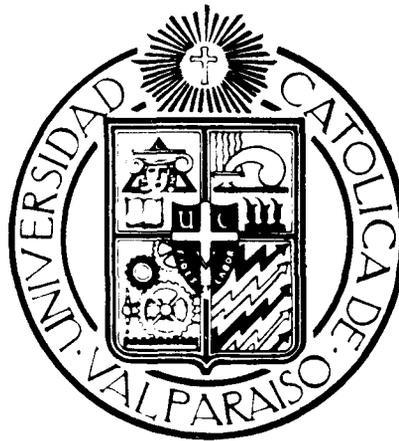


UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO

FACULTAD DE AGRONOMIA

AREA DE FRUTICULTURA



TALLER DE TITULACION

**CARACTERIZACION HISTOLOGICA Y EVALUACION
DE CAMPO DE APICES TERMINALES PROVENIENTES
DE DISTINTOS FLUSH DE CRECIMIENTO VEGETATIVO
DE PALTO (*Persea americana* Mill.), EN LOS CULTIVARES HASS Y FUERTE**

ANGELICA ZUNILDA GONZALEZ ZENTENO

**QUILLOTA CHILE
1994**

INDICE DE MATERIAS

		pág.
1.	INTRODUCCION	1
2.	REVISION BIBLIOGRAFICA	3
2.1.	Conceptos de inducción y diferenciación floral.	3
2.2.	Teorías del control endógeno de la inducción y diferenciación floral.	5
2.2.1.	Teoría del florigeno - antiflorígeno.	5
2.2.2.	Teoría de la señal eléctrica.	5
2.2.3.	Teoría de la diversión de nutrientes.	6
2.2.4.	Teoría del modelo de control multifactorial.	6
2.3.	Factores que influyen en la inducción y diferenciación floral.	7
2.3.1.	Factores exógenos.	7
2.3.1.1.	Clima.	7
2.3.1.2.	Agua.	9
2.3.2.	Factores endógenos.	10
2.3.2.1.	Reguladores del crecimiento.	10
2.3.2.2.	Relación carbono - nitrógeno.	14
2.3.2.3.	Actividad vegetativa.	14
2.4.	Botánica del palto.	16
2.4.1.	Antecedentes generales.	16
2.4.1.1.	Fuente.	18
2.4.1.2.	Hass.	19
2.4.2.	Ciclo fenológico.	20
2.4.2.1.	Desarrollo vegetativo.	20
2.4.2.2.	Desarrollo radicular.	22
2.4.2.3.	Interacción entre los crecimientos vegetativo y radicular.	23
2.4.2.4.	Floración.	24
2.4.2.5.	Cuaja y caída de frutos.	25
2.4.2.6.	Desarrollo del fruto.	26
2.5.	Inducción y diferenciación floral en palto.	26

3.	MATERIAL Y METODO	31
3.1.	Ubicación.	31
3.2.	Antecedentes técnicos del huerto.	31
3.2.1.	Hass.	31
3.2.2.	Fuerte.	31
3.3.	Elección del material vegetal.	32
3.4.	Descripción del método.	34
3.5.	Análisis de datos.	37
4.	PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS.	38
4.1.	Aproximación al período de inducción floral en palto.	38
4.2.	Descripción histológica de la diferenciación floral en palto.	43
4.3.	Resultados y discusiones de los seguimientos histológicos y de campo de yemas terminales de palto, variedades Fuerte y Hass.	55
4.3.1.	Yemas terminales Fuerte, provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo primaveral.	55
4.3.2.	Yemas terminales Fuerte, provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo otoñal.	65
4.3.3.	Comparación entre los resultados provenientes desde ambos flush de crecimiento vegetativo aéreo en el cultivar Fuerte.	72
4.3.4.	Yemas terminales Hass provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo primaveral.	76
4.3.5.	Yemas terminales Hass provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo otoñal.	84
4.3.6.	Comparación entre los resultados provenientes desde ambos flush de crecimiento vegetativo aéreo en el cultivar Hass.	91
5.	CONCLUSIONES	95
6.	RESUMEN	97
7.	LITERATURA CITADA	100
	ANEXOS	

INDICE DE CUADROS

		pág.
CUADRO 1.	Distribución porcentual de yemas florales y vegetativas, a partir de las muestras histológicas de yemas terminales de palto (<u>Persea americana</u> Mill.) cv. Fuerte, provenientes del flush primaveral de crecimiento vegetativo aéreo.	55
CUADRO 2.	Distribución de yemas en las categorías florales y vegetativas, a partir del seguimiento en terreno de yemas terminales del cv. Fuerte, provenientes del flush primaveral de crecimiento vegetativo aéreo.	56
CUADRO 3.	Distribución de yemas florales determinadas e indeterminadas observadas en las muestras histológicas de yemas terminales del cv. Fuerte, provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo primaveral.	57
CUADRO 4.	Distribución cardinal de yemas florales en el cv. Fuerte, provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo primaveral, a partir del seguimiento histológico.	59
CUADRO 5.	Distribución cardinal obtenida del seguimiento en terreno, de yemas florales y vegetativas del cv. Fuerte, provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo primaveral.	60
CUADRO 6.	Distribución porcentual de yemas florales y vegetativas, a partir de las muestras histológicas de yemas terminales de palto (<u>Persea americana</u> Mill.) cv. Fuerte, provenientes del flush otoñal de crecimiento vegetativo aéreo.	65
CUADRO 7.	Distribución de yemas en las categorías florales y vegetativas, a partir del	

