciaría entre seis a ocho semanas antes de la floración.

Los cambios morfológicos que llevan a la formación de primordios florales están precedidos por aumentos en la actividad mitótica y variaciones de ésta en el tiempo (ESAU, 1985).

Existe la posibilidad que las células pertenecientes al "meristème d'attente", que corresponde a la parte central del ápice y que está compuesta tanto por túnica como por corpus, sufran una activación y sean ellas las que inicien la floración. Sin embargo otros autores son de opinión que un meristema latente no sería la estructura más adecuada para iniciar el desarrollo reproductivo dado que el ápice cambia continuamente de forma y tamaño por lo que, en una zona tan dinámica como ésta, no correspondería la presencia de un grupo de células quiescentes (JENSEN y SALISBURY, 1988).

Histológica y citológicamente el meristema floral y el meristema vegetativo no difieren mucho ya que puede conservar la misma relación entre túnica y corpus o bien el número de capas superficiales puede reducirse o aumentarse (ESAU 1985).

ESAU (1985) junto con otros autores, acepta el concepto de el ápice que va a dar origen a una flor resulta de la reorganización, más o menos extensa, del ápice vegetativo que es el que prevalece.

La secuencia de desarrollo de las diferentes partes florales comienza después que el eje de la inflorescencia se ha iniciado. El crecimiento del ápice del primordio floral, en observaciones de secciones laterales, se evidencia como una masa de células de forma cónica en la axila de la bráctea la cual continúa su desarrollo hasta la formación de la flores. La primera estructura floral que se desarrolla es el perianto, dentro del cual aparecen los estambres. En el segundo verticilo se forman los estaminodios y por último se desarrolla el pistilo que en su interior guarda un óvulo simple (SCHROEDER, 1951).

2.6.2. Cambios histoquímicos

El estado "pre-floral" se caracteriza por una mayor afinidad de las células de la zona apical por los colorantes de los ácidos nucleicos, y porque tienden a desaparecer las regiones típicas del estado vegetativo. También se incrementan el número de células que duplican el ADN, y debido a las mitosis subsiguientes aumenta el tamaño del ápice (SIVORI, MONTALDI y CASO, 1980).

Experiencias en tinciones de DNA han demostrado un aumento en la uniformidad de coloración de meristemas florales versus los vegetativos lo cual indicaría un aumento en su concentración. Además el RNA, que en el estadio vegetativo está uniformemente

repartido en ambos tipos de ápices, también aumenta su concentración (ESAU, 1985).

Estudios histoquímicos han permitido observar que en el meristema vegetativo la tinción de ácidos nucleicos es más intensa en los costados del meristema; mientras que el centro presenta menor afinidad a las tinciones histoquímicas. Al inicio de la organogénesis floral, el meristema presenta afinidad uniforme a las tinciones de ácidos nucleicos y proteínas, desapareciendo zonas de mayor o menor tinción en el meristema (CUTTER, 1971, citado por OSUNA, 1982).

BERNIER (1970) ordena cronológicamente los eventos que ocurren durante la morfogénesis, de la siguiente forma:

a) incremento en el RNA total y proteína total contenida en las células, y aumento en la densidad de los ribosomas
b) incremento en el tamaño del núcleo, lo cual está asociado, en algunas especies, a un incremento en la síntesis del RNA nucleolar
c) incremento en el tamaño de los núcleos y células
d) reducción de tamaño de las vacuolas

2.7. Añerismo en palto:

El añerismo existe probablemente en todos los frutales en diferentes grados. En algunas especies no se distingue lo suficiente como para causar una diferencia notable a través de los años, mientras que en otras es tan marcado que es considerado de gran importacia económica (DAVIS, 1957).

DAVIS (1957), distingue dos características importantes en el añerismo:

- la expresión de las producciones alternadas son una característica de árboles individuales o de partes individualizadas dentro de un mismo árbol

- en el año de alta producción, el árbol completo o una parte de él puede cambiar si la producción es removida lo suficientemente temprano (heladas, raleos, etc.)

Es bien sabido que la presencia de frutos inhibe la formación de yemas florales, por ser un importante sink nutricional y por aportar giberelinas que son antagónicas a la inducción y se sabe además que es necesaria una adecuada superficie foliar para que ocurra la diferenciación. Es por ello que la remoción de frutos crea una condición favorable para la formación de yemas florales, mientras que la remoción total de hojas es desfavorable para la diferenciación (DAVIS, 1957).

En paltos es posible que las prácticas de manejos que tiendan a reducir el flash de crecimiento que ocurre posterior a la antesis, pueden aumentar las cosechas y reducir las producciones bianuales en paltos (SCHOLEFIELD, 1985). Es sabido, además, que cosechas tardías en palto provocan una mayor disminución de las reservas del árbol lo que acentúa la condición añera en algunas variedades.

3. MATERIAL Y MÉTODO

3.1. Localización geográfica y características climáticas de la provincia de Quillota:

El presente estudio se llevó a cabo en el tercer cuartel del huerto de paltos del cv. Hass del fundo La Palma perteneciente a la Universidad Católica de Valparaíso. El fundo La Palma se encuentra ubicado en el valle de Aconcagua en la provincia de Quillota (32° 50' LS) perteneciente a la Quinta región.

El valle posee un clima templado cálido con lluvias invernales, que dan un promedio de 400 mm anuales; las fechas probables de heladas van entre el 16 de mayo y 13 de agosto. El promedio de horas frío es de 546 horas con temperaturas inferiores a 7°C. La temperatura media en período estival fluctúa entre 18° y 23°C.

Todo lo anterior ha definido al valle como un sector de mesoclima en el cual es posible cultivar especies frutales de origen subtropical.

3.2. Antecedentes técnicos del huerto:

El estudio se realizó en 12 árboles de palto del cv. Hass de 14 años de edad injertados sobre patrón franco plantados a 9 x 9.

El huerto es irrigado mediante sistema de goteo con 12 emisores por árbol de 3,6 l/hr ubicados en doble línea de goteros. La fertilización nitrogenada se realizó con 200u de nitrógeno por ha al año parcializado en enero (90%) y en mayo (10%).

La cosecha se realizó en forma parcializada en 4 fechas sólo en los árboles con fruta:

1° de septiembre de 1994: calibres grandes

6 de octubre de 1994: calibres grandes

17 de noviembre de 1994: calibres grandes

15 de febrero de 1995: todos los frutos restantes

3.3. Material vegetal:

3.3.1. Selección de árboles

En el mes de marzo se seleccionaron y marcaron 12 árboles del cv. Hass; seis árboles que presentaban gran cantidad de frutos al momento de selección, es decir con alto nivel de carga durante la temporada en estudio, y seis árboles que presentaban muy pocos frutos, es decir, con un bajo nivel de carga frutal durante la temporada en estudio. La selección de los árboles se efectuó según los siguientes criterios:

- nivel de carga: los árboles fueron seleccionados según apreciación visual y registros de producción de años anteriores indicados en una tablilla de madera ubicada en cada árbol.
- sanidad: se hizo hincapié en no seleccionar árboles que presentaran síntomas visuales de daño por Phythophtora sp. o alguna otra enfermedad o plaga que pudiese alterar los datos obtenidos.
- daños por helada: se seleccionaron árboles que fueron poco afectados en temporadas anteriores tratando de obtener una población homogénea.
- volumen de canopia: árboles similares sin espacios ralos.
- vigor: árboles de vigor similar con follaje de color uniforme y verde intenso.
- luminosidad: árboles sin sombreamiento a nivel de canopia y sin contacto con árboles vecinos.

3.4. Descripción del método:

3.4.1. Seguimiento en terreno de las yemas

En marzo, tres árboles de cada nivel de carga (en total seis árboles), fueron divididos en cuatro según las cuatro posiciones cardinales, seleccionando y rotulando tres yemas del flash vegetativo de la primavera anterior por punto cardinal de modo de efectuar un seguimiento en terreno de estas yemas desde marzo a septiembre.

A partir de abril se seleccionaron y rotularon otras tres yemas por punto cardinal en tres árboles de cada carga, pero esta vez provenientes del flash de otoño, de modo de efectuar el seguimiento de las yemas de otoño desde mayo a septiembre. De este modo se tuvo:

- seguimiento de primavera: 72 yemas (36 yemas por nivel de carga)
- seguimiento de otoño: 72 yemas (36 yemas por nivel de carga)

El seguimiento en terreno de las yemas se cuantificó mediante la medición semanal del diámetro polar de la yema (desde el ápice hasta la cicatriz) con un pie de metro.

Las yemas seleccionadas para este estudio estaban ubicadas en posición terminal en la ramilla y presentaban vigor similar. Se evitó seleccionar las yemas ubicadas en brotes sombríos.

3.4.2 .Seguimiento histológico de las yemas

Paralelamente al seguimiento en terreno se realizó uno histológico con yemas extirpadas a partir de los árboles previamente seleccionados.

3.4.2.1. Selección del material vegetal

El estudio histológico se realizó a partir de yemas terminales que fueron removidas y llevadas a laboratorio semanalmente. La remoción de yemas se realizó en diez árboles (cinco árboles por carga).

Semanalmente se extirparon tres yemas por punto cardinal y por carga, de árboles previamente elegidos al azar. A laboratorio se enviaron, durante los dos primeros meses, ocho frascos con tres yemas cada uno, y en los cinco meses restantes dieciséis frascos con tres yemas cada uno.

Para realizar lo anterior, fueron seleccionadas y marcadas, en marzo, yemas del flash de crecimiento vegetativo de la primavera anterior, y en abril se seleccionaron las yemas provenientes del flash vegetativo de otoño.

- yemas del flash de primavera, por carga: tres yemas por punto cardinal durante siete meses: 336 yemas semanales
- yemas del flash de otoño, por carga: tres yemas por punto cardinal durante siete meses: 240 yemas semanales

Nº total de yemas seleccionadas: 1152 yemas

3.4.2.2. Conservación del material vegetal para histología

Una vez colectadas, las yemas fueron inmediatamente colocadas en series de frascos rotulados conteniendo una solución de FAA de modo de evitar su deterioro.

Para la preparación de 100 ml de FAA se utilizaron: 37 cc de agua destilada
53 cc de alcohol etílico al 95%
5 cc de ácido acético glacial

5 cc de formalina al 37%

3.4.2.3. Montaje de yemas para microscopía

El montaje del material vegetal fue efectuado en el Laboratorio de histología del Instituto de biología de la Universidad Católica de Valparaíso, con el objeto de observar, en microscopio óptico, cambios morfológicos a nivel de tejidos que permitan determinar los diferentes estados del proceso de diferenciación floral.

La metodología a seguir para el montaje de las yemas es la siguiente:

- deshidratación en alcohol con concentraciones crecientes (30%, 50%, 70% y 90%) y en Xilol (100%) durante un período mínimo de una hora en cada etapa.
- inclusión en Histosec durante dos horas, efectuando cuatro cambios del producto en ese período.
- preparación del bloque de Histosec.
- corte del bloque con micrótomo de Minot a 9-10 μm.
- montaje del corte sobre un portaobjeto previamente albuminizado.
- tinción con Safranina y Verde Luz, por un período de dos y tres minutos respectivamente.
    - Safranina permite observar: Paredes celulares lignificadas
      Paredes celulares cutinizadas
      Paredes celulares suberizadas
    - Verde luz permite observar: Paredes celulares celulósicas
      Estructuras acromáticas
      Citoplasma
- montaje con Entellón sumergiendo los cortes en Xilol con dos a tres cambios de 10 minutos cada uno.
- observación al microscopio óptico.

3.4.3. Caracterización de los brotes

Como una forma de complementar las observaciones efectuadas en el seguimiento en terreno y en el seguimiento histológico, se procedió a caracterizar los brotes para cada tratamiento. La características reproductivas fueron cuantificadas al finalizar la floración primaveral, en tanto que las características de crecimiento vegetativo fueron cuantificadas al final el flash de crecimiento primaveral. Las características cuantificadas fueron:

N° de yemas terminales que desarrollaron flor

N° de yemas terminales que desarrollaron brote vegetativo

N° de yemas laterales florales por brote seleccionado

N° de yemas laterales vegetativas por brote seleccionado

Longitud del brote terminal alcanzada al final del flash de crecimiento primaveral

Longitud de la inflorescencia terminal generada

N° de frutos cuajados a partir de las inflorescencias terminales

3.4.4. Producción:

La producción individual de los árboles fue registrada y se presenta en el Anexo 1. Los árboles con bajo nivel de carga no fueron cosechados durante la presente temporada por presentar muy poca fruta.

3.5. Análisis de datos:

Este ensayo fue analizado mediante tres análisis estadísticos diferentes de modo de evaluar los posibles efectos de la carga frutal en el comportamiento reproductivo de los árboles:

3.5.1. Evaluación del seguimiento en terreno de las yemas seleccionadas

Se analizó la longitud de las 12 yemas por árbol, previamente rotuladas, en ocho fechas para comprobar la existencia de diferencias entre los grupos. La selección de las fechas se realizó cuidando de que fueran fechas en las cuales, a pesar de la existencia de diferenciación floral, no fueran apreciables cambios externos.

F1: 6 de febrero 1994
F2: 8 de abril 1994
F3: 5 de mayo 1994
F4: 20 de mayo 1994
F5: 23 de junio 1994
F6: 3 de julio 1994
F7: 30 de julio 1994
F8: 12 de agosto 1994

Para este análisis se utilizó un diseño completo al azar con submuestreo. Cuando existió efecto significativo de la combinación entre el nivel de carga y el flash de crecimiento, se compararon los promedios mediante el Test de Tuckey al 5% de significancia.

3.5.2. Clasificación del estado de desarrollo de las yemas.

Los resultados de las observaciones efectuadas al microscopio óptico fueron analizados mediante la evaluación del largo promedio de las yemas extirpadas, para cada tratamiento, y el estado de desarrollo que presentaban las yemas.

Para este análisis las yemas fueron reunidas en cinco categorías según el estado de desarrollo que presentaban en las diferentes fechas (Figura 4):

1.- Meristema vegetativo

2.- Meristema iniciando la diferenciación

3.- Desarrollo inicial de los ejes secundarios de la inflorescencia

4.- Inicio de desarrollo de flores

5.- Desde el inicio de la diferenciación de estructuras florales en adelante

De este modo se trató de establecer un modelo que relacionara la longitud, fecha de recolección y estado de desarrollo de las yemas.

3.5.3. Evaluación de las características de los brotes

Se efectuó un conteo de las estructuras formadas a partir de las 12 yemas terminales previamente rotuladas para el seguimiento en terreno. El conteo de estas estructuras, ya sean reproductivas o vegetativas, se realizó en el período de floración (fines de septiembre) para todos los tratamientos.

La medición de la longitud de las inflorescencias fue realizada en aquellas yemas terminales, seleccionadas para el seguimiento en terreno, que generaron una estructura reproductiva en el período de floración.

Junto con contabilizar las estructuras, vegetativas y reproductivas generadas a partir de la yema teminal, se realizó el conteo de las yemas laterales brotadas, a partir de los brotes seleccionados anteriormente a las que, además, se les contabilizó el número de estructuras vegetativas y reproductivas generadas.

La característica "longitud de brote", por su parte, fue cuantificada al término del flash de crecimiento primaveral y correspondió al brote vegetativo generado a partir de los ápices vegetativos ontenidos en las yemas terminales rotuladas para el seguimiento en

terreno.

La cuaja fue estimada por el conteo de los frutos cuajados a partir de las inflorescencias terminales generadas a partir de las yemas seleccionadas.

Todas las características cuantificadas fueron analizadas mediante un diseño completamente al azar con submuestreo. Cuando existió efecto significativo de la combinación entre el nivel de carga y el flash de crecimiento, se compararon los promedios mediante el Test de Tuckey al 5% de significancia.

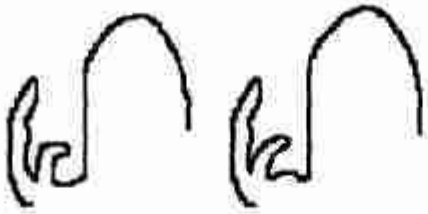
Modelo = $Y_{ijk} = \mu + T_i + \tau_j + \varepsilon_{ijk}$

$i = 1,.....,4 \qquad j = 1,.....,12$

Donde :
- γ_{ij} = variable respuesta
- μ = media general
- τ_j = error aleatorio por submuestreo
- T_i = i-ésimo tratamiento
- ε_{ijk} = error experimental

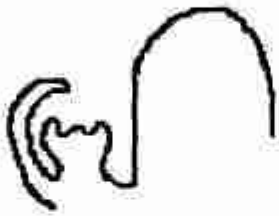
3.5.4. Efecto de la orientación de las yemas

Para este estudio no se realizó análisis estadístico. El efecto de la orientación de las yemas se analizó mediante cuatro gráficos, según las combinaciones de los dos niveles de carga y dos flash de crecimiento vegetativo, en los cuales el eje de las abscisas correspondió a las fechas de muestreo y las ordenadas a la longitud de las yemas (en cm). En cada gráfico se representó el comportamiento de las yemas en cada una de las cuatro posiciones cardinales.



1) Meristemas axilares en estado vegetativo.

2) Meristema axilar iniciando la diferenciación.



3) Estados iniciales en el desarrollo de los ejes de la inflorescencia.

4) Meristema con inicio de desarrollo de flores.

5) Desde el inicio de la diferenciación de estructuras florales en adelante.

FIGURA 4. Clasificación a la que fueron sometidas las yemas observadas a través del microscopio óptico.

4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Características climáticas observadas durante la temporada en estudio:

Los resultados y registros climáticos presentados durante la temporada en estudio (año 1994), en la zona de Quillota, se presentan en el Anexo 2.

4.2. Selección del material vegetal:

En marzo fueron seleccionadas las yemas provenientes del flash primaveral que no brotaron durante el flash de crecimiento otoñal. Estas yemas fueron fácilmente distinguibles ya que presentaban detención de su crecimiento y se ubicaban sobre brotes que presentaban hojas maduras.

A diferencia de estas yemas, las pocas yemas otoñales encontradas fueron seleccionadas a partir de brotes vegetativos originados en otoño y que presentaban hojas rojizas y detención en su crecimiento.

Cabe mencionar, que la presente temporada se caracterizó por una floración otoñal muy superior a la de otros años, lo cual afectó el número de brotes vegetativos formados en el flash otoñal. Esto, a causa de que muchas yemas provenientes del flash primaveral dieron origen a yemas florales en lugar de brotes vegetativos. Esta reducción en el número de brotes formados afectó la selección de yemas otoñales ya que los árboles de bajo nivel de carga, presentaban pocos brotes vegetativos mientras que los árboles de alta carga presentaban muy pocos, o incluso, no presentaban brotes vegetativos.

4.3. Brotación de las yemas:

La brotación de las yemas seleccionadas, provenientes del flash primaveral, se desarrolló a partir de fines de abril presentándose cinco de seis árboles con inicio de brotación el 13 de mayo de 1994. Cabe mencionar que se consideró, como inicio de brotación, la primera actividad visible de las yemas; apertura de brácteas y aparición de tejido verde (Figura 5). La brotación del resto de las yemas, para estos tratamientos, se desarrolló durante el resto de la temporada dando origen a brotes y/o flores en la primavera (Figura 6 y 7).

Por su parte, los árboles con bajo nivel de carga, seleccionados con yemas provenientes del flash otoñal y primaveral, brotaron en fechas similares a partir de mediados de mayo.

Los árboles con alta carga, con yemas provenientes del flash de otoño, presentaron un retraso en su brotación en comparación con el resto de los árboles seleccionados, la cual comenzó a mediados de agosto, es decir, coincidiendo con el flash de primavera, y extendiéndose hasta la floración primaveral. Esto se explicaría por el desgaste de los árboles en esta condición lo que impediría una brotación adelantada y limitaría cualquier aumento en la brotación producido por condiciones de temperatura favorables al crecimiento vegetativo, que fue lo que aconteció en la temporada en estudio.

En general, el inicio de la brotación se prolongó hasta 19 semanas, registrándose el mínimo tiempo de brotación para las 36 yemas del tratamiento con yemas otoñales en árboles de alta carga, con un tiempo de brotación que duró nueve semanas. El tratamiento con yemas otoñales en árboles con carga baja, por su parte, presentó un período de brotación intermedio.

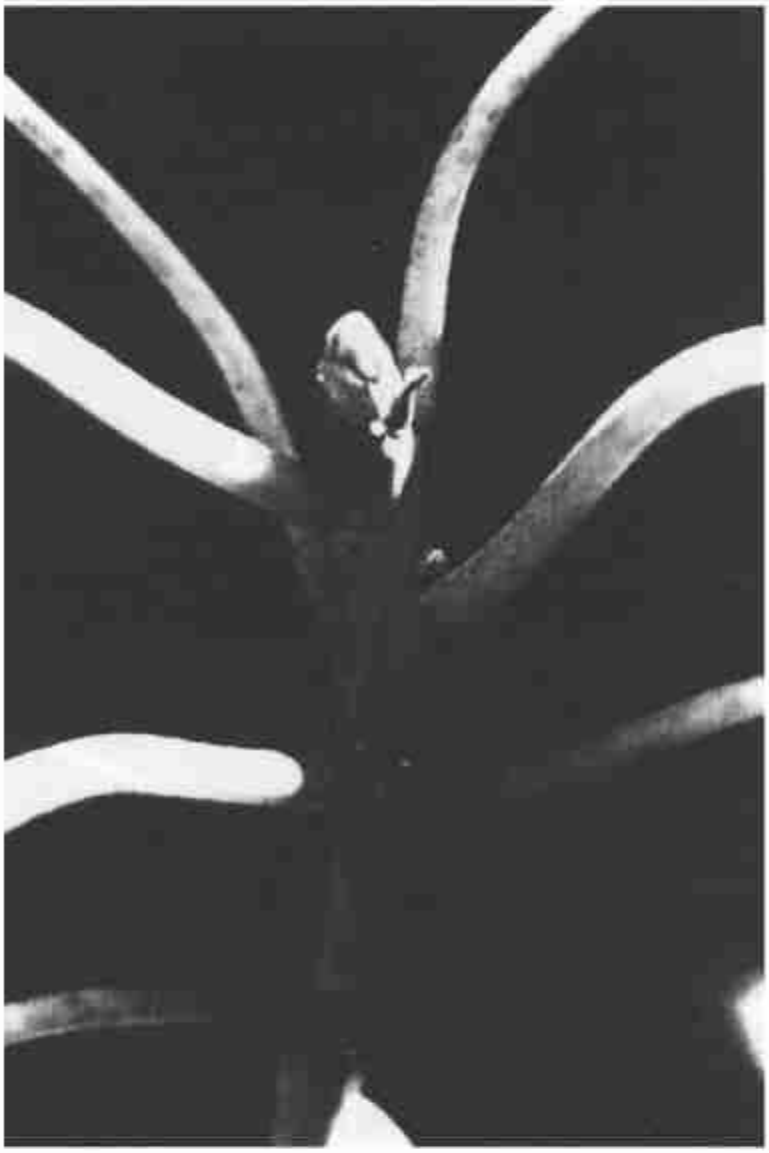


FIGURA 5. Yema en posición terminal iniciando la brotación. Se observa aparición de tejido verde y algunas yemas laterales ubicadas en las axilas de los pedúnculos foliares.

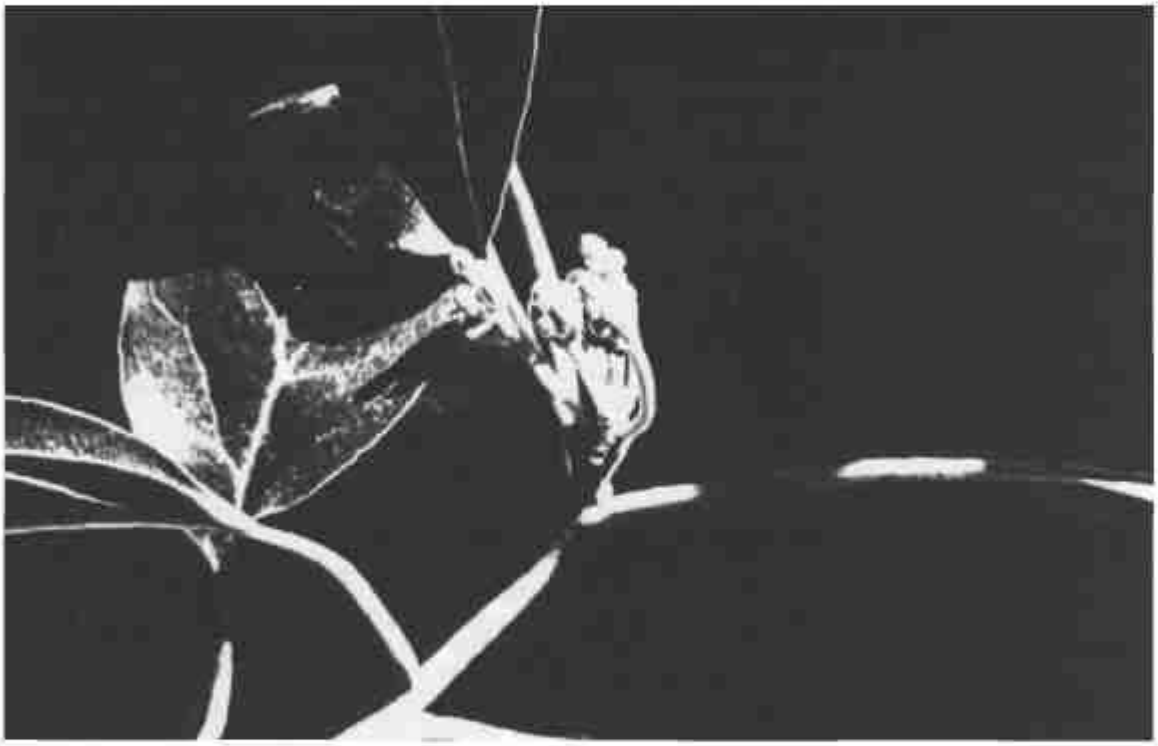


FIGURA 6. Yema en posición terminal que ya inició el proceso de brotación y que originó una inflorescencia.

FIGURA 7. Yema de posición terminal que ya inició el proceso de brotación y que originó un brote vegetativo.

La temprana brotación observada en tres de los cuatro tratamientos pudo deberse a las temperaturas observadas durante la presente temporada, las que favorecieron el crecimiento y desarrollo de la especie. Para el tratamiento con yemas terminales generadas en el flash de otoño en árboles con carga alta, sin embargo, esta sola condición no fue capaz de traducirse en una brotación temprana dado el gran desgaste energético de los árboles.

4.4. Floración

La aparición de las primeras estructuras florales se observó a partir del 19 de agosto y continuó hasta el 13 de octubre, es decir, se prolongó durante ocho semanas. La apertura floral, en cambio, se produjo durante todo el mes de septiembre dado, seguramente, por el desfase en la brotación y en la apertura floral.

Cabe mencionar, que durante la temporada en estudio, se registró una abundante floración otoñal, a diferencia de los años anteriores, la que se extendió, aunque en menor grado, hasta la primavera, donde nuevamente se registró una abundante floración primaveral.

La abundante floración otoñal observada pudo deberse, al igual que para el caso de la brotación temprana, a las condiciones ambientales que favorecieron la expresión de las yemas, posiblemente inducidas durante el verano o durante la primavera anterior.

4.5. Aproximación al periodo de inducción floral y ocurrencia de la diferenciación floral:

La floración se define como un proceso continuo y gradual que culmina en la formación de estructuras florales. La inducción floral, por su parte, es el conjunto de

estímulos requeridos para la iniciación floral y que finalmente permiten la formación de órganos florales como modificación de los meristemas vegetativos, por lo que se hace imposible determinar el momento exacto en que una yema pasa a estar "fisiológicamente programada" para transformarse en estructura floral.

De esta forma, el período de inducción floral sólo puede ser establecido mediante rangos de estimación dentro de los cuales la inducción estaría ocurriendo con mayor probabilidad.

Para establecer estos rangos se utilizó el período de diferenciación floral como punto de referencia. El período de diferenciación floral, por su parte, fue definido mediante la observación de los primeros indicios evidenciables de cambios morfológicos en la yema. Según los estudios realizados por SCHROEDER (1951), estos primeros indicios corresponderían, en palto, al redondeamiento del ápice de los meristemas axilares y el alargamiento de los ejes de la inflorescencia.

En estudios realizados por GONZALEZ (1994), este signo se evidenció a fines de junio, para las yemas provenientes del flash de primavera, y a inicios de junio, para aquellas provenientes del flash de otoño.

Para el caso del presente estudio, la yemas del seguimiento histológico fueron ordenadas, según su estado de desarrollo, en cinco clasificaciones durante las 20 fechas en estudio (desde el 8 de abril al 15 de septiembre). De ellas, la categoría 2 corresponde a los primeros indicios de redondeamiento del ápice del meristema axilar, por lo que fue éste el momento que se consideró para el inicio de la diferenciación floral.

Para el caso de las yemas provenientes del flash de crecimiento primaveral se observó

la presencia de yemas con categoría 2 a partir del inicio del estudio histológico (8 de abril), para ambos estados de carga. Sin embargo, en el tratamiento "yemas terminales ubicadas en brotes primaverales en árboles de alta carga", se observó la presencia de yemas con esta clasificación hasta la última fecha muestreada (15 de septiembre), es decir, durante cinco meses, a diferencia del tratamiento "bajo nivel de carga" donde las yemas con esta clasificación sólo se presentaron desde el 8 de abril al 2 de julio, es decir, sólo durante tres meses (Figura 8 y 9).

Lo anterior lleva a pensar que en árboles con alta carga, en los cuales se presentarían condiciones adversas o desfavorables para el desarrollo de yemas florales, se produciría una prolongación del período de diferenciación floral. Esto no ocurriría en el caso de árboles de bajo nivel de carga en los cuales las condiciones nutricionales son más favorables y donde la presencia de hormonas inhibidoras de este proceso, como lo son las giberelinas generadas por la semilla en los frutos, están en menores concentraciones. Esto permite que las yemas se induzcan y se diferencien en un período más corto y concentrado.

En los tratamientos con yemas otoñales, para alta y baja carga, se observó la aparición de yemas con categoría 2 durante todo el período de muestreo (20 de mayo al 15 de septiembre) lo que hace suponer que al haberse formado estas yemas, en otoño, es decir, más tarde que las yemas provenientes del flash primaveral, deben inducirse y diferenciarse durante el período que resta hasta la floración primaveral (Figura 10 y 11).

Los resultados anteriores no permiten determinar, sin embargo, que la condición de alta carga ejerza un efecto claramente negativo sobre los períodos de diferenciación floral y su duración.

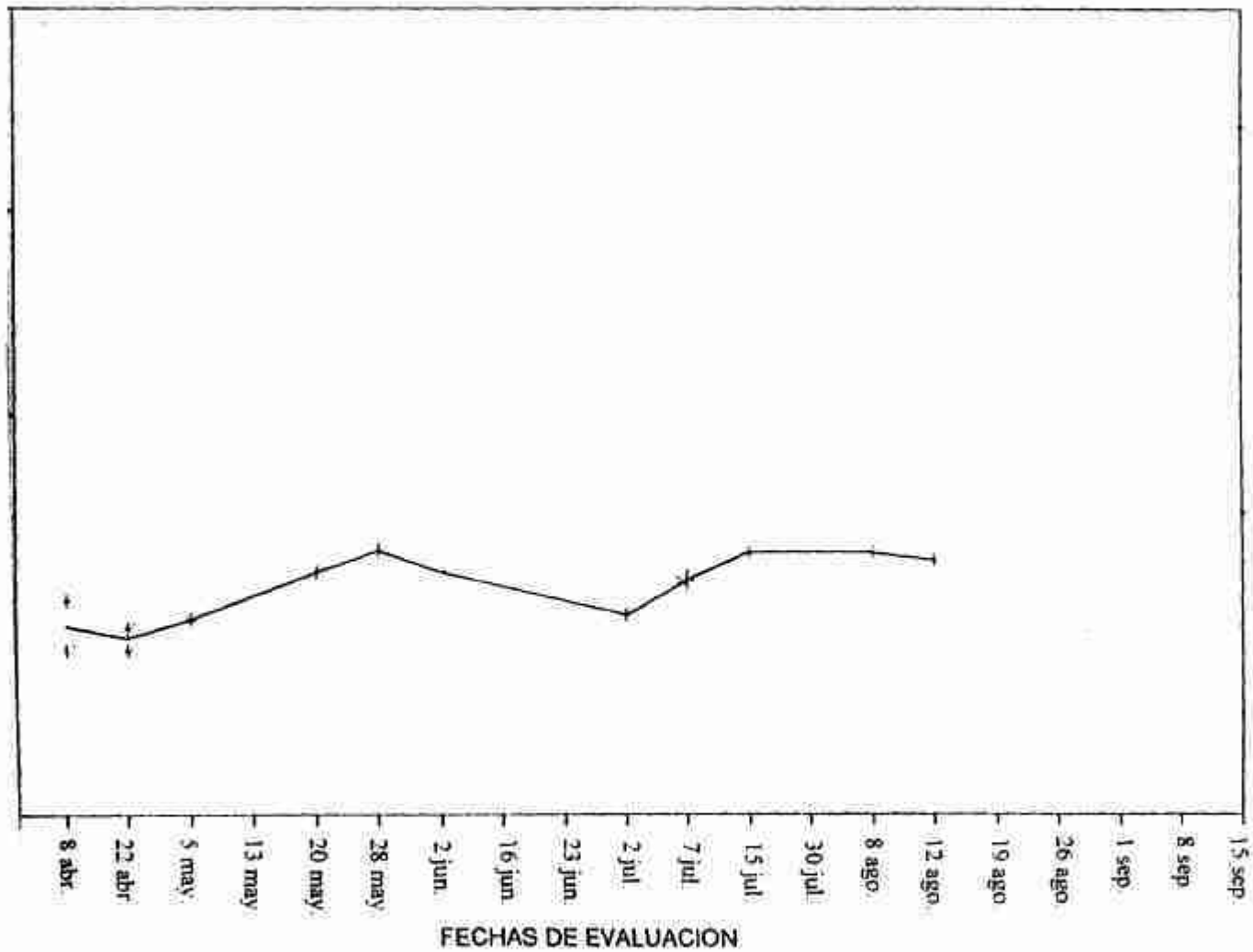


FIGURA 8. Evolución en la longitud promedio de las yemas clasificadas en categoria 2 para el tratamiento yemas seleccionadas desde brotes primaverales de árboles con alto nivel de carga, a partir del seguimiento histológico.

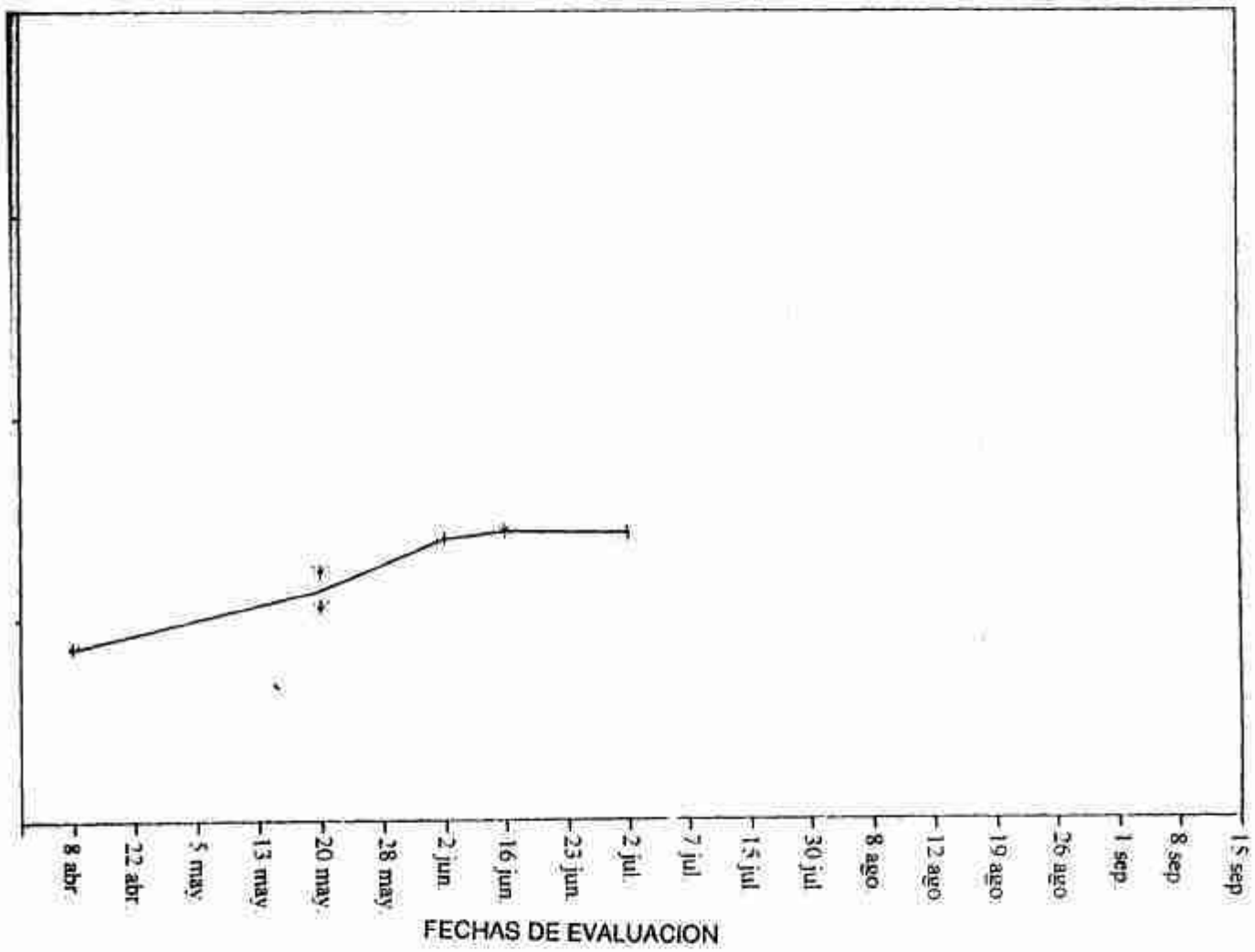


FIGURA 9. Evolución de la longitud promedio de las yemas clasificadas en categoría 2 para el tratamiento yemas seleccionadas desde brotes primaverales de árboles con bajo nivel de carga, a partir del seguimiento histológico.

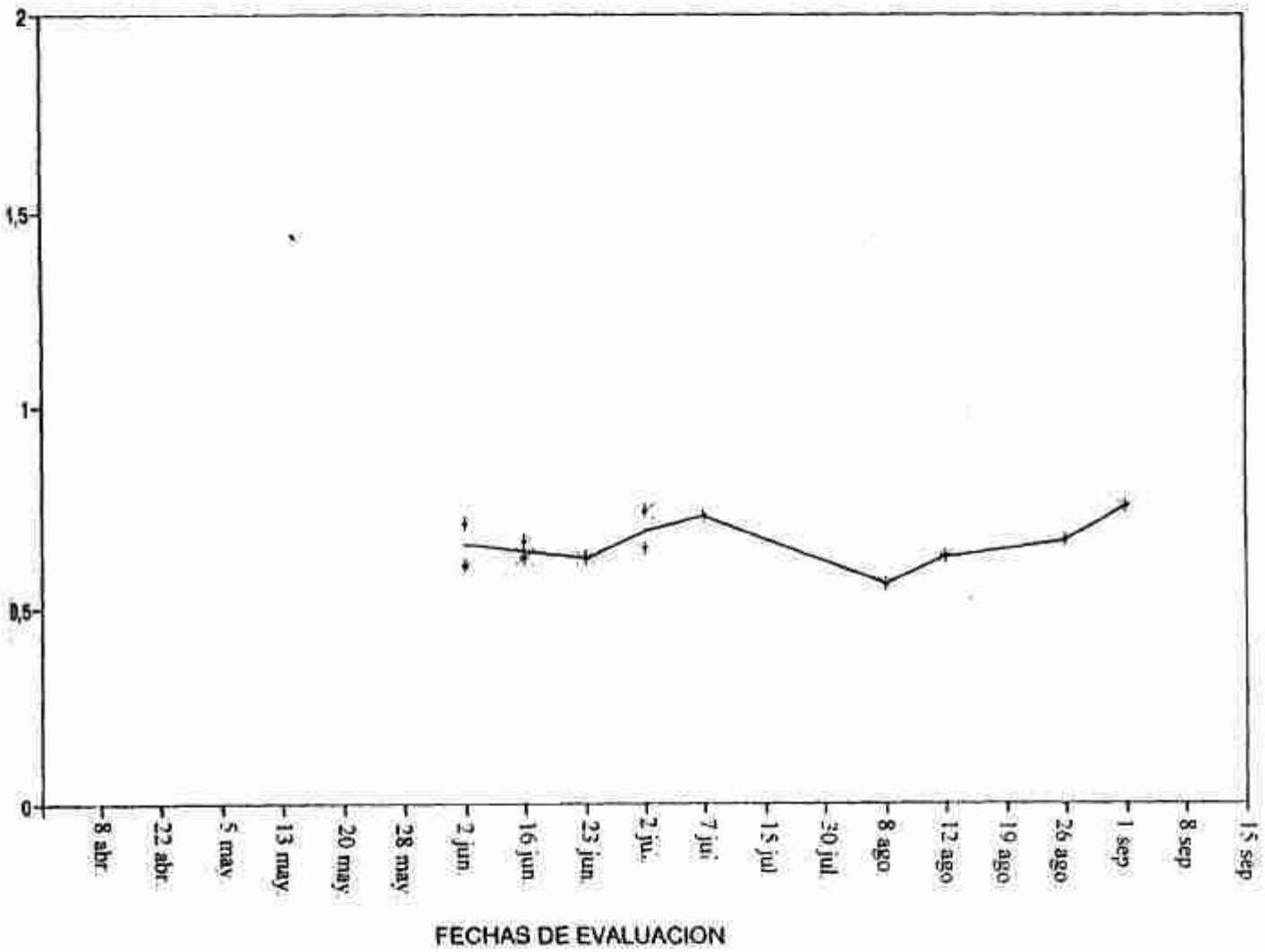


FIGURA 10. Evolución de la longitud promedio de las yemas clasificadas en categoría 2 para el tratamiento yemas seleccionadas desde brotes otoñales de árboles con alto nivel de carga, a aprtir del seguimiento histológico.

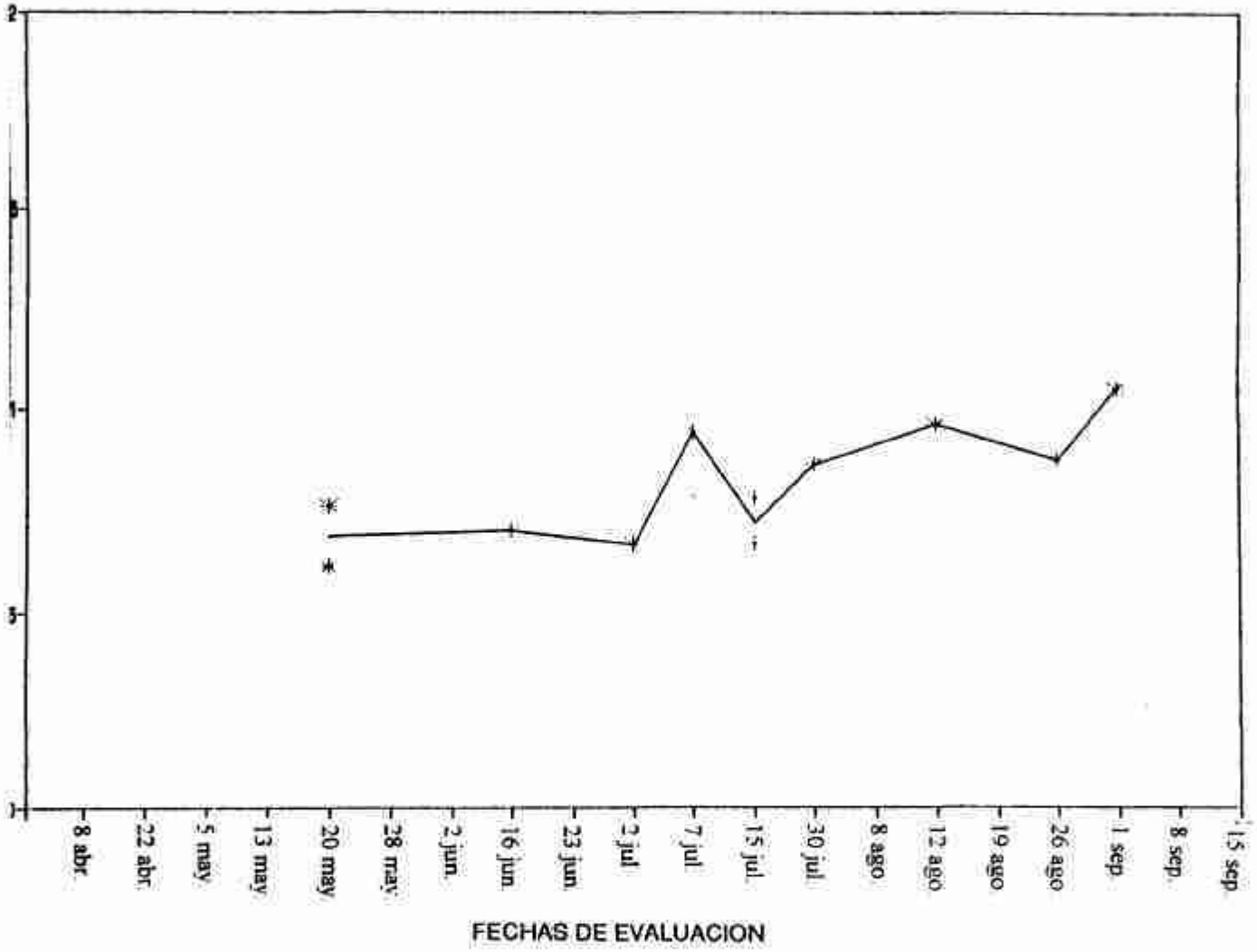


FIGURA 11. Evolución de la longitud promedio de las yemas clasificadas en categoría 2 para el tratamiento yemas seleccionadas desde brotes otoñales de árboles con bajo nivel de carga, a aprtir del seguimiento histológico.