	seguimiento en terreno de yemas terminales del cv. Fuerte, provenientes del flush otoñal de crecimiento vegetativo aéreo.	66
CUADRO 8.	Distribución de yemas florales determinadas e indeterminadas observadas en las muestras histológicas de yemas terminales del cv. Fuerte, provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo otoñal.	66
CUADRO 9.	Distribución cardinal de yemas florales en el cv. Fuerte, provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo otoñal, a partir del seguimiento histológico.	68
CUADRO 10.	Distribución cardinal obtenida del seguimiento en terreno, de yemas florales y vegetativas del cv. Fuerte, provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo otoñal.	68
CUADRO 11.	Distribución de yemas florales y vegetativas, producidas en cada flush de crecimiento vegetativo en el cv. Fuerte, a partir del seguimiento histológico.	73
CUADRO 12.	Comparación de los porcentajes de yemas florales determinadas e indeterminadas, producidas por cada flush de crecimiento vegetativo aéreo en el cv. Fuerte.	73
CUADRO 13.	Distribución de yemas florales producidas por exposición cardinal, provenientes de cada flush de crecimiento vegetativo aéreo en el cv. Fuerte.	75
CUADRO 14.	Distribución porcentual de yemas florales y vegetativas, a partir de las muestras histológicas de yemas terminales de palto (<i>Persea americana</i> Mill.) cv. Hass, provenientes del flush primaveral de crecimiento vegetativo aéreo.	76

CUADRO 15.	Distribución de yemas en las categorías florales y vegetativas, a partir del seguimiento en terreno de yemas terminales del cv. Hass, provenientes del flush primaveral de crecimiento vegetativo aéreo.	77
CUADRO 16.	Distribución de yemas florales determinadas e indeterminadas observadas en las muestras histológicas de yemas terminales del cv. Hass, provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo primaveral.	79
CUADRO 17.	Distribución cardinal de yemas florales en el cv. Hass, provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo primaveral, a partir del seguimiento histológico.	80
CUADRO 18.	Distribución cardinal obtenida del seguimiento en terreno, de yemas florales y vegetativas del cv. Hass, provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo primaveral.	80
CUADRO 19.	Distribución porcentual de yemas florales y vegetativas, a partir de las muestras histológicas de yemas terminales de palto (<u>Persea americana</u> Mill.) cv. Hass, provenientes del flush otoñal de crecimiento vegetativo aéreo.	84
CUADRO 20.	Distribución de yemas en las categorías florales y vegetativas, a partir del seguimiento en terreno de yemas terminales del cv. Hass, provenientes del flush otoñal de crecimiento vegetativo aéreo.	85
CUADRO 21.	Distribución de yemas florales determinadas e indeterminadas observadas en las muestras histológicas de yemas terminales del cv. Hass, provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo otoñal.	86

CUADRO 22.	Distribución cardinal de yemas florales en el cv. Hass, provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo otoñal, a partir del seguimiento histológico.	86
CUADRO 23.	Distribución cardinal obtenida del seguimiento en terreno, de yemas florales y vegetativas del cv. Hass, provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo otoñal.	87
CUADRO 24.	Distribución de yemas florales y vegetativas, producidas en cada flush de crecimiento vegetativo en el cv. Hass, a partir del seguimiento histológico.	91
CUADRO 25.	Comparación de los porcentajes de yemas florales determinadas e indeterminadas, producidas por cada flush de crecimiento vegetativo aéreo en el cv. Hass.	92
CUADRO 26.	Distribución de yemas florales producidas por exposición cardinal, provenientes de cada flush de crecimiento vegetativo aéreo en el cv. Hass.	93

INDICE DE FIGURAS

		pág.
FIGURA 1.	Meristema apical (ma) vegetativo y meristema axilar (max) en la primera fase de diferenciación floral.	46
FIGURA 2.	Yema floral indeterminada, con meristema apical vegetativo (max) y meristema axilar (max) en proceso de diferenciación floral, en el que se observa la formación del eje secundario (e).	47
FIGURA 3.	A y B. Meristema apical vegetativo y meristema axilar floral, en el que se observa formación de primordios florales (pf).	48
FIGURA 4.	Masa de tejido celular que corresponde a un primordio floral (pf).	49
FIGURA 5.	A. Yema floral determinada, con inicio en la formación del perianto (pe) en la periferia de las masas cónicas celulares. B y C. Acercamiento a la formación del perianto.	50
FIGURA 6.	A y B. Flores en las que se observa el perianto (pe) curvado hacia el centro, formación de estambres (es) y estaminodios (et) y del pistilo en la parte más central.	52
FIGURA 7.	Flor con pistilo (pi) en un estado avanzado de diferenciación, en el que se aprecia su alargamiento para la formación de estilo y estigma.	53
FIGURA 8.	Yema floral determinada en un estado muy avanzado de diferenciación.	54
FIGURA 9.	Crecimiento en diámetro polar de yemas terminales del cv. Fuerte, provenientes	