Según RAZETO (1987), la inducción floral ocurre de uno a dos meses antes de la diferenciación por lo que, según los antecedentes presentados, se puede estimar que la inducción ocurrió a partir de los meses de abril y mayo prolongándose durante el resto de la temporada hasta fines de agosto (cuatro a cinco meses) para tres de los cuatro tratamientos.

Para el caso del tratamiento con selección de yemas provenientes de brotes primaverales en árboles de bajo nivel de carga, la inducción floral, aunque se habría iniciado en la misma fecha que el resto de los tratamientos, se prolongó durante un período mucho menor, hasta fines de junio (dos a tres meses), (Figura 9).

Estos resultados estarían corroborando los resultados obtenidos por GONZALEZ (1994), quien afirma que la inducción floral, para el cv. Hass, ocurriría en los meses de mayo y junio, y que se prolongaría posiblemente hasta fines de julio e inicios de agosto.

El adelantamiento en las fechas de inducción obtenidas este año, en comparación con las obtenidas por GONZALEZ (1994) estaría explicado por las condiciones ambientales, especialmente la temperatura, la cual habría favorecido y estimulado el crecimiento vegetativo y la floración de los árboles durante esta temporada.

4.6. Descripción histológica de la diferenciación floral en palto:

Las yemas florales son yemas que han sufrido una severa reorganización estimulada por factores externos e internos en el árbol. Sin embargo, los primeros cambios sufridos en las yemas no son observables ya que son cambios histoquímicos producidos durante la inducción floral. Sólo son observables los cambios morfológicos producidos durante la diferenciación floral.

Las yemas florales en palto pueden originar dos tipos de inflorescencias; indeterminadas, en las cuales sólo los meristemas axilares se diferencian a flores mientras que el meristema apical permanece vegetativo continuando el crecimiento del brote, y las determinadas, en las que ambos tipos de meristemas, axilares y apical se diferencian a flor por lo que el crecimiento vegetativo del brote sólo puede continuarse por la presencia de yemas laterales vegetativas o florales indeterminadas.

SCHROEDER (1951), señala que la primera señal observable al microscopio, del desarrollo de una yema floral de palto es el redondeamiento del ápice de las yemas axilares. Esta señal fue observada a partir del 8 de abril, para los tratamientos con yemas primaverales, y a partir del 20 de mayo, para las yemas otoñales, correspondiendo a la categoría 2 de desarrollo en la clasificación efectuada. (Figura 12).

A partir de estos meristemas axilares, que han formado una estructura cupular, comienza a emerger una nueva estructura alargada en la que se empiezan a evidenciar las brácteas. Junto con el resto de los meristemas axilares, estas estructuras pasan a formar los ejes secundarios de la inflorescencia los cuales se ubican entorno al eje principal compuesto por un meristema apical vegetativo o reproductivo dependiendo del tipo de inflorescencia. (Figura 13).

A partir de esta estructura alargada o eje secundario se generan masas de células cónicas y compactas que se ubican en forma terminal y lateral , y que posteriormente darán origen a las flores. (Figuras 14 y 15).

Por su parte, cada masa celular inicia una reorganización para originar, finalmente, cada una de las estructuras florales, en una secuencia de diferenciación que va desde los extremos hacia el centro. La primera estructura que se diferencia es el perianto que

se evidencia como dos brazos que se curvan hacia el centro. Le siguen los estambres, los estaminodios y, por último, el pistilo con un óvulo simple. (Figuras 16, 17 y 18).

Cada flor está unida al eje secundario por un eje terciario que, dada su corta longitud, sólo es perceptible en las etapas finales de la diferenciación.

A pesar que son los meristemas axilares más próximos al meristema apical los que primero inician la diferenciación, son los meristemas más alejados los que se desarrollan más en longitud y son los que primero abren sus flores. (Figura 19).

FIGURA 12. Yema apical proveniente de un brote primaveral, colectada el 2 de junio a partir de un árbol de bajo nivel de carga. Se observa el meristema apical vegetativo (mav) y dos meristemas axilares (max) indiferenciados que muestran, sin embargo, forma cupular.(40x)

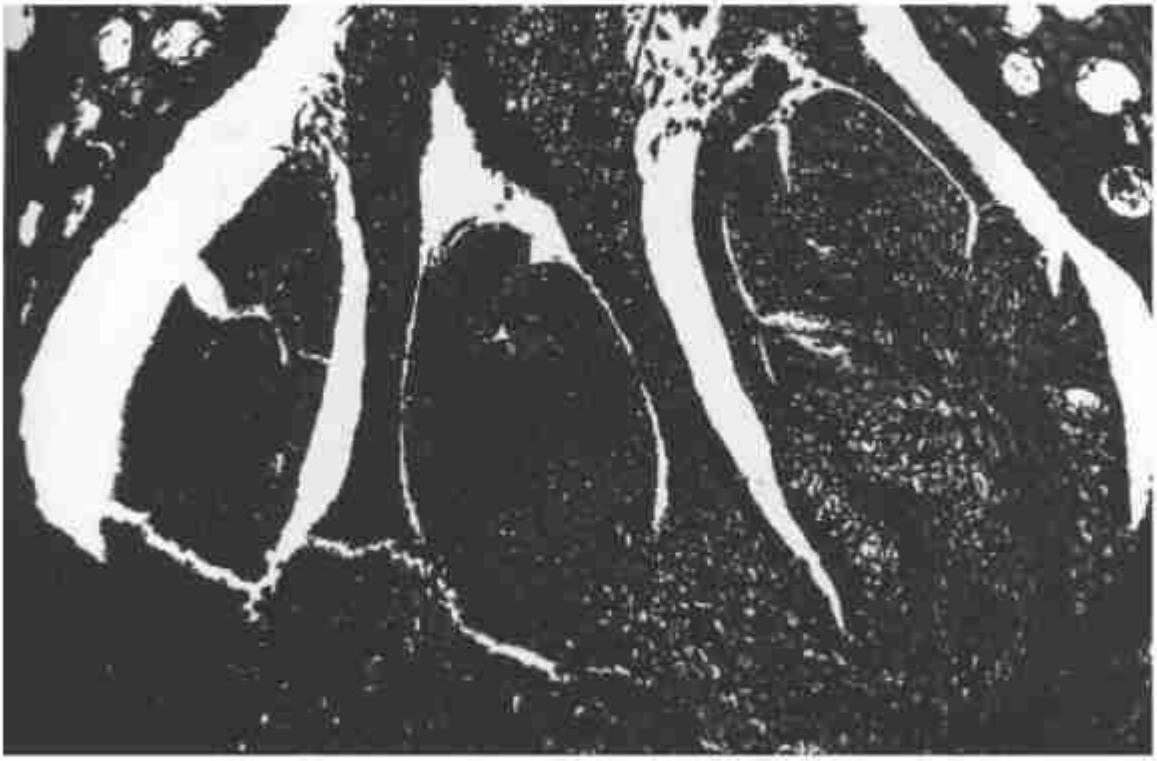


FIGURA 13. Yema apical proveniente de un brote primaveral colectada el 12 de agosto apartir de un árbol con bajo nivel de carga. Se aprecian meristemas apical (ma) y axilares (max) con brácteas (b), iniciando proceso de elongación del eje de la inflorescencia. Esta yema dará origen a una inflorescencia determinada.(40x)

FIGURA 14. Yema apical floral, proveniente de un brote otoñal, colectada el 1° de septiembre apartir de un árbol con bajo nivel de carga. Se observa meristema apical vegetativo (mav), meristema axilar (max) alargado y agrupación de células que darán origen a flor (f).(40x)

FIGURA 15. Yema apical floral proveniente de un brote generado en el flash otoñal, colectada el 1° de septiembre a partir de un árbol de bajo nivel de carga. Se aprecia el eje secundario de la inflorescencia (e2), e inicio en la formación de flores (f).(40x)

FIGURA 16. Última fase en la formación de flores. Se observa perianto (pe) curvado hacia el centro y, axilarmente, otras dos futuras flores (f).(40x)

FIGURA 17. Etapa final de la formación de la inflorescencia. Se aprecia dentro de ella formación de flor apical (fa) y tres flores laterales (fl) unidas al eje principal por los ejes terciarios (e3).(40x)

FIGURA 18. Diferenciación de los verticilos florales. Se observa la formación de estambres (es), estaminodios (et) y pistilo (pi) en la zona central de la flor la que va unida al resto de la inflorescencia por un eje terciario (e3).(40x)

FIGURA 19. Corte longitudinal de una yema de tipo indeterminada con cuatro meristemas axilares florales. Se observa meristemas más alejados del ápice, con mayor grado de diferenciación.(10x)

FIGURA 20. Yema del tipo indeterminada con meristemas axilares vegetativos (maxv). Esta yema originará un solo brote.

4.7. Seguimiento en terreno:

El análisis de la longitud de las yemas fue realizado a partir del seguimiento en terreno durante ocho fechas para comprobar la existencia de diferencias de esta variable entre los tratamientos durante el período de diferenciación floral (Cuadro 1). Ésto permitirá determinar si efectivamente se produce un efecto detrimental en el desarrollo de las yemas cuando las condiciones nutricionales no son las más adecuadas, como es el caso de árboles con alto nivel de carga frutal. Esto, basado en la teoría de que las yemas que se desarrollan bajo condiciones nutricionalmente desfavorables serían más débiles y de menor tamaño, lo que podría afectar la capacidad de formación de las flores.

CUADRO 1. Longitud promedio de yemas terminales de palto en ocho fechas en el seguimiento en terreno provenientes de tratamientos diferenciados de carga frutal y flash vegetativos.

	Longitud promedio de yemas (cm)							
Trmt.	**08/Abr**	**05/May**	**20/May**	**02/Jun**	**23/Jun**	**07/Jul**	**30/Jul**	**12/Ago**
P. Alta	0.506 a	0.603 a	0.610 a	0.639 a	0.675 a	0.688 a	0.736 a	0.802 ab
P. Baja	0.509 a	0.577 a	0.596 a	0.661 a	0.742 b	0.778 a	0.861 a	0.976 bc
O. Alta	*	*	0.630 a	0.727 b	0.744 b	0.679 a	0.694 a	0.722 a
O. Baja	*	*	0.718 a	0.780 b	0.854 c	0.880 a	0.927 a	1.066 c

Letras iguales indican que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, según Test de Tuckey (P=0,05)
* No existe este material en esta fecha

Del Cuadro 1 se desprende que las mayores longitudes promedio de las yemas se presentan en ambos tratamientos de baja carga aunque se observa mayor desarrollo de las yemas provenientes del tratamiento con yemas en brotes otoñales de árboles con bajo nivel de carga.

Estos resultados concuerdan, en parte, con lo esperado ya que las condiciones más

favorables para la formación de yemas podrían estar representadas por el tratamiento de yemas otoñales en árboles de baja carga ya que son yemas formadas apicalmente en brotes otoñales, en el momento en que hay pocos frutos cuajados en el árbol. Sin embargo, los resultados difieren de los obtenidos por THORP, ASPINALL y SEDGLEY (1993), quienes obtuvieron los mayores tamaños promedio de yemas en los brotes provenientes del flash de crecimiento primaveral. Cabe mencionar, sin embargo, que el tamaño de las yemas es expresado, por estos autores, como un área, por lo que se considera el diámetro ecuatorial de las yemas, valores que no fueron cuantificados en el presente estudio.

Las yemas del tratamiento Otoño carga alta, por su parte,son yemas formadas cuando en el árbol existe una gran cantidad de frutitos cujados los que competirán con el crecimiento vegetativo.

En el caso de los tratamientos con yemas provenientes del flash primaveral, el tratamiento que más puede favorecer la formación de yemas está representado por el de Primavera carga alta ya que son yemas formadas en la primavera del año anterior con presencia de pocos frutos. Sin embargo, la formación de estas yemas se ve desfavorecida por la floración y la cuaja posterior las que ocurren paralelamente al este proceso. Este efecto se puede corroborar por los datos obtenidos observándose las menores longitudes de yemas en ambos tratamientos primaverales, sin existir casi diferencias entre ellos.

Los resultados del análisis estadístico concluyen, sin embargo, que no existen diferencias significativas, en la longitud de las yemas, en las fechas 8 de abril, 5 de mayo, 7 de julio y 30 de julio para todos los tratamientos. Ello hace imposible afirmar que la variable en estudio sea realmente diferente en todos los tratamientos, a pesar que en el resto de las fechas, existan diferencias significativas.

En las fechas 20 de Mayo, 2 de Junio, 23 de Junio y 12 de Agosto las diferencias estarían dadas principalmente por el tratamiento "otoño carga baja" el cual, en las cuatro fechas mencionadas, presenta una mayor longitud de yemas. Por su parte, el tratamiento con yemas otoñales, en árboles de alta carga, se comporta en forma intermedia, y posiblemente semejante, al tratamiento "primavera carga alta" (Figuras 21, 22, 23 y 24).

4.8. Caracterización de los brotes:

Se realizó el análisis de siete características, al final del seguimiento en terreno, a los brotes originados a partir de las yemas seleccionadas, para determinar si algunas de ellas se ven afectadas por la carga frutal de los árboles en los dos flash de crecimiento vegetativo.

Para este análisis se utilizaron las yemas, previamente rotuladas, del seguimiento en terreno, es decir, doce yemas por árbol (36 yemas por tratamiento). A los brotes originados se les evaluó siete características cada una de las cuales se analiza por separado.

4.8.1. Número de yemas apicales florales

Este estudio se realizó con el fin de determinar si existen diferencias significativas en el número de yemas florales y vegetativas obtenidas en cada tratamiento.

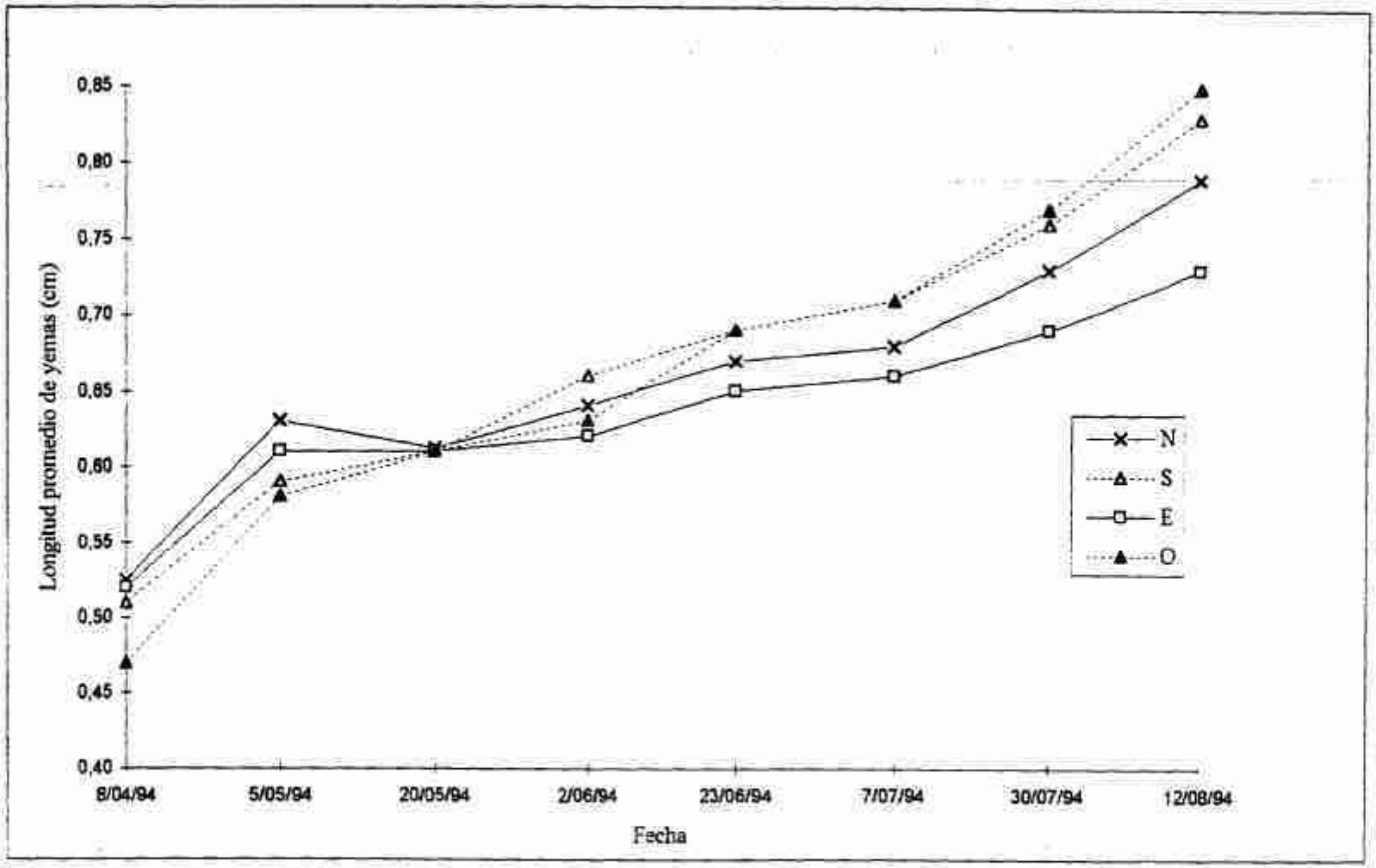


FIGURA 21. Evolución de la longitud promedio de las yemas terminales seleccionadas. Tratamiento: yemas provenientes de brotes primaverales en árboles con alta carga según posición cardinal.

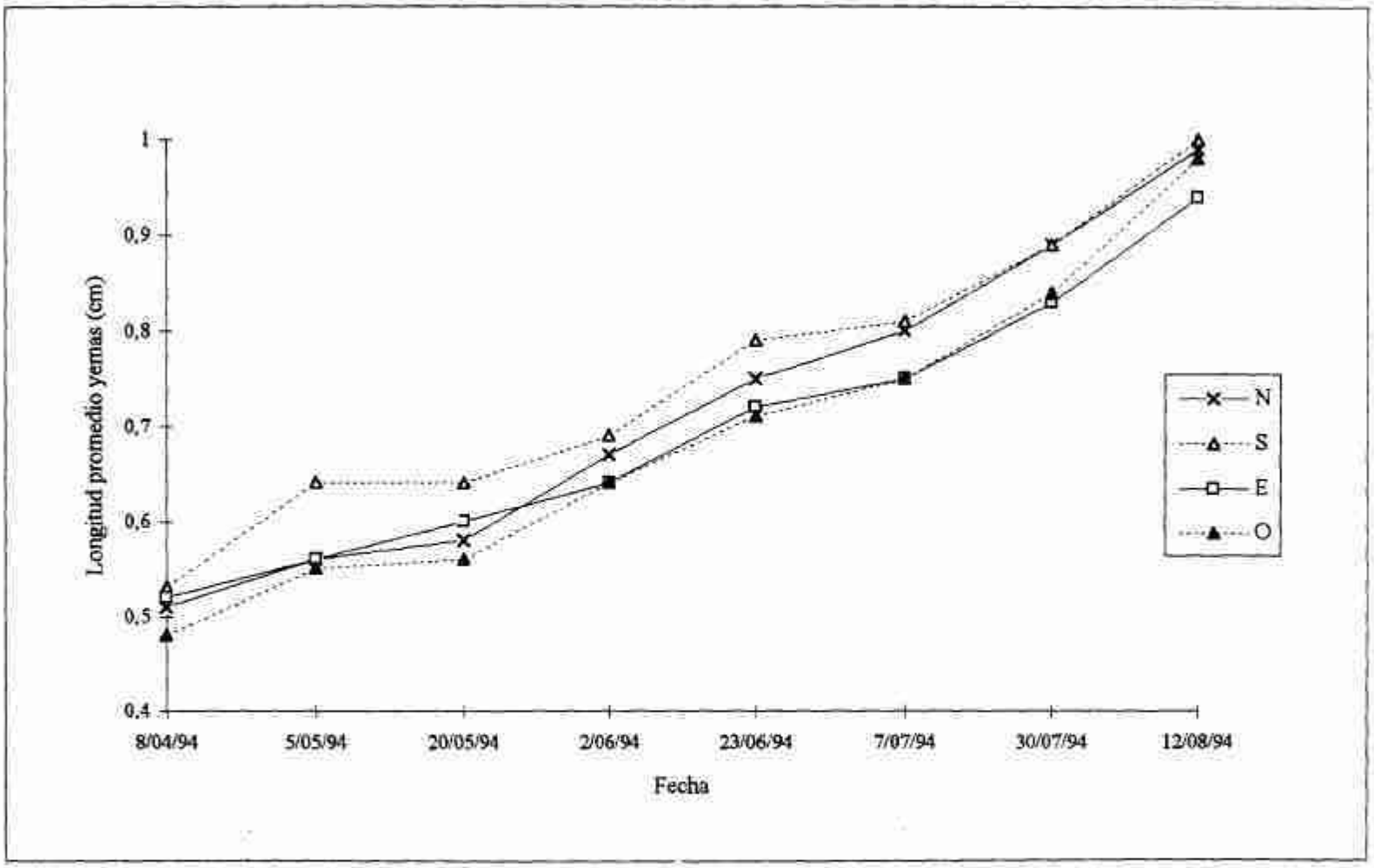


FIGURA 22. Evolución de la longitud promedio de las yemas terminales seleccionadas. Tratamiento: yemas provenientes de brotes primaverales en árboles con alta carga según posición cardinal.

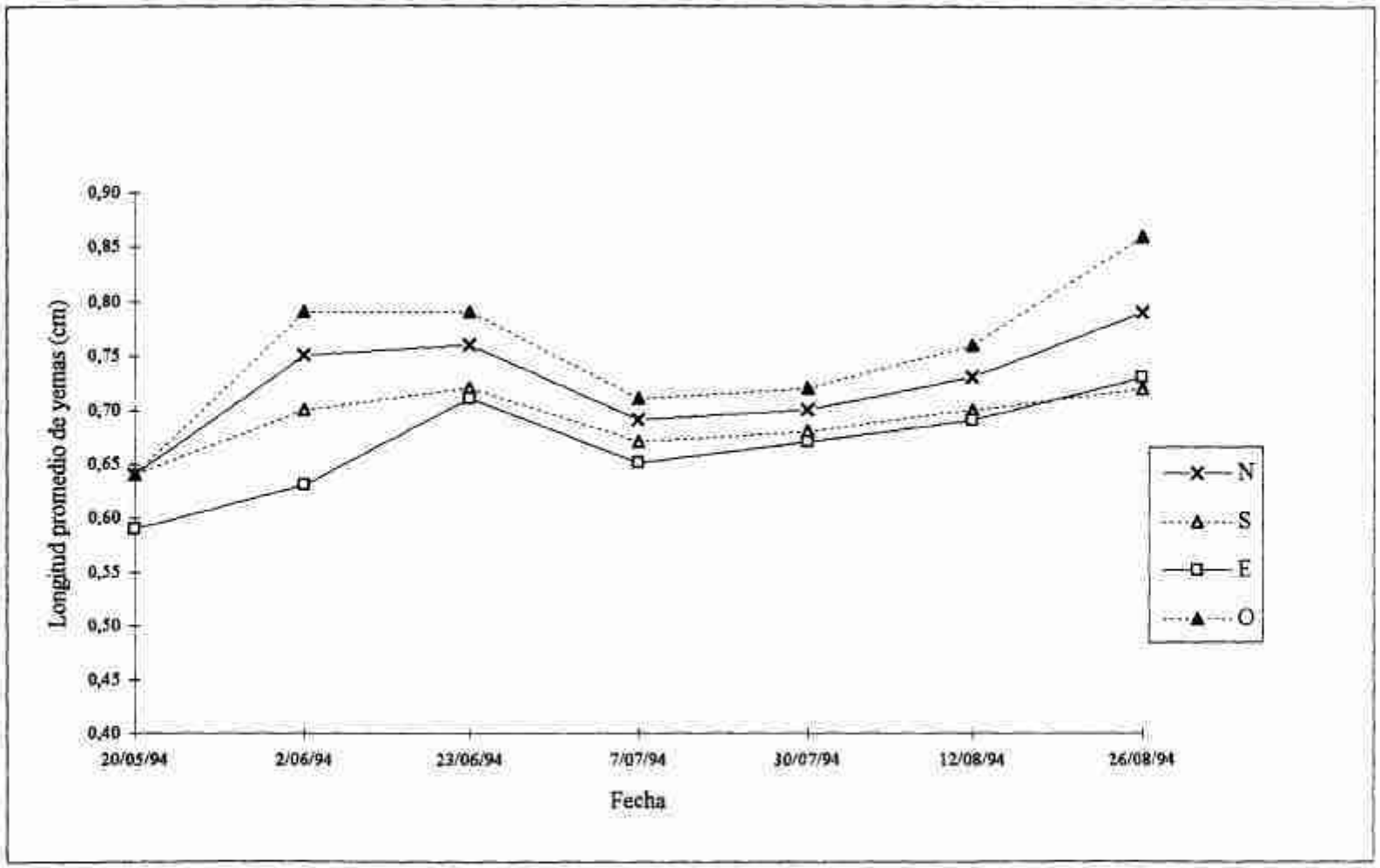


FIGURA 23. Evolución de la longitud promedio de las yemas terminales seleccionadas. Tratamiento: yemas provenientes de brotes otoñales en árboles de alta carga según posición cardinal.

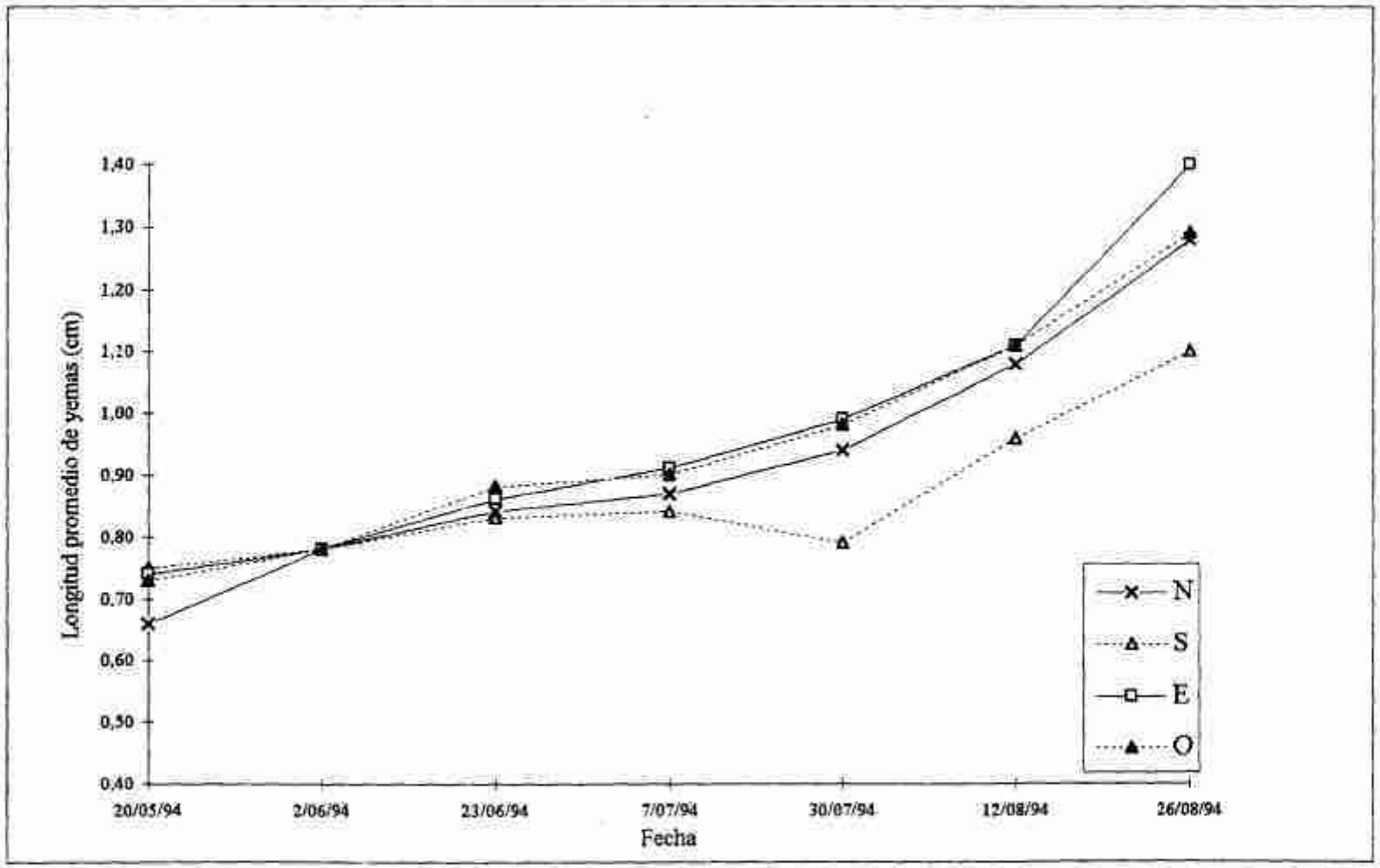


FIGURA 24. Evolución de la longitud promedio de las yemas terminales seleccionadas. Tratamiento: yemas provenientes de brotes otoñales en árboles de baja carga según posición cardinal.

El conteo del número de yemas apicales florales se realizó al finalizar el seguimiento en terreno (19 de noviembre), ya que no fue posible evidenciar, en fechas anteriores, si darían origen a una estructura floral o un brote vegetativo.

Los Cuadros 2 y 3 reflejan los resultados obtenidos en el seguimiento en terreno para cada tratamiento. De ellos se desprende que no hay efecto claro de la exposición de las yemas sobre su capacidad reproductiva, lo cual no es habitual ya que se espera encontrar una mayor cantidad de estructuras florales en aquellos brotes más favorecidos en aporte de luz solar y temperatura y, por ende, con mayor actividad fotosintética y metabólica, lo cual, en último término, se traduce en una mayor cantidad de reservas carbohidratadas.

CUADRO 2. Cantidad de yemas apicales florales generadas en cada tratamiento y para cada orientación.

Tratamiento	N	S	E	O	Nº Total	%
Prim Alta	6	6	6	5	23	63.89
Prim Baja	9	9	8	9	35	97.22
Otoño Alta	1	2	0	1	4	11.11
OtoñoBaja	8	4	8	7	27	75.00

CUADRO 3. Porcentaje de yemas apicales florales generadas por condición y exposición.

Tratamientos	N	O	S	E	%
Primavera-Alta	66,67 %	66,67 %	66,67 %	55,55 %	63,89 %
Primavera-Baja	100 %	100 %	88,89 %	100 %	97,22 %
Otoño - Alta	11,11 %	22,22 %	0 %	11,11 %	11,11 %
Otoño - Baja	88,89 %	44,44 %	88,89 %	77,78 %	75,00 %

Sin embargo, puede apreciarse un marcado efecto de la carga frutal sobre el número de flores producidas. Es así como en yemas originadas en brotes provenientes del flash pimaveral, el 97,22% de ellas originaron una estructura floral en el tratamiento de baja carga a diferencia del tratamiento de alta carga, donde sólo el 63,89% de las yemas en posición terminal originaron flores, el resto de las yemas fueron del tipo vegetativas. Es decir, en los árboles de alta carga la producción de flores se redujo en un 34,30% en comparación a los árboles de baja carga.

Para el caso de yemas terminales originadas en brotes del flash otoñal, el efecto de la carga frutal tuvo mayor incidencia ya que se obtuvo que el 75% de las yemas en árboles de baja carga originaron flores frente al 11,11% obtenido en árboles de alta carga. Es decir, la producción de flores se redujo en un 85,20% respecto al tratamiento de baja carga.

SCHOLEFIELD (1985), asegura que los niveles de carbohidratos no son los causantes de la iniciación floral ya que ésta ocurre cuando los niveles de almidón son mínimos. Sin embargo, los resultados obtenidos indican la existencia de algún tipo de relación entre la presencia de frutos y el status floral de los ápices ya que hay un aumento en la floración de 6,75 veces en los árboles de baja carga (aumento explicado por el aumento de yemas terminales y laterales florales). Este aumento en la floración en árboles con baja carga puede ser de alguna forma explicado por la ausencia de los frutos los cuales, durante su desarrollo, generan giberelina endógena, hormona catalogada como inhibidora de la iniciación floral (JACKSON, 1986).

A diferencia de los árboles de alta carga, en los de baja carga frutal se obtuvo una floración muy superior. Sin embargo, este aumento en la floración no puede ser atribuido sólo a un factor sino que debe entenderse como la suma de factores que inciden en la formación y desarrollo de un mayor número de yemas florales.

Entre estos factores destacan las concentraciones de giberelina endógena, generada a partir de las semillas de los frutos en desarrollo, la cual ejercería un efecto contrario durante la inducción floral pero que al encontrarse sólo en pequeñas cantidades en los árboles de baja carga, no lograrían inhibir eficazmente este proceso. Por su parte, los puntos de crecimiento vegetativo, que son también una importante fuente de giberelinas, especialmente en los árboles con baja carga en los cuales el crecimiento vegtativo se ve potenciado en mayor magnitud, no ejercerían mayor efecto sobre la inducción de yemas de palto ya que los periodos en los que ocurren los flash vegetativos (primavera y otoño) no coinciden con los periodos de ocurrencia de la inducción floral (abril a agosto).

Otros factores a considerar son la temperatura, la cual favorece la inducción floral entre ciertos rangos y, por último, los carbohidratos que, aunque parecieran no actuar directamente durante la inducción floral, favorecen el posterior desarrollo de las inflorescencias.

4.8.2. Número de yemas apicales vegetativas

Como es bien sabido, la capacidad reproductiva de esta especie está muy relacionada con su crecimiento vegetativo. Es así como este crecimiento reproductivo se ve restringido por aquellos tratamientos que no favorecen la expresión reproductiva de los árboles como lo son los tratamientos de alta carga con yemas primaverales y otoñales los que presentaron, durante la temporada en estudio, gran cantidad de fruta en desarrollo. A partir del Cuadro 4 se puede apreciar que existió un mayor número de yemas vegetativas en los árboles que presentaron alto nivel de carga, sin embargo, estos resultados deben ser entendidos como una menor diferenciación floral de las yemas que brotaron en estos tratamientos ya que, en los tratamientos que presentaron un bajo nivel de carga frutal, se obtuvo un mayor número de yemas brotadas y, de ellas, un

mayor número de yemas que se diferenciaron a flor lo que llevó a obtener un menor número de yemas vegetativas. (Cuadro 4).

De esta forma se tiene que en el tratamiento de yemas generadas en brotes primaverales en árboles de baja carga un 2,77% de ellas originó un brote vegetativo a diferencia de los árboles de alta carga, que originaron un 36,11%. De ésto se desprende que hay un 92,33% de incremento en el número de brotes vegetativos generados en los árboles que presentaron un alto nivel de carga frutal durante la temporada en estudio en comparación a los árboles con bajo nivel de carga.

CUADRO 4. Cantidad de yemas apicales vegetativas por condición y orientación.

	Nº de yemas apicales vegetativas					
Tratamient	**N**	**S**	**E**	**O**	**Nº Total**	**%**
Prim Alta	3	3	3	4	13	36.11
Prim Baja	0	0	1	0	1	2.77
Otoño Alta	8	7	9	8	32	88.88
OtoñoBaja	1	5	1	2	9	25.00

Por su parte, en los tratamientos con yemas otoñales se obtuvo un incremento en el número de brotes vegetativos de un 71,90% en relación al mejor tratamiento.

A pesar de las diferencias obtenidas, el análisis estadístico arrojó que no existen diferencias significativas en el número de yemas florales en los tratamientos con yemas generadas en brotes primaverales en árboles con alta y baja carga, y los tratamientos con yemas generadas en brotes otoñales en árboles con baja carga, comportándose en forma disímil el tratamiento Otoño carga alta, el cual presenta el menor número de yemas que generaron flores y también el mayor número de yemas que originaron

brotes vegetativos (Cuadro 5).

CUADRO 5. Número de yemas terminales florales y vegetativas generadas en cada tratamiento.

Tratamientos	Nº Yemas Florales	Nº Yemas Veget.
Primavera Alta	23 b	13 a
Primavera Baja	35 b	1 a
Otoño Alta	4 a	32 b
Otoño Baja	27 b	9 a

Letras iguales indican que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, según Test de Tuckey (P=0,05)

De este cuadro se desprende, además, que en tres de los cuatro tratamientos fue mayor el número de yemas florales sobre el número de yemas vegetativas. Estos resultados no concuerdan con lo teorizado por GONZÁLEZ (1994), quien al obtener un menor número de yemas apicales terminales florales, le otorga un rol más bien vegetativo a las yemas originadas en el flash de primavera. Los resultados de esta temporada demuestran que las yemas apicales tienen un rol más bien mixto en las que el desarrollo reproductivo cobra gran importancia viéndose potenciado o desfavorecido por la carga frutal del árbol. El tratamiento Otoño carga alta, que se comporta en forma diferente, será analizado detalladamente más adelante.

Junto con lo anterior, se hizo un conteo del número de inflorescencias del tipo determinadas e indeterminadas encontrándose que el 100% de las inflorescencias fueron del tipo indeterminado. Esto potencia el crecimiento vegetativo de los árboles incluso en aquellos tratamientos que produjeron un porcentaje significativamente menor de brotes vegetativos asegurando, de esta forma, la continuidad del crecimiento vegetativo.

Complementando el estudio, se contabilizó el número de ejes secundarios de cada inflorescencia lo que permitió estimar el número de flores producidas. Estos datos se tabularon en el Cuadro 6 del cual se desprende que no existe un efecto evidente de la orientación de las yemas sobre el número de ejes secundarios formados. Sin embargo, existe un claro efecto del origen de las yemas ya que aquellas provenientes del flash otoñal produjeron un número claramente inferior de ejes secundarios por inflorescencia siendo, en los tratamientos de alta carga, un 84,40% menor el número de ejes en las yemas otoñales y, en los de baja carga, un 43,14% menor.

CUADRO 6. Efecto de la orientación y de los tratamientos sobre el número estimado de flores producidas por inflorescencia terminal.

	Ejes secundarios por orientación				Nº ejes 2º por Tmt.	Nºde Inflor.	Prom Ejes/Inf l	Nº Flores Estimad.	Nº Prom de Flores/Infl.
Tmt	N	O	S	E					
P. alta	24	28	26	25	103	23	4,50	1648	71,7
P. baja	51	37	43	51	182	35	5,20	2912	83,2
O. alta	1	4	0	1	6	4	0,70	96	24,0
O. baja	20	11	22	24	77	27	2,90	1232	45,6

Se observa también, efecto de la carga frutal sobre el número de ejes secundarios, observándose que para cada tipo de yema los tratamientos de baja carga presentan un mayor número de ejes secundarios promedio.

El número de ejes secundarios de la inflorescencia es una característica que determina la ramificación de la inflorescencia y, por ende, determina también el número de flores que serán finalmente formadas. Es por ello que al existir condiciones que determinen un menor número de ejes secundarios, determinarán también la disminución en el número final de flores.

Es así como se obtuvo un mayor número de flores promedio por inflorescencia en los dos tratamientos con yemas originadas en la primavera frente a los tratamientos con yemas otoñales. Cabe mencionar, además, que dentro de estos tratamientos, los tratamientos en árboles de baja carga presentaron el mayor número de flores.

De esta forma se tiene que en árboles de baja carga se origina un mayor número de yemas florales y que éstas forman inflorescencias que sustentan, cada una, un mayor número de flores lo que finalmente se traduce en un mayor status floral en estos árboles.

4.8.2.1. Análisis del origen de las inflorescencias formadas

Como una forma de determinar la participación de cada flash de crecimiento vegetativo en la producción de yemas florales apicales, se confeccionó el Cuadro 7 en el cual se tabularon las yemas florales obtenidas por tratamiento y por flash de crecimiento.

CUADRO 7. Importancia relativa de cada falsh de crecimiento vegetativo en la producción de inflorescencias apicales para ambos niveles de carga frutal.

Tmt.	Nº yemas totales	Nº yemas florales	Nº yemas florales Prim.	Nº yemas florales Otoño	% flores en brotes de Primavera	% flores en brotes de Otoño
Alta Carga	72	27	23	4	85,2 %	14,8 %
Baja Carga	72	63	36	27	57,1 %	42,9 %

De él se desprende que el mayor aporte de yemas florales lo hace el flash de primavera para ambas condiciones de carga frutal, obteniéndose un 82,63% más flores en el tratamiento de alta carga y un 24,90% más flores en el de baja carga en relación al

número de flores producidas por los tratamientos con yemas otoñales.

Se aprecia además, un aumento en la participación del flash otoñal en el tratamiento de baja carga alcanzando un 42,9% de yemas florales, es decir, un 65,5% más de participación en comparación al tratamiento de alta carga para el mismo flash de crecimiento.

De esta forma se corrobora el rol otorgado por SCHOLEFIELD (1985), al flash de crecimiento otoñal el cual, al producir un mayor porcentaje de brotes vegetativos, incrementa las reservas de carbohidratos durante el invierno sin ir en desmedro de la producción.

Cabe señalar, sin embargo, que en la temporada en estudio la floración otoñal fue muy superior a otras temporadas por lo que los resultados pueden no ser representativos de años con floración otoñal "normal" o de menor intensidad. Ésto debido a que un número, no cuantificado, de yemas originadas en la primavera de 1994, en vez de generar brotes vegetativos en el flash de crecimiento otoñal, generaron yemas que dieron origen a flores y, por ende, el número de brotes vegetativos fue muy inferior al de otras temporadas.

Este efecto pudo ser apreciado en la selección de las yemas de otoño que se vio dificultada por el reducido número de brotes vegetativos otoñales el cual, incluso, fue casi nulo en los árboles de alta carga. Esto obligó a seleccionar, en los árboles de alta carga, yemas otoñales en brotes ubicados en la parte inferior del árbol, ya que fue la única zona en donde se ubicaron los pocos brotes otoñales generados, por lo que es posible que estos brotes sólo cumplieran un rol de crecimiento vegetativo más que de desarrollo reproductivo. Este efecto estaría reflejado en el mayor porcentaje de flores obtenido en yemas provenientes del flash de crecimiento primaveral, en los árboles de

presentaban alto nivel de carga frutal durante la temporada en estudio, en comparación con el observado a partir de las yemas en brotes otoñales.

4.8.3. Número de yemas laterales

El número de yemas laterales brotadas fue cuantificado como una forma de determinar si realmente existen diferencias entre los tratamientos estudiados y para comprobar su participación en el incremento de la floración.

CUADRO 8. Cantidad de yemas laterales generadas por tratamiento y por exposición.