	del flush de crecimiento vegetativo aéreo primaveral, ubicadas en exposición norte, sur, este y oeste.	63
FIGURA 10.	Crecimiento en diámetro ecuatorial de yemas terminales del cv. Fuerte, provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo primaveral, ubicadas en exposición norte, sur, este y oeste.	64
FIGURA 11.	Crecimiento en diámetro polar de yemas terminales del cv. Fuerte, provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo otoñal, ubicadas en exposición norte, sur, este y oeste.	70
FIGURA 12.	Crecimiento en diámetro ecuatorial de yemas terminales del cv. Fuerte, provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo otoñal, ubicadas en exposición norte, sur, este y oeste.	71
FIGURA 13.	Crecimiento en diámetro polar de yemas terminales del cv. Hass, provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo primaveral, ubicadas en exposición norte, sur, este y oeste.	82
FIGURA 14.	Crecimiento en diámetro ecuatorial de yemas terminales del cv. Hass, provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo primaveral, ubicadas en exposición norte, sur, este y oeste.	83
FIGURA 15.	Crecimiento en diámetro polar de yemas terminales del cv. Hass, provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo otoñal, ubicadas en exposición norte, sur, este y oeste.	89
FIGURA 16.	Crecimiento en diámetro ecuatorial de yemas terminales del cv. Hass, provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo otoñal, ubicadas en exposición norte, sur, este y oeste.	90

I. INTRODUCCION

El palto (Persea americana Mill.) es una de las especies de árboles subtropicales de gran desarrollo agrícola en nuestro país. Su superficie plantada asciende actualmente a 8500 hectáreas, especialmente en aquellas zonas que presentan un mesoclima apto para la adecuada adaptación de esta especie.

Este auge se debe, en parte, al gran número de cualidades de tipo nutricional y organoléptico que esta fruta posee y que por lo tanto, incentiva la aceptación de este producto en el mercado externo e interno, consiguiendo en ambos sectores de comercialización un buen nivel de precios.

Existe además, una gran diversidad de variedades siendo en este momento, Hass la principal variedad para la exportación, situación que se justifica por las buenas características de su fruta y por el comportamiento de este cultivar en el proceso productivo mismo.

De esta forma el palto representa una excelente alternativa para muchos productores de la zona de Quillota y sus alrededores, localidades que cuentan con las condiciones climáticas adecuadas, como por ejemplo zona libre de heladas, temperaturas ambientales óptimas durante el periodo de floración (sobre 15 °C) y escasa pluviometría en los momentos de floración y cosecha.

Como consecuencia de lo planteado anteriormente, es

fundamental conocer su ciclo fenológico y dentro de éste su comportamiento reproductivo, de manera de desarrollar nuevas técnicas que permitan dar solución a ciertos problemas presentes, entre los que se puede contar añerismo o vecería y fallas de producción relativas a las condiciones climáticas existentes durante el periodo de floración y posterior periodo de cuajado y primer crecimiento de los frutitos, como también aminorar los porcentajes de caída de fruto natural, y de esta forma acercarse al potencial productivo de esta especie.

En consideración de los antecedentes presentados se plantean para esta investigación los siguientes objetivos:

Obtener una aproximación del periodo inductivo y de diferenciación floral de yemas terminales de los cultivares de palto, Fuerte y Hass, provenientes de distintos flush de crecimiento vegetativo, para la zona de Quillota.

Establecer la capacidad de fructificación que presentan las yemas florales, ubicadas en brotes provenientes de distintos flush de crecimiento vegetativo.

Asociar la capacidad de inducción - diferenciación y la capacidad de fructificación con la exposición cardinal en que están ubicadas las yemas.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. Conceptos de inducción y diferenciación floral:

La formación de una flor o inflorescencia se explica como la consecuencia de una serie de cambios que se suscitan en el ápice meristemático contenido en una estructura denominada yema. El punto de inicio de esta secuencia de eventos es la "inducción" floral definida como la condición fisiológica que determina la formación de los tejidos florales en el interior de la yema (RAZETO, 1992). Dichos cambios fisiológicos, según MEYER (1960), son invisibles y dan como resultado condiciones metabólicas dentro de las células meristemáticas que alteran completamente el patrón de diferenciación del meristema.

Debido a la ausencia de cambios anatómicos en la yema inducida, este cambio ha sido denominado "diferenciación floral fisiológica" (LAVEE *et al.*, 1966; AMLING y AMLING, 1983) y puede sufrir una reversión a una condición vegetativa mientras no ocurra manifestación morfológica de partes florales (BERNIER, KINET y SACHS, 1981).

Otros autores definen el concepto de inducción floral como: el inicio del proceso de floración que incluye los fenómenos que ocurren entre la formación de las yemas florales y la meiosis, por un cese en la represión de los genes responsables de la formación de la flor (FAUST, 1989), un

cambio cualitativo que procede con el cambio en el balance hormonal (LUCKWILL, 1970) o por un cambio en la distribución de nutrientes en el interior del meristema apical (SACHS, 1977).

El resultado final es que partes localizadas estratégicamente dentro del meristema, son programadas para formar flores (BUBAN Y FAUST, 1982).

El siguiente paso en el proceso de desarrollo floral es la "evocación", corresponde también a un cambio fisiológico por el cual la condición floral de la yema se intensifica y se hace irreversible previo a la iniciación de los primordios florales (BERNIER, KINER y SACHS, 1981).