Tmt.	N	O	S	E	Total
P. alta	1	0	3	0	4
P. baja	11	13	13	14	51
O. alta	11	1	4	5	21
O. baja	20	24	11	32	87

Del Cuadro 8 se desprende que existe efecto del nivel de carga frutal sobre el número de yemas laterales generadas comprobándose un aumento del número de yemas en un 92,16% para el tratamiento de yemas primaverales en árboles de baja carga en relación a los de alta carga y, en el caso de yemas otoñales, de un 75,90% en relación a los árboles de alta carga.

Se observa, además, un efecto del origen de las yemas ya que para ambos tratamientos de alta y baja carga, son los tratamientos con yemas en brotes otoñales los que presentan la mayor cantidad de yemas laterales. Por otro lado, no parece haber efecto de la exposición cardinal de los brotes sobre el número de yemas laterales brotadas.

4.8.3.1. Yemas laterales florales

Las yemas laterales cuantificadas fueron clasificadas según la estructura vegetal producida (floral y vegetativa).

Del Cuadro 9 se desprende que hay un efecto variable de la exposición de las yemas sobre el número de yemas florales y vegetativas generadas.

CUADRO 9. Cantidad de yemas florales y vegetativas originadas a partir de yemas laterales para cada exposición y tratamiento.

	N		O		S		E		Total	
Tmt.	**F**	**V**	**F**	**V**	**F**	**V**	**F**	**V**	**F**	**V**
P. alta	0	1	0	0	0	3	0	0	0	4
P.baja	8	3	12	1	11	2	12	2	43	51
O.alta	1	10	0	1	0	4	0	5	1	21
O.baja	20	0	21	3	11	0	32	0	84	87
Total	29	14	33	5	22	9	44	7	128	163

El análisis estadístico, por su parte, arrojó que existen diferencias significativas en el número de yemas florales para todos los tratamientos estudiados obteniéndose las mayores cantidades de yemas en los tratamientos de baja carga. Existen también diferencias significativas en el origen de las yemas observándose una mayor cantidad de yemas florales laterales en los tratamientos con yemas provenientes de flash otoñal (Cuadro 10).

CUADRO 10. Resultado del análisis estadístico realizado sobre el número de yemas florales originadas a partir de yemas laterales.

Tratamientos	Nº Yemas Laterales Florales
Primavera Alta	0 a
Primavera Baja	43 c
Otoño Alta	1 a b
Otoño Baja	84 d

Letras iguales indican que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, según Test de Tuckey (P=0,05)

Los resultados tabulados en el Cuadro 11 permiten asegurar que las yemas laterales tienen, al igual que las yemas apicales, un rol más bien mixto ya que el 74,5% de las yemas del tratamiento con yemas primaverales en árboles de baja carga, y el 78,60% en el tratamiento con yemas otoñales en árboles de baja carga, corresponden a inflorescencias del tipo indeterminadas. Cabe mencionar, además, que en ambos tratamientos de baja carga aproximadamente un 25% de las yemas laterales florales generadas tienen sólo un rol reproductivo.

CUADRO 11. Cantidad de yemas laterales florales determinadas e indeterminadas generadas en cada tratamiento.

	Tipo de Inflorescencias	
Tratamientos	Indeterminada	Determinada
Primavera Alta	0	0
Primavera Baja	32	11
Otoño Alta	1	0
Otoño Baja	66	18

La presencia de un gran porcentaje de yemas indeterminada, ya sea laterales o apicales, junto con permitir la continuación del crecimiento vegetativo, puede ejercer un efecto

negativo en el desarrollo reproductivo. Este efecto negativo está dado por la presencia de los ápices vegetativos los cuales, al desarrollar brotes post-antesis compiten nutricionalmente con los frutos cuajados.

Para cuantificar la floración originada por yemas laterales se contabilizó el número de ejes secundarios de cada inflorescencia lateral tabulándose los datos en el siguiente cuadro.

CUADRO 12. Efecto de los tratamientos sobre el número estimado de flores producidas a partir de las yemas laterales.

	Nº de ejes 2º/ orientación				Ejes 2º por Tmt	Nº de Inflor.	Prom Ejes/Inf	Nº Flores entimadas	Nº prom. de flores/Infl
Tmt	N	O	S	E					
P. alta	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P. baja	35	36	31	38	140	43	3,26	2240	52,1
O. alta	2	0	0	0	2	1	2,00	32	32
O. baja	59	54	51	122	86	84	3,40	4576	54,5

En el Cuadro 12 se observa que no hay un efecto claro de la orientación de las yemas sobre el número de yemas laterales brotadas. Tampoco se puede apreciar efecto de la carga frutal sobre el número promedio de ejes secundarios por inflorescencia sino, más bien, este efecto sólo se expresaría en el mayor número de yemas laterales encontradas en los tratamientos de baja carga.

Para determinar la participación de las yemas apicales y laterales en la floración se analizaron los datos obtenidos (Cuadro 13) encontrándose que la floración lateral cobra importancia en los tratamientos con árboles con bajo nivel de carga aumentando en ellos la floración en un 76,93% en los tratamientos con yemas primaverales en relación con la floración de las yemas florales apicales. Sin embargo, en este tratamiento son las

yemas florales apicales las que participan con un mayor porcentaje de flores en la floración total obtenida.

En el caso del tratamiento con yemas otoñales en árboles con baja carga, el mayor número de flores está explicado por un mayor número de yemas laterales que incrementan la floración de las yemas apicales en casi tres veces en este tratamiento.

Cabe destacar, que los tratamientos de alta carga, además de producir un menor número de yemas apicales florales, producen también un menor número de yemas laterales florales, lo que se traduce en el menor status floral observado.

CUADRO 13. Participación de yemas apicales y laterales en la floración para todos los tratamientos.

	Yemas Apicales			Yemas Laterales			
Tmt.	N°Inflor.	N° flores estimadas	%	N°Inflor.	N° flores estimadas	%	N° flores /brote
P.alta	23	1648	100	0	0	0	1648
P.baja	35	2912	56,52	43	2240	43,48	52
O.alta	4	96	75	1	32	25	128
O.baja	27	1232	21,21	84	4576	78,79	5808

4.8.3.2. Yemas laterales vegetativas.

El análisis estadístico arrojó que no existen diferencias estadísticamente significativas en la cantidad de brotes vegetativos obtenidos a partir de yemas laterales para los tratamientos con yemas primaverales y el tratamiento con yemas otoñales en árboles de baja carga. Lo anterior indica que este tipo de yemas no se ve afectada por el nivel de carga frutal, sino más bien, se presentan en una cantidad más o menos similar en los árboles muestreados.

CUADRO 14. Número de yemas laterales vegetativas obtenidas en cada tratamiento.

Tratamientos	Nº Yemas Laterales Vegetativas
Primavera Alta	4 a
Primavera Baja	8 a b
Otoño Alta	20 b
Otoño Baja	3 a

Letras iguales indican que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, según Test de Tuckey (P=0,05)

Lo anterior debido a que en árboles que presentan alta carga la cantidad de brotes vegetativos se ve restringida por el status nutricional de los árboles, a causa del sink presentado por los frutos, lo que impide un crecimiento vegetativo exuberante. Al contrario de éstos, los árboles de baja carga, al presentar un alto nivel de reservas carbohidratadas almacenadas durante el invierno, y al no presentar niveles endógenos altos de giberelinas, encausan su energía en favorecer el desarrollo reproductivo, generando con ésto una cantidad de brotes vegetativos menor a la esperada. Sin embargo, como se aprecia en el Cuadro 14, el crecimiento vegetativo real de los árboles sólo puede ser apreciado post-floración ya que la mayoría de las inflorescencias formadas son del tipo indeterminadas, para ambas cargas, lo cual al ser sumado a la cantidad de yemas vegetativas entregan la cantidad de brotes vegetativos total generados en el flash primaveral.

En los datos finales obtenidos se ve claramente reflejado el efecto de la carga frutal obteniéndose las mayores cantidades de brotes vegetativos en los tratamientos de baja carga para las dos edades de yemas.

El tratamiento con yemas otoñales en árboles de alta carga se comporta en forma diferente pudiendo atribuir este comportamiento, como antes se mencionó, al hecho de

que las yemas de este tratamiento debieron ser seleccionadas a partir de brotes ubicados en forma basal en los árboles a causa de su escasez. Esto, entonces, habría provocado el incremento en el número de yemas apicales vegetativas al igual que de yemas laterales vegetativas lo cual estaría indicando que los brotes seleccionados presentaban, más bien, un rol de participación en el desarrollo vegetativo más que de desarrollo reproductivo.

Esta ubicación basal de los brotes, estaría produciendo, además, una menor intercepción de luz lo que se traduce en una menor tasa fotosintética y, por ende, remotas posibilidades de inducción floral.

Es importante destacar, además, que aunque el número de yemas laterales vegetativas es importante, son las inflorescencias indeterminadas las que en mayor grado contribuyen a generar brotes vegetativos laterales que continúan el crecimiento del árbol. (Cuadro 15).

CUADRO 15. Cantidad de brotes vegetativos generados a partir de yemas laterales y terminales florales y vegetativas.

	Yemas laterales		**Yemas terminales**		
Tmt.	**Nº brotes vegetat.**	**Nº infloresc. indet.**	**Nº brotes vegetat.**	**Nº infloresc. indet.**	**Nº Total de brotes vegetat.**
Prim. alta	4	0	13	23	40
Prim. baja	8	32	1	35	76
Otoño alta	20	1	32	4	57
Otoño baja	3	66	9	27	105

Del análisis de las yemas laterales brotadas se desprende que poseen una gran incidencia en la floración y en la continuación del crecimiento vegetativo de los árboles, estando su número, determinado por las condiciones fisiológicas de los árboles.Es así como en los tratamientos de baja carga, en los cuales las reservas carbohidratadas son

mayores, el número de yemas apicales y laterates florales es mucho mayor a la cantidad de yemas apicales y laterales vegetativas.

En los tratamientos de alta carga, en cambio, el número de yemas laterates brotadas es menor dando origen a un mayor porcentaje de brotes vegetativos.

Estos resultados se contraponen a lo expuesto por SCHOLEFIELD (1985), quien asegura que una buena medida par reducir el efecto de las cosechas bianuales es controlar el crecimiento vegetativo post-antesis, el cual competiría nutricionalmente con el desarrollo de los frutos. Sin embargo, del Cuadro 14 se desprende que son los árboles de baja carga los que, generan una gran cantidad de de flores y de brotes vegetativos en la primavera, y por ende, gran cantidad de frutos cuajados, en comparación con los árboles de alta carga, los que generan una cantidad mucho menor de brotes primaverales y de frutos.

De esta forma se hace improbable que sea este tipo de brotes los que produzcan, por sí solos, diferencias tan marcadas en la producción en los dos tipos de árboles. Aunque sin duda estos brotes son causantes de la caída de una gran porcentaje de frutitos, a causa de la competencia nutricional que ofrecen, generan una disminución en el número de frutos que no logra ser tan marcada como para lograr que un árbol de alta carga rompa su ciclo de añerismo.

Por su parte CUTTING y BOWER (1990), trabajando con poda de brotes originados a partir de inflorescencias terminales indeterminadas, obtuvieron producciones similares a los tratamientos control lo que indica que la eliminación de estos brotes no permite obtener mayores producciones, lo cual estaría corroborando lo señalado anteriormente.

4.8.4. Longitud de los brotes originados en el flash de primavera

El largo de brotes generados a partir de las yemas seleccionadas, fue cuantificado al final de la temporada de crecimiento primaveral, para comprobar la existencia de diferencias en los crecimientos obtenidos al final de la temporada.

Cabe recordar, que todas las yemas de cada tratamiento originaron un brote vegetativo y que no hubo diferencias en la longitud de los brotes originados a partir de una yema floral indeterminada y de una yema vegetativa.

El Cuadro 16 permite concluir que existen diferencias significativas en la longitud promedio de los brotes entre los tratamientos pudiendo comprobar que la carga frutal y el origen de las yemas influyen en esta característica.

CUADRO 16. Largo promedio de los brotes al final del flash de crecimiento primaveral.

Tratamientos	**Longitud Promedio de Brotes (cm)**
Primavera Alta	7.04 a
Primavera Baja	10.33 b
Otoño Alta	1.59 b
Otoño Baja	15.59 c

Letras iguales indican que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, según Test de Tuckey (P=0,05)

De esta forma se aprecia que ambos tratamientos con yemas otoñales presentan brotes más vigorosos que los originados a partir de yemas primaverales. Además, los tratamientos de baja carga, que presentan cada uno diferencias significativas con los tratamientos de alta carga, presentan brotes mucho más vigorosos. De esta forma se tiene que los brotes del tratamiento Primavera carga alta son un 28,36% más pequeños que los brotes del tratamiento Primavera carga baja. Por su parte, los brotes de Otoño

carga alta son un 25,66% más pequeños que los brotes de Otoño carga baja.

Estos resultados concuerdan con lo esperado ya que árboles que presentan gran cantidad de frutos poseen reservas, en almidón y azúcares solubles, mucho menores que las registradas en árboles de baja carga (SCHOLEFIELD, 1985). Una mayor cantidad de reservas permitirá, entonces, un mayor crecimiento vegetativo de los árboles que se expresa en aumentos en el número de brotes generados y en un mayor vigor en estos brotes.

4.8.5. Tamaño de las inflorescencias apicales

Se cuantificó el tamaño de las inflorescencias como una forma de determinar si existen diferencias entre los tratamientos. Lo anterior, bajo el supuesto de que inflorescencias de mayor tamaño estarían reflejando ejes secundarios más largos y un esqueleto floral más fuerte lo que, en alguna medida, podría actuar en forma conjunta con otros factores, favoreciendo el desarrollo reproductivo de los árboles (Cuadro 17).

CUADRO 17. Longitud promedio de las inflorescencias, por tratamiento, después de la antesis.

Tratamientos	**Largo Promedio de las Inflorescencias (cm)**
Primavera Alta	12.95 a
Primavera Baja	15.51 b
Otoño Alta	15.37 a b
Otoño Baja	16.79 b

Letras iguales indican que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, según Test de Tuckey (P=0,05)

El análisis estadístico indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos

de alta y baja carga, observándose las menores longitudes promedio en los tratamientos Primavera carga alta y Otoño carga alta.

Se aprecia además, un mayor efecto de la carga frutal en aquellas yemas provenientes del flash de crecimiento primaveral, siendo las inflorescencias del tratamiento Primavera carga alta, un 16,5 % más pequeñas que las inflorescencias del tratamiento Primavera carga baja.

En los tratamientos con yemas otoñales, sin embargo, se aprecia un menor efecto de la carga frutal, no pudiendo afirmar que existan diferencias significativas entre los tratamientos de alta y baja carga.

De esta forma se puede concluir, que aunque los tratamientos con yemas primaverales en árboles de alta y baja carga generan una cantidad similar de yemas apicales florales, las inflorescencias producidas por el tratamiento de alta carga son de menor tamaño que las producidas por el tratamiento de baja carga.

El mayor vigor de las estructuras florales puede estar íntimamente relacionado con el nivel de reservas carbohidratadas de los árboles los cuales, junto con estimular un mayor desarrollo vegetativo imprime un mayor vigor a las estructuras formadas ya que al igual que los brotes, el período de formación de flores coincide con el período de mayor acumulación de reservas carbohidratadas en los árboles (SCHOLEFIELD, 1985).

El efecto positivo que podría ejercer un esqueleto floral más vigoroso estaría dado por un efecto más bien físico, ya que ejes secundarios más gruesos debieran estar formados por un sistema de vasos conductores más extenso y ramificado, lo que facilitaría el transporte de nutrientes hacia los frutos cuajados en este tipo de estructuras, es decir,

actuaría favoreciendo el crecimiento de los frutos por aumento en su capacidad de sink, sin embargo ésto sólo es una teoría.

4.8.6. Frutos cuajados en inflorescencias terminales

La cantidad de frutos cuajados por tratamiento, fue contabilizada el 27 de diciembre, sin que hubiese ocurrido aún la caída de frutos registrada por TAPIA (1993). Es por esta razón que los porcentajes de cuaja obtenidos son mayores al 0,1%, lo cual es considerado como adecuado por GARDIAZABAL y ROSENBERG (1991) (Cuadro.18).

El análisis estadístico concluyó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, para los tratamientos con yemas primaverales, el mayor porcentaje de frutos cuajados se presenta en el tratamiento de baja carga (Cuadro 18).

Por otra parte, en los tratamientos con yemas otoñales, nuevamente el mayor porcentaje de frutos cuajados ocurre en el tratamiento de baja carga.

CUADRO 18. Porcentaje de frutos cuajados en inflorescencias terminales por tratamiento.

Tratamientos	**Porcentaje de frutos cuajados**
Primavera Alta	0.147 a
Primavera Baja	0.272 a
Otoño Alta	0.370 a
Otoño Baja	0.476 a
Porcentaje General	0.316 %

Letras iguales indican que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, según Test de Tuckey (P=0,05)

Lo anterior está totalmente acorde con el resto de los datos obtenidos ya que habrían

factores que incentivan la producción de un mayor número final de frutos para la condición de baja carga como lo son; un mayor número de yemas apicales florales generadas, un mayor número de ejes secundarios por inflorescencia apical y un esqueleto floral más vigoroso (Cuadro 19).

CUADRO 19. Resumen del número de flores y frutos generados a partir de inflorescencias terminales por tratamiento.

Tratamiento	Nº yemas totales	Nº yemas florales	Nº de flores totales	Nº de frutos cuajados	% de cuaja 27/12/94
Prim Alta	35	23	1648	4	0,147
Prim Baja	36	35	2912	6	0,272
Otoño Alta	33	4	96	1	0,370
Otoño Baja	32	27	1232	5	0,476
TOTALES	136	89	5888	16	**0,32 %**

4.9. Seguimiento histológico:

Las yemas muestreadas durante cinco meses (20 fechas) para el seguimiento histológico, fueron medidas y clasificadas en cinco grupos según su estado de desarrollo, con el propósito de encontrar un modelo estadístico que pudiera relacionar la longitud de las yemas, el estado de desarrollo y la fecha de recolección. De esta forma se pretendendió estimar el estado de desarrollo a partir de la medición de la longitud de las yemas, de un número de yemas previamente determinado. Estas 20 fechas fueron seleccionadas ya que en ellas ocurriría la diferenciación floral sin existir cambio exterior aparente en la yema. La existencia de un modelo entregaría una herramienta muy útil que incluso permitiría hacer estimaciones de la floración futura.

Sin embargo, el análisis estadístico arrojó que no fue posible encontrar un modelo que relacionara estas tres variables, dado el comportamiento de la variable longitud promedio de yemas, en las fechas muestreadas.

En las Figuras 25, 26, 27 y 28 se puede observar que la variable longitud promedio de yemas no presenta un patrón claro de comportamiento en las fechas muestreadas, salvo en las tres o cuatro últimas fechas en las cuales la brotación ya se ha iniciado.

En el resto de las fechas la longitud de las yemas no pareciera ser diferente en los tratamientos.

Cabe mencionar además, que las longitudes de yemas, en las fechas estudiadas tienen un tamaño del orden de 0,25 a 0,80cm lo cual haría muy difícil su exacta medición en terreno, especialmente si debe medirse una gran cantidad.

Según este estudio se puede afirmar que no existe una relación directa entre las variables en estudio en las fechas seleccionadas.

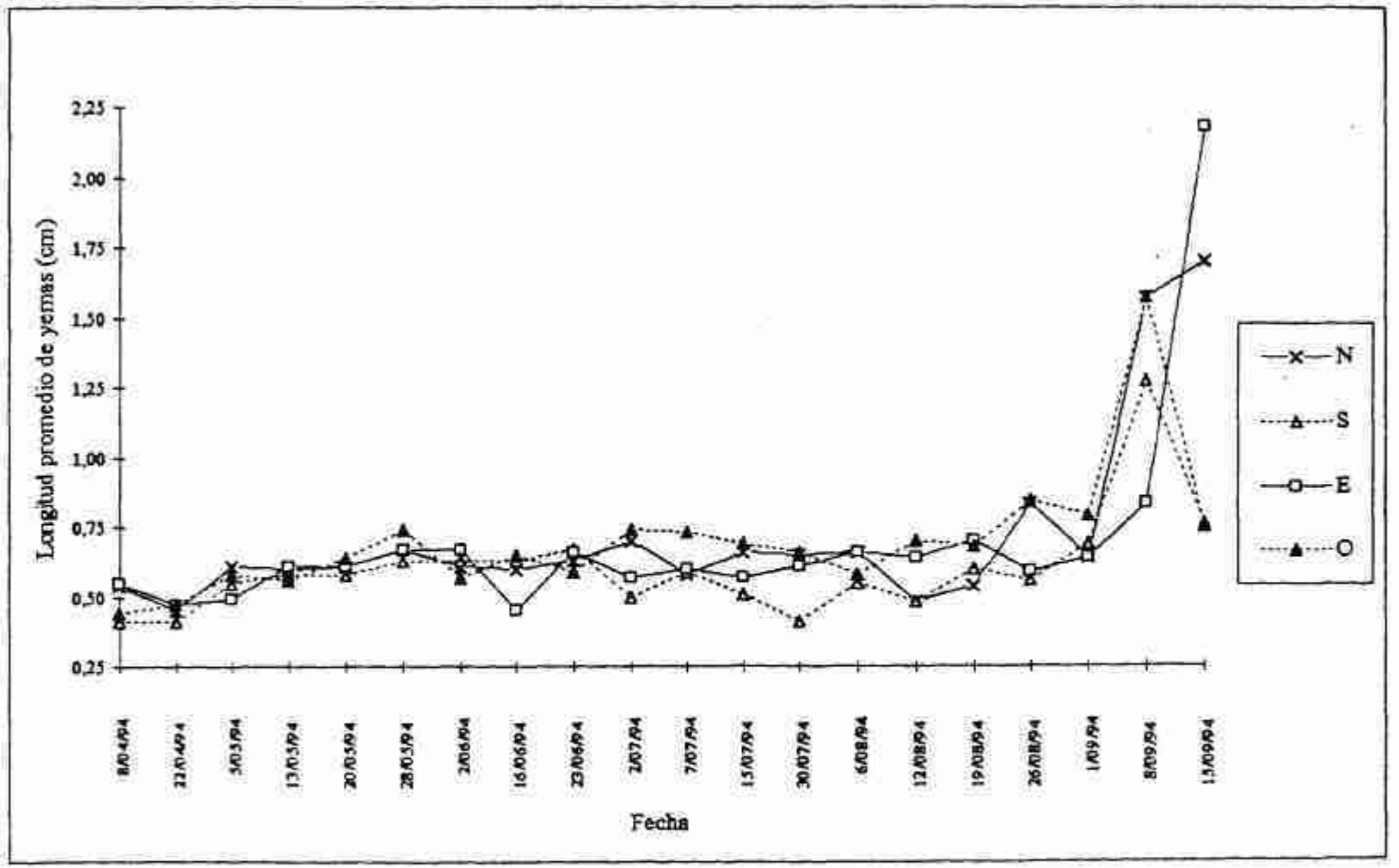


FIGURA 25. Evolución de la longitud promedio de las yemas terminales usadas en el seguimiento histológico. Tratamiento: yemas en brotes primaverales en árboles con carga alta.

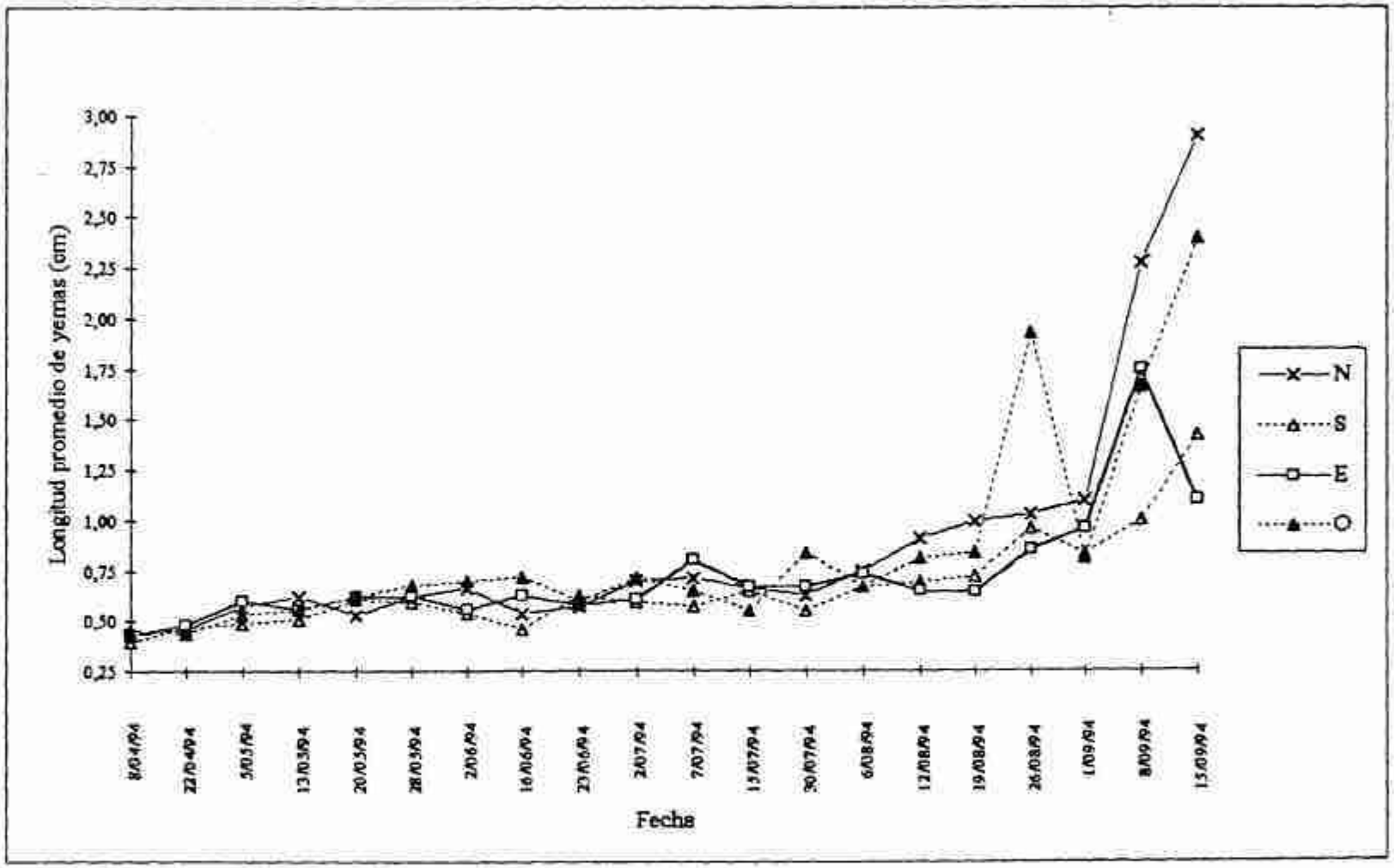


FIGURA 26. Evolución de la longitud promedio de yemas terminales usadas en el seguimiento histológico. Tratamiento: yemas en brotes primaverales en árboles con carga baja.

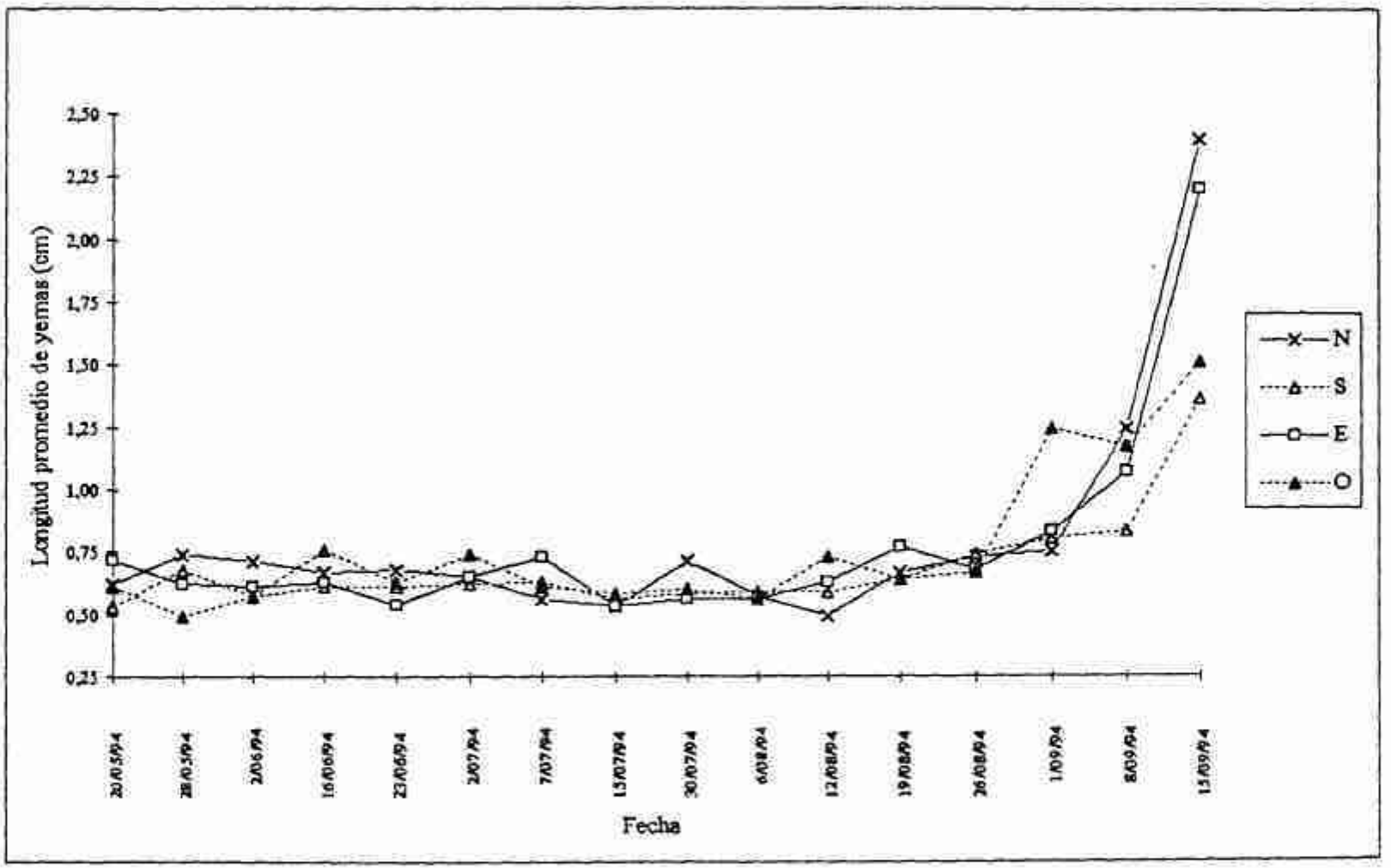


FIGURA 27. Evolución de la longitud promedio de yemas terminales usadas en el seguimiento histológico. Tratamiento: yemas en brotes otoñales en árboles con carga alta.

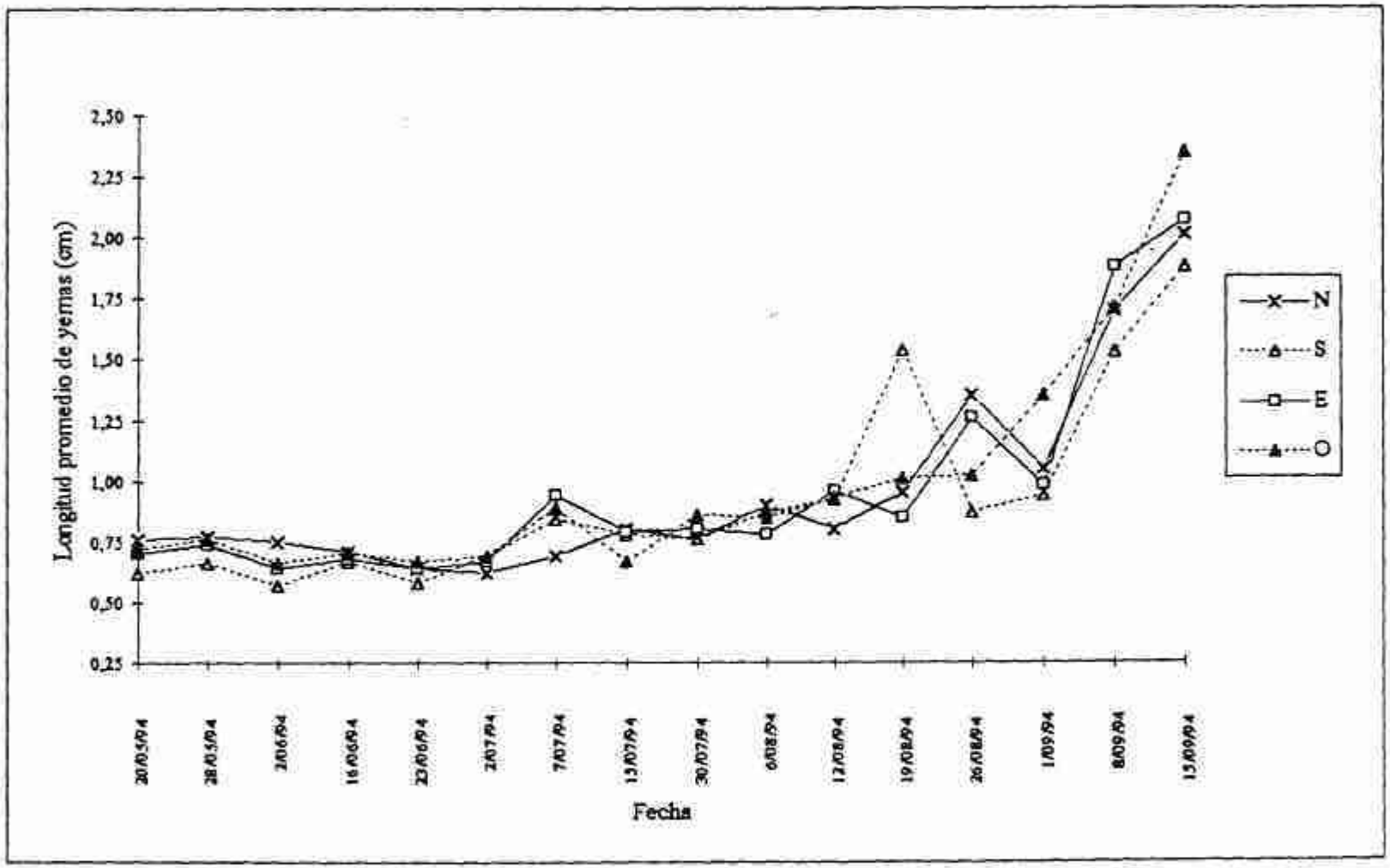


FIGURA 28. Evolución de la longitud promedio de yemas terminales usadas en el seguimiento histológico. Tratamiento: yemas provenientes de brotes otoñales en árboles con carga baja.

4.9.1. Distribución de las clasificaciones a través de las fechas de muestreo obtenidas a partir del seguimiento histológico.

Las yemas ordenadas en cinco clasificaciones, según su estado de desarrollo para cada fecha muestreada, fueron graficadas para visualizar las diferentes etapas de la diferenciación. A partir de estos datos se realizaron cuatro gráficos en los que se puede apreciar las diferencias presentadas entre los tratamientos.

De esta forma se tiene que en el caso de los tratamiento con yemas primaverales la categoría 1, que corresponde a yemas netamente vegetativas, se presenta a través de todas las fechas de muestreo cobrando, al comienzo, gran importancia ya que refleja las yemas que aún no han iniciado el proceso de diferenciación. En el resto de las fechas esta categoría va restando su importancia debido a que aumenta el porcentaje de yemas con un mayor estado de desarrollo. En las últimas fechas, esta categoría refleja las yemas que darán origen a brotes vegetativos (Figura 29 y 30).

La categoría 2 representa el inicio de la diferenciación floral y, para los tratamientos de alta y baja carga, se observa durante todo el seguimiento histológico por lo que se puede concluir que ocurrió diferenciación floral durante todo el seguimiento para las yemas de origen primaveral.

Las categorías 3 y 4 representan estados intermedios de diferenciación, comenzando a visualizarse a partir de 2 de junio para los tratamientos primaverales. Sin embargo, en el tratamiento de alta carga logran tener una mayor importancia en el mes de junio ya que no se presentan otras categorías con tan altos porcentajes.

La categoría 5, por su parte, marca las últimas etapas de la diferenciación floral, en la

cual ya es posible observar la presencia de flores. Esta categoría aparece sólo a partir del 15 de julio para ambos tratamientos y, de ahí en adelante cobra gran importancia. El tratamiento de baja carga se destaca por que incluso más del 70% de las yemas presentan este estado de desarrollo especialmente al final del estudio.

En el caso de las yemas otoñales se observa desde el inicio predominio de la categoría 1 la cual, en el caso del tratamiento de alta carga, va cobrando mayor importancia a través del tiempo ya que la cantidad de brotes vegetativos formados es mucho mayor. A diferencia del anterior, en el tratamiento de baja carga la categoría 1 disminuye su importancia dándole paso a un mayor porcentaje de yemas con un mayor grado de diferenciación (Figura 31 y 32).

Es de gran importancia destacar la gran diferencia que se observa en los tratamientos con yemas otoñales de alta y baja carga ya que mientras existe una predominancia de las categorías 1, 2 y 3 en el tratamiento de alta carga hacia el final del seguimiento, en el tratamiento de baja carga se observa predominancia de las categorías 2, 3, 4 y 5 y, dentro de ellas, de las categoría 5. En las dos últimas fechas se aprecia, claramente, que las yemas desarrollarán estructuras florales o vegetativas.

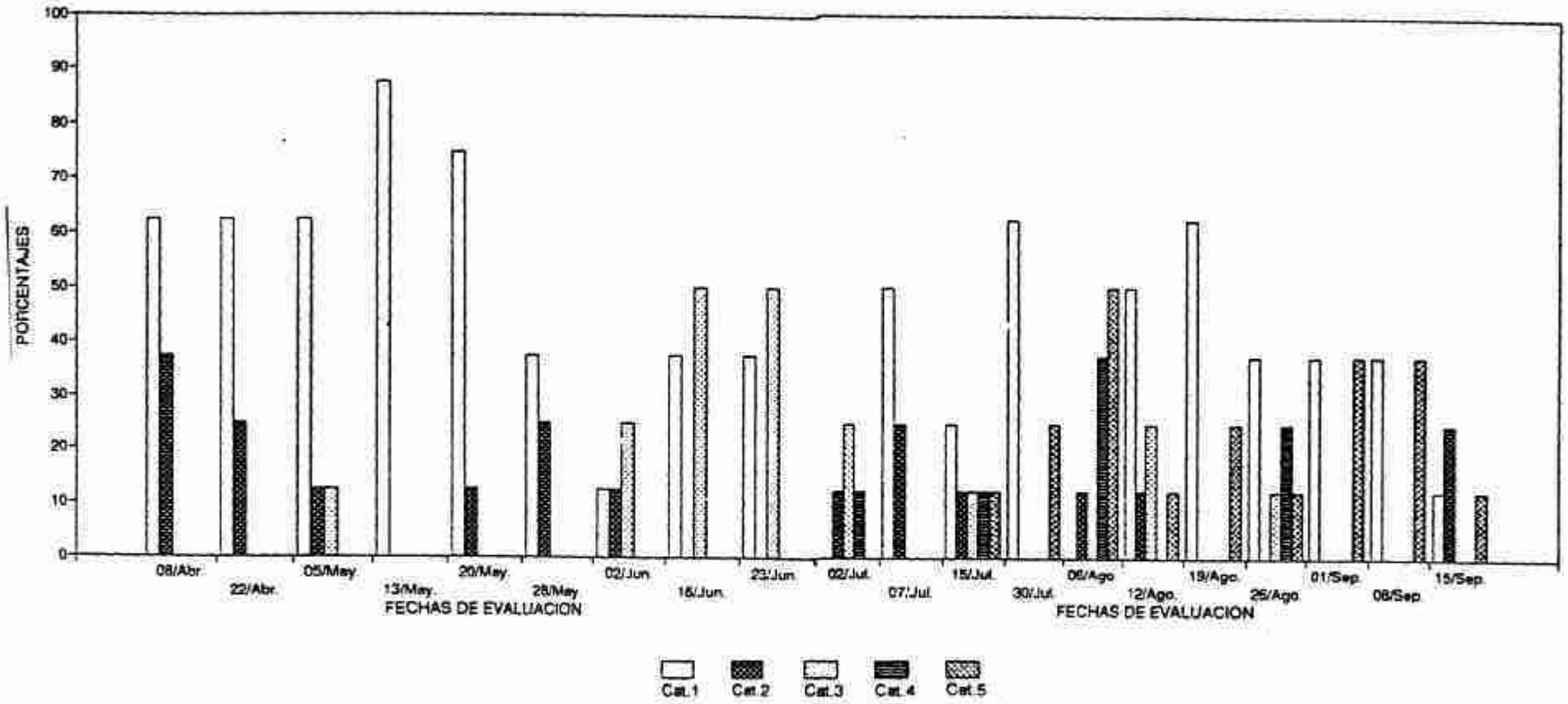


FIGURA 29. Distribución, en porcentaje, de las cinco clasificaciones según el estado de desarrollo de las yemas. Tratamiento Primavera carga alta.

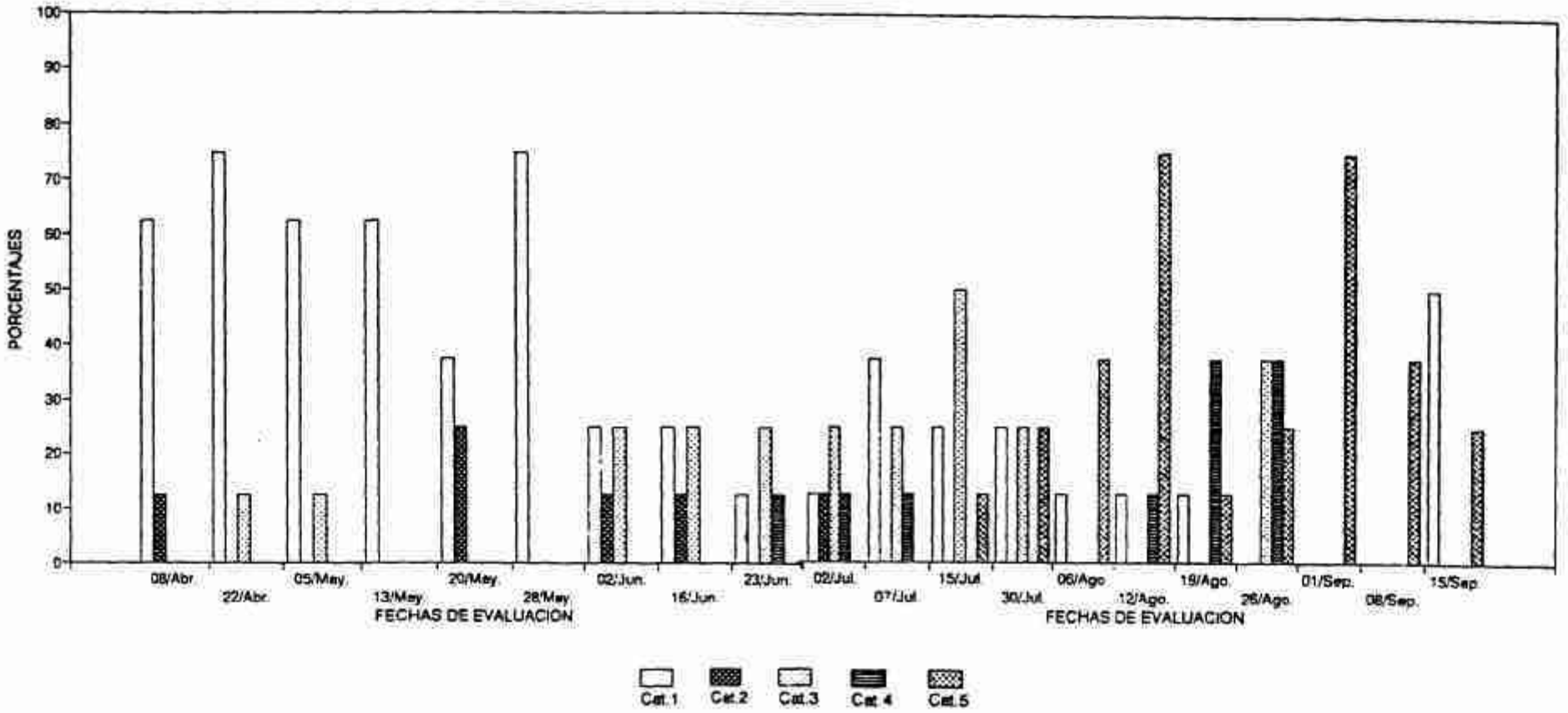


FIGURA 30. Distribución, en porcentaje, de las cinco clasificaciones según el estado de desarrollo de las yemas. Tratamiento Primavera carga baja.