La "iniciación" floral es considerada como el primer cambio discernible en la transformación de una yema a botón floral (WESTWOOD, 1982), y por lo tanto a este nivel existe una manifestación morfológica del cambio previamente inducido (JACKSON Y SWEET, 1972).

El desarrollo posterior es la "diferenciación floral" que corresponde al desarrollo dentro de la yema de las estructuras que darán origen a la flor y que por lo tanto implica cambios morfológicos e histológicos en el ápice. Ella comienza con la formación de primordios florales a partir de tejidos meristemáticos y termina con la formación de todos los órganos florales en potencia, los que ulteriormente

culminan su desarrollo en el momento en que la yema abre dando origen a la flor o al brote floral (brote mixto), según la especie (RAZETO, 1992).

2.2. teorías del control endógeno de la inducción y diferenciación floral:

2.2.1. Teoría del florígeno - antiflorígeno:

Esta teoría, en sus inicios señalaba que el proceso de floración estaba simplemente controlado por presencia o ausencia de un único promotor hormonal, denominado florígeno; este concepto más tarde fue complementado con la existencia de un inhibidor floral o antiflorígeno (BERNIER, 1988).

Según lo experimentado, en distintas plantas que presentan respuestas fotoperiódicas, las hojas fotoinducidas serían supuestamente productoras de florígeno y el antiflorígeno sería producido por hojas no inducidas (BERNIER, 1988).

Estos compuestos se moverían a través del floema junto con los asimilados y actuarían en el meristema.

Por lo tanto, la inducción floral puede ser gatillada cuando el balance de estos dos compuestos favorezca al florígeno (BERNIER, 1988).

2.2.2. Teoría de la señal eléctrica:

Estímulos, tales como heridas o luz aplicados en una parte

de la planta pueden ser transportados muy rápidamente, ejerciendo su efecto en otra zona de dicha planta. La velocidad del transporte es tan alta que se excluye la posibilidad de un compuesto químico movilizado vía simplasto o floema (BERNIER, 1988).

Se sabe que la fotoinducción puede alterar las propiedades de las membranas y posiblemente el flujo de iones, por que se piensa que por lo menos parte del estímulo exportado por hojas inducidas puede ser una señal electrofisiológica de rápido movimiento. Sin embargo, todo intento por detectar la transmisión ha fallado (BERNIER, 1988).

2.2.3. Teoría de la diversión de nutrientes:

Esta teoría postula que la inducción, cualquiera sea la naturaleza de los factores involucrados, es una modificación en la relación "source - sink" dentro de la planta; en tal caso el ápice recibiría una más alta concentración de asimilables en comparación a condiciones no inductivas (BERNIER, 1988).

2.2.4. Teoría del modelo de control multifactorial:

Parte de la evocación y morfogénesis floral puede ser producida por aplicación de varios compuestos químicos, incluyendo carbohidratos, reguladores del crecimiento y antagonistas de reguladores de crecimiento (BERNIER, 1988).

BERNIER (1988), propone que varios factores promotores, están involucrados en el control de la iniciación floral, la cual ocurriría sólo cuando todos estos elementos estén presentes en el ápice en el momento y en las concentraciones adecuadas.

2.3. Factores que influyen en la inducción y diferenciación floral:

2.3.1. Factores exógenos:

Según BERNIER (1988), los factores ambientales interactúan de tal manera que cada uno puede cambiar el valor umbral de otro. Los distintos factores pueden actuar en sitios totalmente diferentes dentro de la planta y ser sumados sólo siguiendo una secuencia precisa.

Posiblemente, la interacción entre los procesos fisiológicos y los factores ambientales dan lugar al equilibrio hormonal endógeno apropiado que causa la iniciación floral (WESTWOOD, 1982).

2.3.1.1. Clima:

La inducción floral en especies de zonas templadas depende mucho más de las variaciones estacionales del clima que en plantas tropicales. Sin embargo, todas las plantas dependen de factores ambientales claros, como luz, temperatura, y gran cantidad de ellas también del fotoperíodo (WESTWOOD, 1982).

- Temperatura: la temperatura es uno de los principales factores que influye sobre el ciclo fenológico de las plantas, de modo tal que afecta significativamente la formación de la yema floral.

En términos específicos se relaciona con el mecanismo hormonal de la floración por diversos medios, como por ejemplo, influir en el ritmo de síntesis o de destrucción de los compuestos involucrados, en la velocidad de traslado desde las hojas a los meristemas y en la efectividad de la hormona u hormonas en la ejecución de los cambios morfogénicos en los meristemas (MEYER, 1960).

En conexión con lo anterior, en los frutales de hoja persistente, la inducción floral ocurre como consecuencia de una disminución de la actividad metabólica del árbol. De hecho, en localidades de clima subtropical, es la latencia en la que entran los árboles a raíz de la baja temperatura invernal, la responsable de la inducción (RAZETO, 1992).

- Luz: la intensidad y duración de la iluminación son factores que ejercen una importante acción sobre la preparación de la floración (COUTANCEAU, 1964), puesto que es de amplio conocimiento que la floración y fructificación es menos abundante a la sombra que bajo plena luz (MEYER, 1960).

Al respecto, COUTANCEAU (1964) señala que una alta intensidad luminosa favorece la formación de flores en árboles frutales.