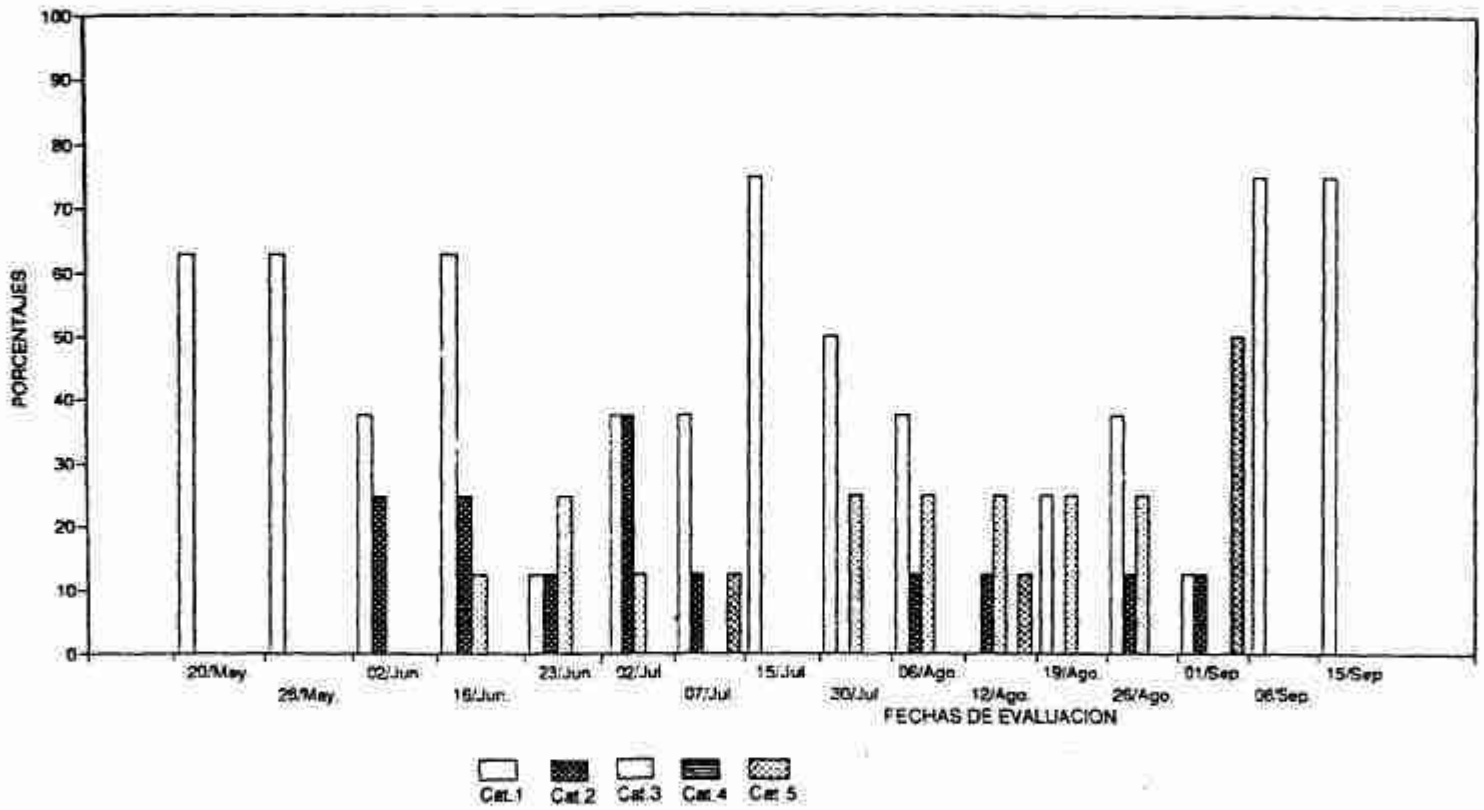


FIGURA 31. Distribución, en porcentaje, de las cinco clasificaciones según el estado de desarrollo de las yemas. Tratamiento Otoño carga alta.

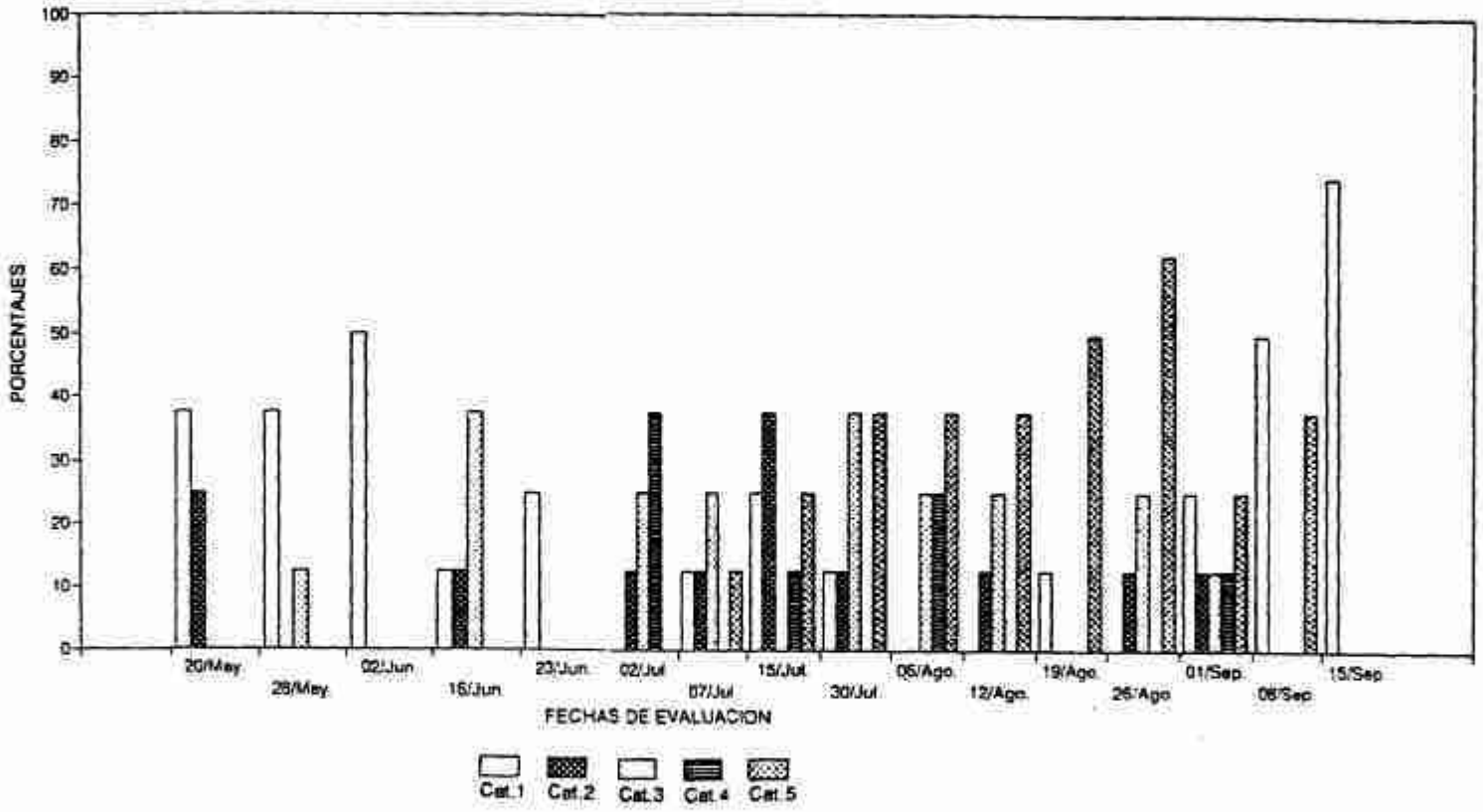


FIGURA 32. Distribución, en porcentaje, de las cinco clasificaciones según el estado de desarrollo de las yemas. Tratamiento Otoño carga baja.

4.9.2. Yemas apicales vegetativas y florales observadas en el seguimiento histológico

CUADRO 20. Cantidad de yemas apicales florales y vegetativas obtenidas apartir del seguimiento histológico.

	Yemas florales		Yemas vegetativas		Cantidad total
Tmt.	Cantidad	%	Cantidad	%	de yemas
P. alta	63	49,6	64	50,4	127
P. baja	69	59,5	47	40,5	116
O. alta	31	35,2	57	64,8	88
O. baja	66	71,7	26	28,7	92

La cantidad de yemas apicales florales y vegetativas fue contabilizada y, los resultados, tabulados en el Cuadro 20.

El Cuadro 20 corrobora, en parte, los resultados obtenidos en el seguimiento en terreno ya que, para ambos tratamientos con árboles de baja carga, el porcentaje de yemas florales apicales es mayor que los obtenidos en los tratamientos de alta carga. Sin embargo, se observan variaciones en la relación entre el número de yemas florales y vegetativas observadas en cada tratamiento (Cuadro 21).

Las diferencias observadas pueden ser explicadas ya que al efectuar un corte histológico de una yema floral en un ángulo diferente al que presenta la ubicación de un eje secundario diferenciado, la visión que posteriormente se tiene, en la preparación, es la de una yema vegetativa lo cual puede llevar a resultados errados.

Es de esta forma como se puede haber llegado a un mayor porcentaje de yemas vegetativas en el tratamiento con yemas primaverales en árboles de alta carga y a relaciones diferentes en el resto de los tratamientos.

CUADRO 21. Diferencias en la relación entre el número de las yemas apicales y florales observado en los seguimientos histológico y en terreno.

	Seguimiento en terreno			Seguimiento Histológico		
Tmt.	% flores	% veget.	R f/v	% flores	% veget.	R f/v
P. alta	63,9	36,1	1/0,57	49,6	50,4	1/1,02
P. baja	97,2	2,8	1/0,03	59,5	40,5	1/0,68
O. alta	11,1	88,9	1/8,00	35,2	64,8	1/0,65
O. baja	75,0	25,0	1/0,33	71,7	28,7	1/0,39

4.9.3. Carácter de las inflorescencias

De las yemas florales obtenidas a partir del seguimiento histológico se analizaron los tipos de inflorescencias formadas.

CUADRO 22. Carácter de las inflorescencias generadas a partir de las yemas del seguimiento histológico en cada uno de los tratamientos.

	Infloresc. determinadas		Infloresc. indeterminadas		
Tmts.	N°	%	N°	%	Total
P. alta	13	20,6	50	79,4	63
P. baja	21	30,4	48	69,6	69
O. alta	4	12,9	27	87,1	31
O. baja	13	19,7	53	80,3	66

A partir del Cuadro 22 de puede concluir que se obtuvo una mayor cantidad de inflorescencias indeterminadas lo que corrobora el rol mixto de las yemas apicales encontrado en el seguimiento en terreno. Sin embargo, se aprecia que en todos los tratamientos existió un porcentaje de inflorescencias determinada a diferencia del seguimiento en terreno en el cual el 100% de las yemas, para todos los tratamientos,

fue del tipo indeterminada.

A pesar de ello, los resultados concuerdan con los obtenidos por GONZALEZ (1994), quien obtuvo, incluso, porcentajes muy similares.

4.10. Análisis de la orientación de las yemas:

Para este estudio no se realizó análisis estadístico. Sólo se trató de corroborar los resultados obtenidos por GONZALEZ (1994).

Los resultados fueron graficados de modo de observar las diferencias en la longitud de las yemas, en todas las fechas muestreadas, para todos los tratamientos (Figuras 33, 34, 35 y 36).

A partir de los gráficos obtenidos no se puede determinar con claridad la existencia de diferencias en la longitud de las yemas, ya que en todos los tratamientos las yemas tienen un comportamiento muy similar, en su longitud y en las tasas de crecimiento.

Sin embargo, se puede observar que comienzan a aparecer diferencias en los tratamientos a partir del quiebre de las curvas, lo que marca el aumento en la actividad de las yemas antes de iniciar la brotación, reflejándose en un aumento de la longitud en las últimas fechas graficadas.

En esta última etapa se aprecia el liderazgo de las exposiciones norte y oeste en tres de los cuatro tratamientos. El tratamiento Otoño carga alta se comporta en forma disímil observándose los mayores largos de yema en las orientaciones este y norte.

Por su parte las longitudes menores se observan an las exposiciones este y sur en tres

de los cuatro tratamientos, presentando la orientación sur las menores longitudes en todos los tratamientos.

Aunque durante este estudio no se obtuvieron diferencias claras en la exposición de las yemas, se puede afirmar que las exposiciones norte y oeste son las más favorecidas en relación al tamaño alcanzado y fechas de brotación obtenidas en comparación con las exposiciones este y sur. Estas diferencias seguramente se deben al efecto positivo que ejerce una mayor exposición a la luz de las yemas y de los brotes donde se ubican, lo que finalmente se traduce en los caracteres anteriormente mencionados.

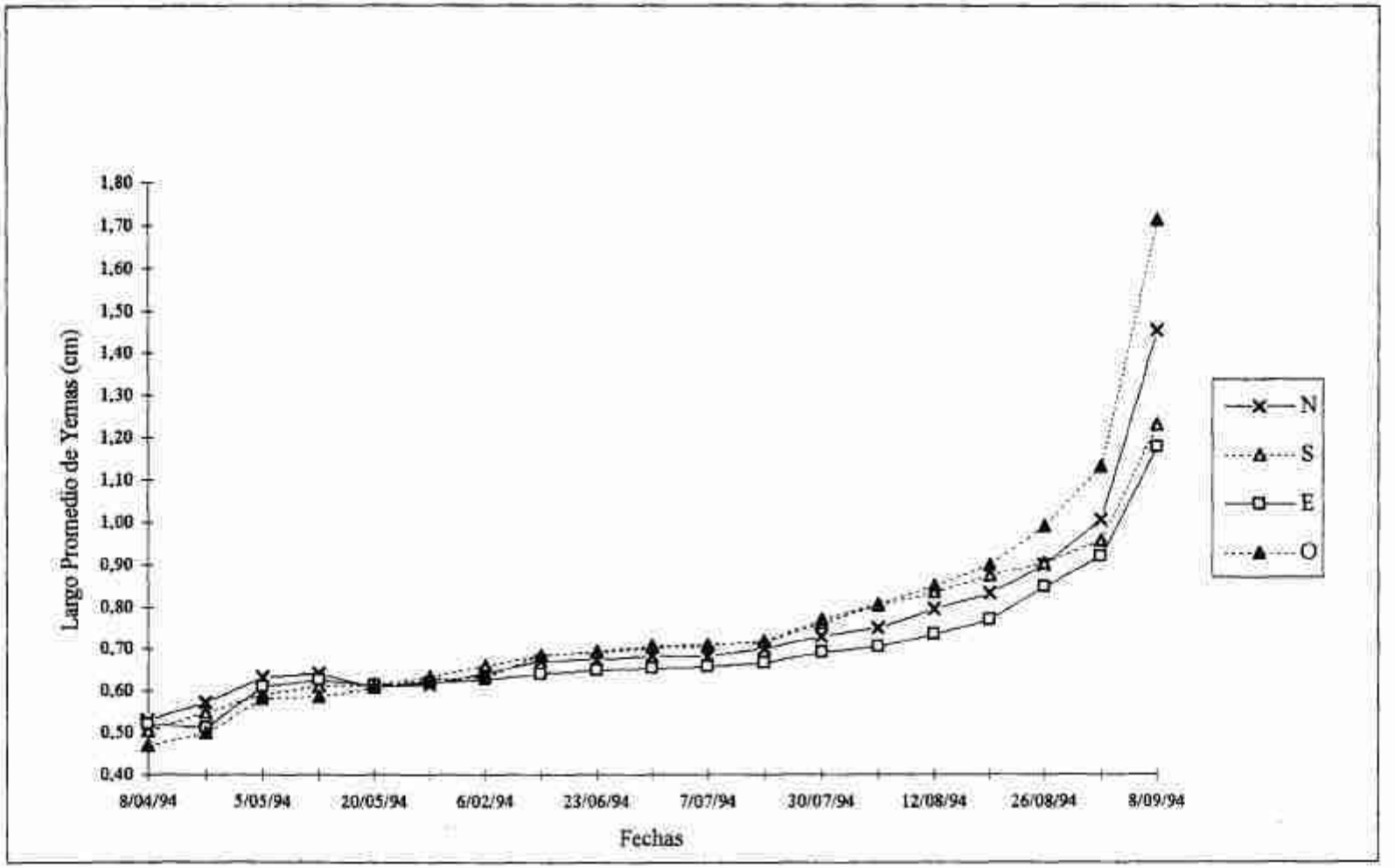


FIGURA 33. Efecto de la exposición sobre la longitud promedio de yemas terminales. Tratamiento: yemas provenientes de brotes primaverales en árboles de alta carga.

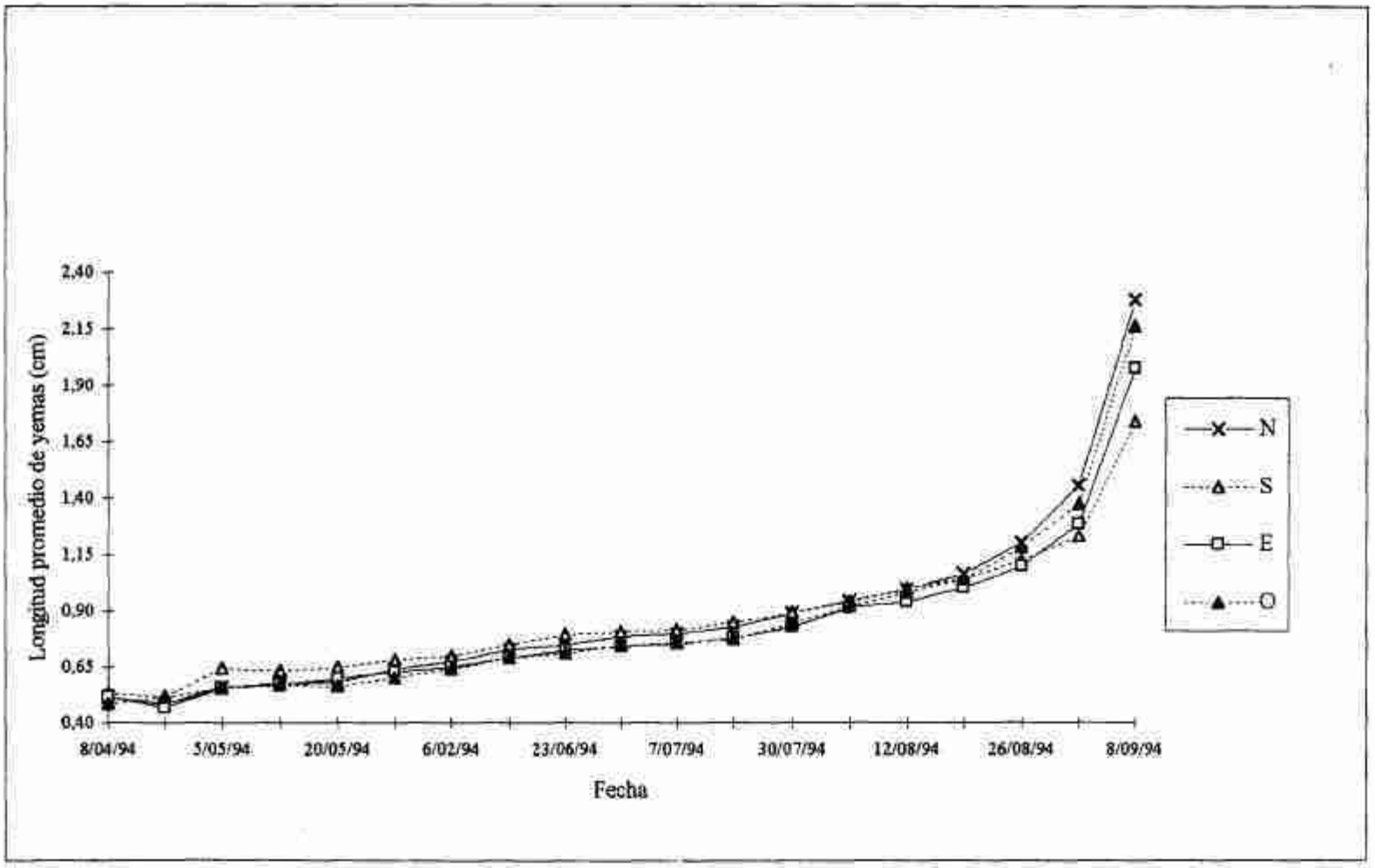


FIGURA 34. Efecto de la exposición sobre la longitud promedio de yemas terminales. Tratamiento: yemas provenientes de brotes primaverales en árboles con baja carga.