Es así como, en el interior de un árbol con numerosas ramificaciones y excesiva densidad de ramillas, la iluminación es deficiente y la floración es nula en su interior, sólo la parte exterior de la canopia con iluminación suficiente presenta floración satisfactoria (COUTANCEAU, 1964).

Según JACKSON (1986), los efectos de la luz pueden ser las respuestas de las yemas a más baja fotosíntesis en hojas adyacentes y/o a un cambio en el balance hormonal.

Por otra parte, muchas plantas responden a la longitud del día llamado fotoperiodo; sin embargo, la inducción floral en la mayoría de la especies frutales no es dependiente de este factor (WESTWOOD, 1982).

2.3.1.2. Agua:

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, en cítricos se ha encontrado que es posible el control del momento de iniciación floral por suspensión del riego.

Por lo tanto, limitados stress hídricos en ciertas plantas pueden provocar iniciación floral (COUTANCEAU, 1964).

En cambio, en una situación postinductiva, la yema, para lograr una óptima diferenciación, requiere de un buen

abastecimiento de agua en el árbol. Un déficit en cualquier momento del período de diferenciación floral puede determinar que ésta no se complete o lo haga sólo parcialmente (RAZETU, 1992).

2.3.2 Factores endógenos:

2.3.2.1. Reguladores del crecimiento:

- Giberelinas: el ácido giberélico suele ser antagónico con el proceso de formación de yemas florales. No obstante, hay especies más sensibles que otras en este aspecto (RAZETU, 1992).

Según MONSELISE (1985), las giberelinas actuarían principalmente sobre la evocación floral, o como lo señalan BUBAN y FAUST (1982), sobre las primeras etapas de iniciación floral, más que sobre la inducción. Aparentemente, por lo menos en cítricos, los efectos de la giberelinas estarían vinculados a particulares fracciones de proteínas.

Dicho efecto inhibitor de la floración, tanto en cítricos como en manzanos, sería de carácter cuantitativo y no correspondería a una reacción del todo o nada (MONSELISE, 1985).

En manzano, LUCKWILL (1970), citado por MONSELISE (1985), señala que la principal fuente de giberelinas endógenas son los puntos de crecimiento de los brotes y las semillas en

desarrollo, en las cuales DENNIS (1976), citado por BUBAN y FAUST (1982) encontró GA4, GA7 y GA3. También en la pulpa de los frutos se encontró GA5, GA6 y GA3, llegándose a determinar que la actividad giberélica de las semillas es tres veces mayor a la de la pulpa del fruto (MONSELISE, 1985).

Sin embargo, a pesar de que las giberelinas están interconectadas, sus efectos fisiológicos en la iniciación floral del manzano son bastante diferentes y dependen de la polaridad de la giberelina específica (BUBAN y FAUST, 1982).

Al respecto, BERNIER (1988) señala que en manzano GA3 es inhibidora de la floración y GA4 actúa como promotor. En muchos casos, las giberelinas más efectivas en floración son relativamente inespecíficas en promover la elongación del tallo. De este modo, distintas giberelinas pueden estar involucradas en el control de estos dos procesos.

Aplicaciones exógenas de giberelina, como GA3, inhiben la formación de la yema floral en muchas plantas leñosas (ZEEVART, 1976).

De hecho, pequeñas cantidades de giberelinas aplicadas en cítricos, inhiben completamente la formación floral sin afectar la longitud de los brotes del flush de crecimiento primaveral, lo que negaría la hipótesis de que las giberelinas reprimen la floración por la desviación de los recursos al crecimiento vegetativo (MONSELISE, 1985).

Del mismo modo, en mango se puede utilizar giberelina para controlar floración aplicándola en otoño de manera de inhibirla completamente o disminuir su intensidad (KÖHNE, 1992)*.

- Citocininas: en general, el efecto de la citocinina sobre la inducción floral no está claro, ya que las citocininas exógenas causan promoción e inhibición de la iniciación floral en una gran diversidad de especies, aunque los efectos promotores son mucho más frecuentes que los inhibidores (BERNIER, 1988).

LUCKWILL (1974), citado por BUBAN y FAUST (1982) señala que no existen evidencias positivas para involucrar directamente las citocininas en la iniciación floral del manzano.

En plantas anuales como *Chenopodium*, *Anagallis* y *Sinapis*, la inhibición o promoción de la floración es aparentemente dependiente de la cantidad de citoquininas aplicadas y/o época en que se efectúa el tratamiento. Por lo tanto, supuestamente existiría una dosis y momento de sensibilidad óptima (BERNIER, 1988).

El efecto de la citocinina es a menudo dependiente de la presencia de otros reguladores del crecimiento (BERNIER, 1988).

KÖHNE J.S. 1992. Merensky Technological Services. Comunicación personal.

- Auxinas: en manzano, las auxinas endógenas parecen tener un efecto indirecto pero favorable sobre la iniciación de la yema floral al principio de la estación de crecimiento (BUBAN y FAUST, 1982).

ZEEVAART (1976) señala que el ácido indol acético tiene un efecto dual sobre la formación floral en *Chenopodium*: cuando es aplicado durante la inducción inhibe la floración y cuando es suministrado como un tratamiento post-inductivo estimula la formación floral.

Por último, en *Arabidopsis* se ha visto que el transporte polar de auxina juega un importante rol en una etapa temprana de la formación de la yema floral (OKADA, JUNICHI y MASAKO, 1991).

- Etileno: ZEEVAART (1976) indica que esta hormona gaseosa estimula la iniciación floral en manzano y mango. Sin embargo, en la mayoría de las otras plantas estudiadas el etileno ejerce un efecto inhibitorio sobre la formación floral.

Según BUBAN y FAUST (1982), en manzano doblando ramas a la posición horizontal o podando en verano, se aumenta la producción de etileno y ambos métodos inducen yemas florales. También los reguladores de crecimiento exógenos que tienen efectos similares a las auxinas promoverían el etileno.

- Acido abscísico: la conexión entre inhibidores endógenos de crecimiento, como el ABA, e iniciación floral aún no está clara (BUBAN y FAUST, 1982).

No obstante, en plantas fotoperiódicas el ABA no parece ser un factor determinante en la transición floral, excepto quizás en algunas especies (BERNIER, 1988).

2.3.2.2. Relación carbono - nitrógeno:

Según FISHER (1905), citado por KRAMER y KUZLOWSKI (1960), la importancia de la relación carbohidrato - nitrógeno radica en que concentraciones relativamente altas de carbohidratos son necesarias para la iniciación floral.

Al respecto, COUTANCEAU (1964) señala que un valor alto de la relación carbono - nitrógeno es uno de los factores determinantes de la floración, por lo tanto, cualquier aporte excesivo de nitrógeno antes de la época de diferenciación de botones florales puede reducir o anular la formación de éstos, sobretodo en árboles que empiezan a producir.

Por otra parte, la formación de órganos florales se efectúa a expensas de los nutrientes transferidos a los meristemas florales, en consecuencia de lo cual, los órganos no se desarrollan adecuadamente si el abastecimiento de nutrientes, tanto carbohidratados como nitrogenados no es óptimo.

2.3.2.3. Actividad vegetativa:

RAZETO (1992) señala que la inducción y diferenciación de yemas florales es dependiente de la existencia de hojas, puesto que son las proveedoras del estímulo necesario para la formación de las estructuras florales, el cual correspondería a una hormona hipotética denominada florigeno.

Por otro lado, la formación de la yema floral misma es un proceso de crecimiento, siendo el crecimiento vegetativo el que otorga las sustancias necesarias para la actividad organogenética (BUBAN y FAUST, 1982). Por lo tanto, cualquier factor que cause un descenso de la fotosíntesis afecta la formación de yemas florales. La falta de luz, la clorosis en las hojas, la presencia de áreas necrosadas, los daños parasitarios que comprometen el mesófilo pueden ser todas causa de bajas en la floración (RAZETO, 1992).

Sin embargo, a pesar que uno de los requisitos para la formación de la yema floral es una adecuada área foliar, un excesivo crecimiento vegetativo baja el número de yemas florales (BUBAN y FAUST, 1992).

En consecuencia, una defoliación total o parcial durante el período de inducción puede determinar una escasa o nula floración en la temporada siguiente.

2.4. Botánica del palto

2.4.1. Antecedentes generales:

El palto Persea americana Miller o Persea gratissima Gaertn., pertenece a la familia de las Lauraceas. Es nativo de América Central y zonas adyacentes del norte y sur de América (RHUELE, 1974).

Según la variedad, el palto presenta desde árboles de poca altura y follaje frondoso hasta plantas altas y esbeltas, pudiendo llegar a los 12 m de altura (RHUELE, 1974).

Sus hojas, cuando jóvenes son pubescentes y de color más o menos rojizo y bronceado, cambiando a verde lisas en su madurez, y su forma puede variar desde ovalada, lanceolada o elíptica (RHUELE, 1974).

El hábito de fructificación del palto se encuentra en yemas terminales y subterminales del crecimiento ocurrido en la estación previa (SCHROEDER, 1951).

Comúnmente las yemas son mixtas, es decir, contienen primordios florales y vegetativos, que darán origen a una inflorescencia de cuya porción terminal continuará el crecimiento vegetativo, este tipo de inflorescencias son llamadas indeterminadas (SCHROEDER, 1951).

Sin embargo, ocasionalmente se encuentran brotes que terminan

en una yema que es totalmente floral y en cuyo caso el crecimiento vegetativo de este brote no continúa, este tipo de inflorescencias son llamadas determinadas (SCHRÖEDER, 1951).

El palto tiende a producir naturalmente la floración y su consiguiente fructificación en una forma alejada del eje, generalmente en el sistema de ramas más altas (RODRIGUEZ, 1982).

Sus flores son de color verde pálido o verde amarillento, producidas en inflorescencias ramificadas llamadas panículas; corresponde a una flor perfecta que posee 11 estambres, 9 de los cuales son funcionales y un pistilo simple que tiene sólo un carpelo con un óvulo (RHUELE, 1974).

El fruto es una baya que consta de una sola semilla grande con una pulpa gruesa y carnosas. Tanto la forma del fruto, que va desde piriformes a redondeados u ovalados, como el espesor y textura de la cáscara varía según la variedad o cultivar (RHUELE, 1974).

Cuando la pulpa está madura tiene una consistencia mantequillosa con una cantidad considerable de aceite vegetal que fluctúa entre el 3 al 30% en las distintas variedades (RHUELE, 1974).

Los paltos según su zona de origen se pueden agrupar en tres

razas o variedades botánicas: mexicana, guatemalteca y antillana existiendo además híbridos entre esas razas (GARDIAZABAL Y ROSENBERG, 1991).