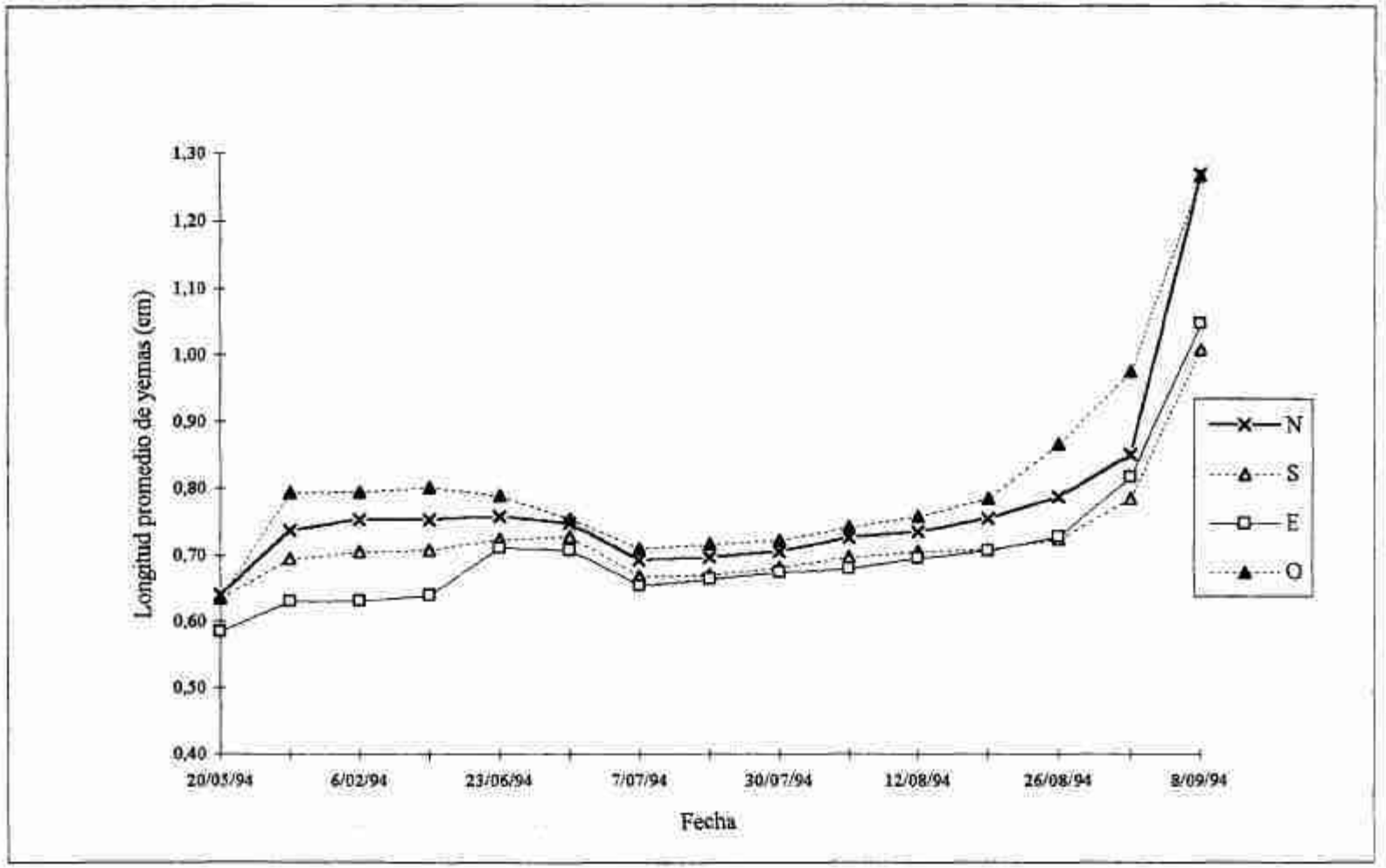


FIGURA 35. Efecto de la exposición sobre la longitud promedio de yemas terminales. Tratamiento: yemas provenientes de brotes otoñales en árboles con alta carga.

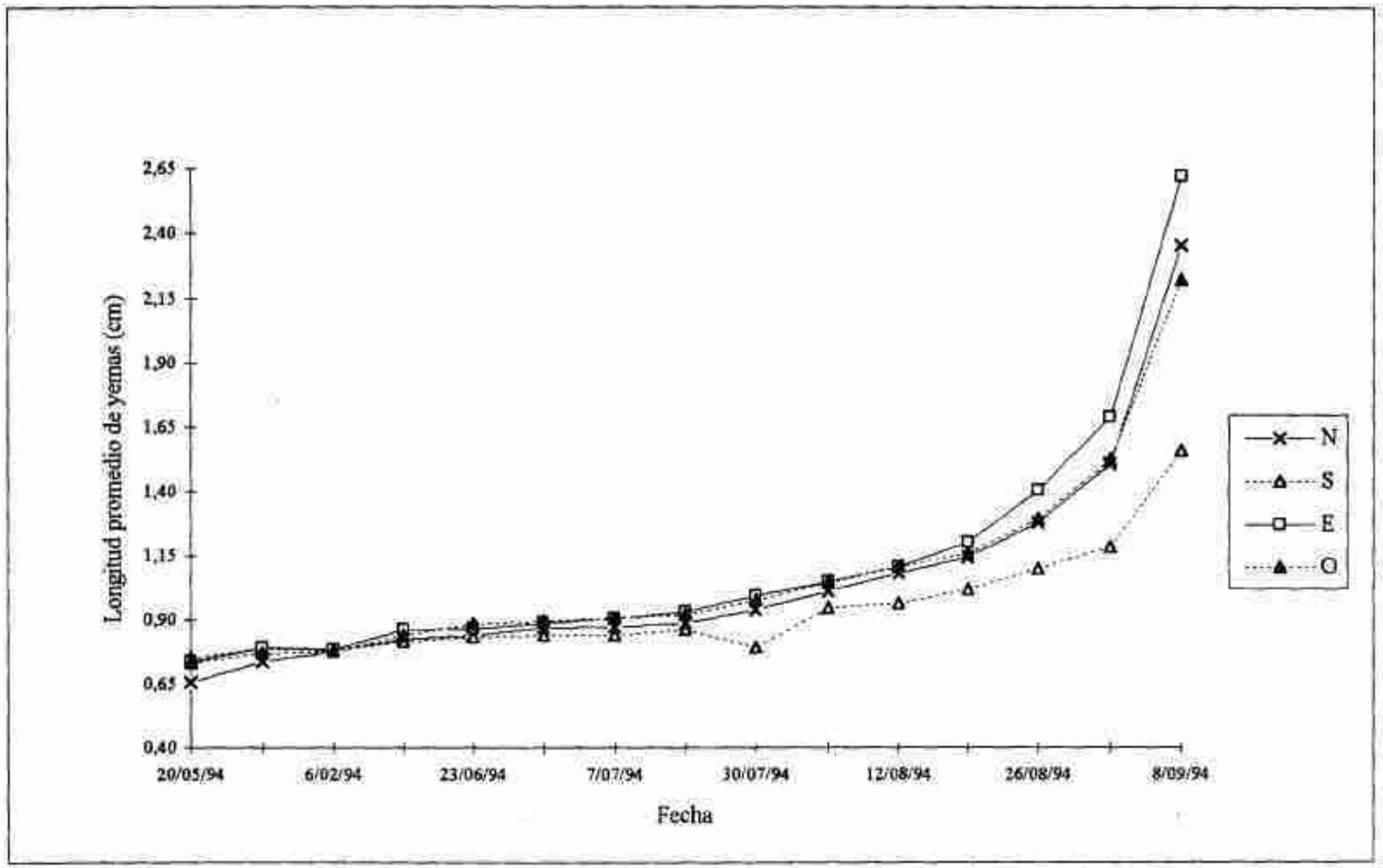


FIGURA 36. Efecto de la exposición sobre la longitud promedio de yemas terminales. Tratamiento. yemas provenientes de brotes otoñales en árboles con baja carga.

5. CONCLUSIONES

Fueron corroborados los periodos de inducción y diferenciación obtenidos por GONZALEZ (1994). La diferenciación floral se observó a partir del mes de abril prolongándose hasta septiembre, de esta forma la ocurrencia del período de inducción fue estimado desde los meses de abril y mayo hasta fines de agosto.

En los tratamientos con yemas provenientes del flash primaveral se observó que la condición de alta carga posiblemente prolonga el período de diferenciación floral.

No se encontró efecto claro de la exposición cardinal de las yemas sobre su capacidad reproductiva.

No fue posible establecer un modelo que permitiera estimar la cuantía de la floración futura mediante la medición de la longitud de las yemas, su estado de desarrollo y la fecha de muestreo.

La longitud promedio de las yemas no presentó diferencias significativas entre los tratamientos por lo que se concluye que no hubo efecto de la carga frutal ni del origen de las yemas sobre esta variable.

La carga frutal ejerció un efecto negativo sobre la cantidad de yemas terminales florales generadas reduciéndola en 34,30% en los árboles de alta carga en los tratamientos con selección de yemas primaverales y en un 85,20% para los tratamientos con selección de yemas otoñales.

El mayor aporte de yemas terminales florales fue observado en los tratamientos con

yemas primaverales, para ambas condiciones de carga frutal, por lo que se afirma que existió efecto del origen de las yemas sobre su capacidad reproductiva.

Existió un incremento en la cantidad de yemas vegetativas terminales generados en los tratamientos con árboles con baja carga de un 92,33% para los tratamientos con yemas provenientes de brotes primaverales y de un 71,90% para los tratamientos con yemas provenientes de brotes otoñales.

Existió un aumento en la cantidad de yemas laterales brotadas en los tratamientos de baja carga de un 92,16% para las yemas provenientes de brotes primaverales y de un 75,90% para las provenienes de brotes otoñales.

Existió efecto significativo de la carga frutal sobre la cantidad de yemas laterales florales generadas observándose las mayores cantidades de estas yemas en los tratamientos de baja carga lo que aumentó en 76,93% la floración terminal en el caso del tratamiento con yemas primaverales y en casi tres veces en los tratamientos con yemas otoñales.

Existieron diferencias significativas en la longitud promedio de los brotes, al término del flash de crecimiento primaveral, observando los mayores vigores en los tratamientos de baja carga.

Existieron diferencias significativas en la longitud promedio de las inflorescencias encontrándose las mayores longitudes promedio en los tratamientos de baja carga.

No existió efecto significativo de la carga frutal sobre el número de frutos cuajados en la inflorescencia terminal, sin embargo, los mayores porcentajes de cuaja se presentaron en los tratamientos de baja carga. Se obtuvo, además, un mayor porcentaje

de cuaja en los tratamientos con yemas provenientes de brotes otoñales.

6. RESUMEN

La evolución del desarrollo de yemas terminales de palto cv. Hass provenientes de flash de crecimiento primaveral y otoñal, fue el tema de estudio durante la temporada de crecimiento 1994, en seis árboles de alta carga y seis de baja carga, en el fundo La Palma de la Universidad Católica de Valparaíso. Este estudio fue complementado además con un seguimiento histológico de las yemas, con el objeto de corroborar los períodos de ocurrencia de la inducción y diferenciación floral obtenidos por GONZALEZ (1994), y estudiar su desarrollo durante la temporada de crecimiento. Fue registrado, además, el posible efecto de la carga frutal sobre la longitud de las yemas durante el período de diferenciación floral. También fueron cuantificados la cantidad de yemas terminales vegetativas y florales, el número de yemas laterales vegetativas y florales, longitud de los brotes, largo de las inflorescencias y porcentaje de frutos cuajados al final de la temporada de crecimiento primaveral.

Los resultados obtenidos a partir del estudio histológico corroboraron el período de diferenciación e inducción floral, en la zona de Quillota, aunque se observó un pequeño adelanto provocado seguramente por las temperaturas medias registradas durante el presente año, las que visiblemente estimularon la formación de flores, en comparación con años anteriores. Se puede estimar la ocurrencia de la inducción floral a partir de los meses de abril y mayo prolongándose durante el resto de la temporada hasta fines de agosto. Sin embargo, dada la alta floración otoñal observada, existiría un período de inducción en verano que no fue cuantificado en el presente estudio.

Aunque, al parecer, la carga frutal afecta muy poco la ocurrencia de la diferenciación floral, ejerce un claro efecto sobre la cantidad de yemas terminales y laterales que logran diferenciarse lo que hace que los árboles con baja carga presenten hasta 6,7 veces más floración. Sin embargo, este efecto pareciera no estar causado por los niveles de carbohidratos acumulados sino más bien por los niveles hormonales, especialmente de giberelinas, producida por la semilla de los frutos en desarrollo.

Junto con reducir el status floral de los árboles, se comprobó que la carga frutal ejerce una acción negativa en otros aspectos reproductivos tales como el tamaño de las inflorescencias generadas, el número de ejes secundarios formados por inflorescencia y la cantidad de frutos cuajados, todos los cuales presentan valores superiores en los árboles de baja carga.

El seguimiento en terreno arrojó la no existencia de una relación entre la longitud de las yemas, durante el período de diferenciación floral, y la carga frutal. No fue posible, además, encontrar un modelo estadístico que permitiera relacionar estado de desarrollo,

largo de yemas y fecha de muestreo.

7. LITERATURA CITADA

ANUARIO DEL CAMPO 1993/94. 1993. Santiago de Chile, Publicaciones Lo Castillo. pp.99-103

BALDINI,E. 1992. Arboricultura general. Madrid, España. Editorial Mundiprensa. 379 p.

BAR,Y.; LAHAV,E. and KALMAR,D. 1987. Seasonal changes in nitrogen concentration in avocado leaves associated with leaf age and fertilisation regime. South African Avocado. Growers' Association. 10:57-58.

BERGH,B.O. 1967. Reasons for low yields of avocados. Calif. Avocado Soc. Yrbk. 51:161-172.

BERNIER,G. 1971. Structural and metabolic changes in the shoot apex in transition to flowering . Canad. J. Bot. 49:803-809.

_____. 1988. The control of floral evocation and morphogenesis. Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 39:175-219.

BERNIER,G.; KINET,J.M. and SACHS,R.M. 1981 . The physiology of flowering. The initiation of flowers. Florida. C.R.S. Press (de). 150p.

BLANKE, M. and LOVATT, C. 1993. Anatomy and transpiration of the avocado inflorescence. Annals of Botany 71:543-547.

BUTTROSE,M. and ALEXANDER,D. 1978. Promotion of floral initiation in Fuerte avocado by low temperature and short daylengt. Scientia Horticulturae 8:213-217.

CALVERT,E. 1993. Aproximación al ciclo fenológico del palto (Persea americana Mill.) cv. Fuerte, Tesis Ing. Agr. Quillota. Universidad Católica de Vaparaíso. Facultad de Agronomía. 127p.

CAMERON,S.; RULLER,R. and WALLACE,A. 1952. Nutrient competition and seasonal losses of avocado trees. California Avocado Society Yearbook 36:201-209.

CAMERON,S. and BORST,G. 1938. Starch in the avocado tree. Proc. Am Soc. Hortic. Sci. 36:255-258.

CHAN,B.G. and CAIN,J.C. 1967. The effects of seeds formation on subsequent flowering in apple. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 91:63-68.

CHANDLER,W.H. 1962. Frutales de hoja perenne. México. Editorial Hispanoamericana. 675p.

CUTTING,J.G.M. and BOWER,J.P. 1990. Spring vegetative flush removal: the effect on yield, size, fruit mineral composition and quality. South African Avocado Growers Association 13:33-34.

DAVIS,L.D. 1957. Flowering and alternate bearing. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 70:545-556.

ESAU,K. 1985. Anatomía vegetal. Barcelona. Ediciones Omega. 779p.

FULFORD,R.M. 1966. The morphogenesis of apple buds:IV. The effect of fruit. Ann.Bot. 30:597-606.

GARDIAZABAL,F. y ROSENBERG,G. 1991. Cultivo del palto. Quillota. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 201p.

GOLDSCHMIDT,E.E. and GOLOMB,A. 1982. The carbohidrate balance of alternate-bearing citrus trees and the significance of reserves for flowering and fruiting. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 107:206-208.

GONZALEZ,A. 1994. Caracterización histológica y evaluación de campo de ápices terminales provenientes de distintos flash de crecimiento vegetativo en los cultivares Hass y Fuerte de palto (Persea americana Mill). Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 112 p.

GROCHOWSKA,M.J. 1973. Comparative studies on physiological and morphological features of bearing and non-bearing spurs of the apple tree.I. Changes in starch content during growth. J. Hort. Sci. 48:347-356.

HERNANDEZ,F. 1991. Aproximación al ciclo fenológico del palto (Persea americana Mill.) cv. Hass. Tesis Ing Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, 99p.

HESS, D. 1980. Fisiología vegetal. Barcelona. Editorial Omega. 388p.

JACKSON,D.I. and SWEET,G.B. 1972. Flower initiation in temperate woody plants. Horticultural Abstracts. 42:9-24.

JACKSON,D.I. 1986. Temperate and subtropical fruit production. Wellington, Butterworths. Horticultural Book. 294p.

JENSEN,W.y SALISBURY,F. 1988. Botánica. 2ª edición. México. Edit. Mc Graw-Hill. 762p.

LAHAV,E.; BAR,Y. and KALMAR,D. 1989. Only leaves should be sampled for a reliable assessment of nutrients in the avocado. California Avocado Society Yearbook 73:159-166

LOVATT,C.J. 1987. Stress. Calif. Avoc. Soc. Yrbk. 71:251-255.

METZGER,J. 1990. Hormones and reproductive development. In: Peter,J. Davis. Plant Hormones. New York, Kluwer Academic Publishers. pp.431-462.

MEYER,B.S. 1960. Introducciom a la fisiología vegetal. Buenos Aires, Eudeba. 579 p.

OSUNA,E.T. 1982. Estudio de la diferenciación floral y la expresión de la dicogamia en la variedad Fuerte de aguacate (Persea americana Mill.) en la región de Atlixco, Puebla. Tesis para optar al grado de Maestro en Ciencias. México. 89 p.

PALMA,A. 1991. Aproximación al ciclo fenológico del palto (Persea americana Mill). cv. Fuerte. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronimía. 127p.

RAZETO,B. 1987. Floración y cuaja del palto. Aconex. 18:25-29.

RAZETO,B. 1992. Para entender la fruticultura. Santiago de Chile, Vivarium. 303p.

RHUELE,G.D. 1974. La industria del aguacate. México, Agencia para el Desarrollo Internacional. 96p.

RODRIGUES,J. and RYAN,G.F. 1960. The influence of season and temperature on carbohodrates in avocado shoots. Proc. of the Am. Soc. Hort. Scien. 76:253-261.

SACHS,R. and HACKETT,W. 1969. Control of vegetative and reproductive development in seed plants. Hort Science 4:103-7.

_____. 1977. Nutrient diversion: an hypothesis to explain the chemical control of flowering. HortScience. 12(3):220-222.

SCHOLEFIELD,D.B. 1982. A scanning electron microscope study of flowers of avocado, litchi, macadamia and mango. Scientia Horticulturae 16:263-272

SCHOLEFIELD,D.B.; SEDGLEY,M. y ALEXANDER,D. 1985. Carbohidrate cycling relation to shoot growth, floral initiation and development and yield in tree avocado. Scientia Horticulturae 25:99-110.

SCHROEDER,C.A. 1944. The avocado inflorescence. Calif. Avocado Soc. Yrbk. 39-40pp.

_____. 1951. Flower bud development in the avocado. Calif. Avocado Soc. Yrbk. 159-163pp.

SIVORI,E.M.; MONTALDI,E.R. y CASO,O.H. 1980. Fisiología Vegetal IV. Buenos Aires, Argentina. Edit. Hemisferio Sur. 681p.

TAPIA,P.B. 1992. Aproximación al ciclo fenológico del palto (Persea americana Mill.) cv. Hass. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 141p.

THORP,T.G.; ASPINALL,D. and SEGDLEY,M. 1993. Influence of shoot age on floral development and early fruit set in avocado cv. Hass. Journal of Horticultural Science 68 (5) 645-651

_____. 1994. Preformation of node number in vegetative and reproductive proleptis shoot modules of Persea (Lauraceae). Annals of botany. 73:13-22.

WESTWOOD,M. 1982. Fruticultura de las zonas templadas. Madrid, Mundi-prensa. 461p.

WHILEY,A.W.; SARANAH,J.B.; CULL,B.W. and PEGG,K.G. 1988. Manage avocado trees growth cycles for productivity gains. Queensland Agriculture Journal. 114:29-36.

WHILEY,A.W.; WOLSTENHOLME,B.N. 1990. Carbohidrate management in avocado trees for increased production. South African Avocado Growers Association 13:25-27.

WOLSTENHOLME,B.N. y WHILEY,A.W. 1990. Prospects for vegetative-reproductive growth manipulation in avocado trees. South African Avocado Growers Association 13:21-24.

ZEEVAART,J. 1976. Physiology of flower formation. Ann. Rev. Plant Physiol. 27:321-348.

ANEXO 1. Producción individual de los árboles seleccionados en las cuatro fechas de cosecha.

	Producción individual por fecha de cosecha (kg/árbol)				
Árboles	1/09/94	6/10/94	17/11/94	15/2/95	Producción Total (Kg)
Prim - Alta					
N° 1	78,47	60,0	40,0	127,5	306,0
N° 2	112,10	40,0	30,0	42,5	224,6
N° 3	53,81	80,0	7,0	85,0	225,8
Otoño - Alta					
N° 4	44,84	40,0	0,0	177,4	262,3
N° 5	49,32	40,0	40,0	134,5	263,8
N° 6	78,47	60,0	40,0	127,5	306,0

ANEXO 2. Temperaturas registradas por la Estación climatológica de Quillota. noviembre 1993 - septiembre 1994.

Temperaturas promedio por decadal (°C)			
Decadales	Diaria	Máxima	Mínima
01-10 noviembre 93	16,96	26,28	7,64
11-20 noviembre 93	15,66	24,46	6,86
21-30 noviembre 93	16,39	24,94	7,80
01-10 diciembre 93	17,92	26,72	9,12
11-20 diciembre 93	16,65	24,46	8,84
21-31 diciembre 93	17,90	24,95	10,86
01-10 enero 94	17,25	23,72	10,80
11-20 enero 94	19,74	26,66	12,82
21-31 enero 94	17,42	25,05	9,79
01-10 febrero 94	17,96	26,24	9,68
11-20 febrero 94	18,19	26,36	10,02
21-28 febrero 94	17,69	22,38	13,01
01-10 marzo 94	18,02	22,4	13,64
11-20 marzo 94	17,695	24	11,39
21- 31 marzo 94	17,21	24,46	9,96
01-10 abril 94	17,35	25,7	9
11-20 abril 94	15	22	8
21-30 abril 94	16,05	21,5	10,6
01-10 mayo 94	14,15	22,8	5,5
11-20 mayo 94	58,35	113,6	3,1
21-31 mayo 94	12,7	17,8	7,6
01-10 junio 94	15,275	19,3	11,25
11-20 junio 94	11,75	17,5	6
21-30 junio 94	11,3	15,4	7,2
01-10 julio 94	8,66	15,06	2,26
11-20 julio 94	11,60	16,26	6,94
21-31 julio 94	11,02	16,32	5,72
01-10 agosto 94	10,785	16,94	4,63
11-20 agosto 94	10,215	17,52	2,91
21-30 agosto 94	11,05	17,75	4,35
01-10 septiembre 94	14,08	22,08	6,08
11-20 septiembre 94	14,06	20,30	7,82
21-31 septiembre 94	14,37	20,44	8,29

Fuente: Departamento de hidrología, Dirección general de aguas, Ministerio de obras públicas.