En Chile se cultivan variedades mexicanas y guatemaltecas e híbridos de ambas, como por ejemplo Hass y Fuerte que son las variedades de interés para este estudio.

2.4.1.1. Fuerte:

Esta variedad es considerada un híbrido entre la raza mexicana y guatemalteca (CHANDLER, 1962).

Se trata de un árbol muy vigoroso cuya copa se extiende no tanto hacia arriba como hacia los lados, con tendencia a formar ramas horizontales pegadas al suelo (GARDIAZABAL, 1990).

Su fruto es de color verde, posee una forma que va desde piriforme a oblongo (CHANDLER, 1962), cuyo peso medio varía entre 180 a 420 gramos, con cáscara de 1 mm de espesor ligeramente áspera (GARDIAZABAL Y ROSENBERG, 1991). La pulpa de textura mantequillosa tiene un rico sabor dado en gran parte por el alto contenido de aceite que oscila entre el 18 y el 22 % (CHANDLER, 1962 Y GARDIAZABAL, 1990).

El periodo entre floración y madurez del fruto es de nueve a 13 meses, cosechándose en Chile desde agosto a octubre resistiendo una temperatura mínima de 2,7 °C bajo cero

(GARDIAZABAL, 1990).

Entre los problemas que aquejan a esta variedad se pueden mencionar marcada tendencia al afeerismo, producción de frutos anómalos (pepinillos) y entrada en producción tardía, (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

2.4.1.2. Hass:

Esta variedad pertenece a la raza guatemalteca. El árbol presenta un desarrollo de mediano a grande; sus hojas son alternas persistentes, coriáceas, con forma elíptica o elíptico lanceoladas, glabras de diez a cuarenta centímetros de largo (PARODI, 1959).

Su fruto es de forma piriforme a ovoide, con un peso que fluctúa entre 180 y 360 gr, de cáscara algo rugosa, de color verde a ligeramente negruzca cuando está en el árbol. Una vez cosechada se torna más negra a medida que avanza en su maduración, alcanzando un contenido de aceite entre el 15 al 20 % (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

Este cultivar se caracteriza por presentar una productividad regular en el tiempo, ser bastante precoz encontrándose fruta en árboles de dos y tres años y por tener una buena producción (SILVA, 1992).

Es muy sensible a las bajas temperaturas, resistiendo sólo -1,1 °C. Su floración se produce desde septiembre a noviembre

y la cosecha se puede realizar durante ocho meses en una misma zona, desde septiembre a abril (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

2.4.2. Ciclo fenológico:

En las temporadas 1990 - 1991 y 1992 - 1993, se realizaron en la Estación Experimental La Palma perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso, estudios del ciclo fenológico del palto en las variedades Hass y Fuerte, parte de cuyos resultados se expondrán a continuación:

2.4.2.1. Desarrollo vegetativo:

Según lo señalado por CALVERT (1993), HERNANDEZ (1991), PALMA (1991) Y TAPIA (1993), ambos cultivares presentaron dos flush de crecimiento vegetativo, uno en primavera y otro en verano otoño (Anexo 1), siendo este último de menor intensidad que el primero, lo cual difiere de lo observado por WHILEY et al. (1988) en Queensland (Australia) en cuyo caso ambos flush han sido de similar magnitud.

TAPIA (1993) atribuye la menor intensidad del segundo flush con respecto al primero, a una menor cantidad de carbohidratos de reserva en los árboles en dicho momento, en comparación a temprano en la temporada, cuando ocurre la brotación de primavera, momento en que los niveles llegan a

sus valores máximos coincidiendo con el inicio del crecimiento en esta fecha. CALVERT (1993) además menciona el factor temperatura, ya que en el caso de Fuerte el primer flush comenzó cuando las temperaturas, tanto mínimas como máximas, empiezan a aumentar para mantener un promedio superior a los 25 °C la máxima y a los 10 °C la mínima. En cambio, el segundo flush en Fuerte se desarrolla en el momento en que las temperaturas empiezan a caer, lo que explicaría su menor intensidad.

Tanto en Hass como en Fuerte, en la temporada 1992-1993, se observó una leve caída de crecimiento vegetativo en el peak del primer flush cuando se produce la floración, lo que se debería a la competencia que se establece entre los brotes y el desarrollo floral por nutrientes (incluyendo carbohidratos), elementos minerales y fuentes de agua en el árbol (TAPIA, 1993).

Por otra parte, se logró determinar que no todos los brotes crecen durante todos los flush y que un alto porcentaje de los brotes crecen más en primavera que en verano (CALVERT, 1993 y TAPIA, 1993).

El descenso de la curva de crecimiento vegetativo, en el período final del primer flush, no se puede explicar por bajas temperaturas ambientales sino más bien porque las raíces no son capaces de abastecer a los brotes de nutrientes

y agua en momentos en que la demanda atmosférica se hace mayor y las reservas del árbol han disminuido (TAPIA, 1993).

En la variedad Hass, durante la temporada 1992-1993, el comienzo del segundo flush de crecimiento se atrasó a abril y mayo, ya que en estas fechas recién habrían cumplido sus requerimientos para iniciar un nuevo crecimiento.

2.4.2.2. Desarrollo radicular:

En todos los estudios realizados se ha observado que las raíces del palto se distribuyen mayoritariamente en los primeros centímetros del suelo.

Hass : 80% de las raíces en los primeros 40 cm de suelo
 20% de las raíces entre los 40 y 60 cm de suelo

Fuente : 42.2% de las raíces entre 0 y 30 cm
 47.9% de las raíces entre 30 y 60 cm
 10.9% de las raíces bajo los 60 cm de suelo

La aproximación del ciclo de desarrollo radicular en profundidad se caracterizó por presentar dos flush de crecimiento en ambos cultivares (CALVERT, 1993; TAPIA, 1993) (Anexo 2).

El crecimiento radicular en palto está determinado primordialmente por la temperatura del suelo, no obteniéndose crecimiento significativo con temperaturas de

suelo menores a 13 °C, presentándose el mayor desarrollo con temperaturas aproximadas de 18 °C (TAPIA, 1993).

El descenso en crecimiento del primer flush radicular puede deberse a la competencia que se establece entre el desarrollo de los frutos y el crecimiento vegetativo, en desmedro del crecimiento radicular. WULSTENHOLME Y WHILEY (1990), citados por TAPIA (1993) indican que, en general, la fructificación tiene un fuerte efecto en la división de los asimilados y tiende al antagonismo con el crecimiento vegetativo y muy especialmente con el radicular; además, las reservas están en sus concentraciones más bajas.

2.4.2.3. Interacción entre los crecimientos vegetativo y radicular:

Al sobreponer las curvas de crecimiento radicular superficial con crecimiento vegetativo, se aprecia que el inicio del crecimiento de las raíces, en número coincide con el peak del crecimiento vegetativo, pero al disminuir este último, el aumento de las raíces se hace considerable para llegar a su peak cuando el crecimiento vegetativo es mínimo. Esta diferencia en el inicio de ambos crecimientos se debe a que la temperatura ambiental aumenta más rápidamente que la del suelo, siendo esta condición ambiental 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 gatillar el ciclo. Una vez que se dan las condiciones de temperatura, el crecimiento vegetativo se desarrolla explosivamente importando carbohidratos los primeros 42 días (TAPIA, 1993).

Una vez alcanzado el primer peak, la tasa de crecimiento comienza a bajar cuando el sistema radicular no es capaz de abastecer de agua y nutrientes al follaje.

Las raíces inician su desarrollo cuando la temperatura del suelo es superior a los 13 °C y continúa creciendo mientras la temperatura se mantenga sobre este nivel. El follaje reanuda su crecimiento cuando el volumen radicular es suficiente para satisfacer la demanda de agua y nutrientes dando inicio a un segundo flush de crecimiento vegetativo, el que se prolonga hasta que las temperaturas ambientales comienzan a disminuir, lo que ocurre antes que las temperaturas del suelo bajen a 13 °C, por lo tanto el crecimiento radicular continúa a pesar que el crecimiento vegetativo se ha detenido (HERNANDEZ, 1991).

2.4.2.4. Floración:

El periodo de floración (Anexo 3) coincide con el primer flush de crecimiento vegetativo, compitiendo por las reservas carbonhidratadas del árbol.

Por otra parte, la floración es el principal evento en el ciclo reproductivo, contribuyendo a un 8 % de la producción total de materia seca del árbol e incrementando la superficie de exposición con pérdida de agua de un 90 % (TAPIA, 1993).

2.4.2.5. Cuaja y caída de frutos:

TAPIA (1993) señala que el porcentaje de cuaja en Hass fue del 0.2 %, lo que supera el 0.1 % descrito por GARDIAZABAL y ROSENBERG (1991). En cambio en Fuente, CALVERT (1993) obtuvo un porcentaje de cuaja cercano al 0 %.

En Hass, midiendo la caída de frutos, TAPIA (1993) observa sólo un peak durante los meses de noviembre y diciembre a diferencia de los dos peaks observados por WHILEY *et al* (1988).

Según TAPIA (1993), la diferencia pudo deberse al atraso y menor intensidad del segundo flush de crecimiento vegetativo, no existiendo gran competencia por los nutrientes aportados por las raíces que están en su período de mayor desarrollo.

Ciertamente, la caída de fruta postpolinizada es el principal problema en palto, coincidiendo este hecho con los flush vegetativos (CALVERT, 1993).

Si el árbol es excesivamente vigoroso, el brote indeterminado pasa a competir fuertemente con la cuaja de frutos (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1990) al mismo tiempo que se produce

una baja de las reservas carbohidratadas de las plantas (TAPIA, 1993).

La etapa más importante para la producción de fruta es la segunda caída de frutos, la cual se aprecia levemente en número, aunque mucho más significativa en peso, ya que el tamaño de los frutos caídos es mucho mayor (TAPIA, 1993).

2.4.2.6. Desarrollo del fruto:

El diámetro polar y ecuatorial presentan un crecimiento continuo a través del tiempo, describiendo una curva de crecimiento simple sigmoidea (TAPIA, 1993).

Durante toda la temporada hay un proceso de división celular, en cambio el tamaño de las células se mantiene relativamente constante (CALVERT, 1993).

2.5. Inducción y diferenciación floral en palto:

En frutales de hoja persistente, como cítricos y paltos, la inducción de yemas florales ocurre dos a cuatro meses antes de la floración, y la diferenciación floral viene inmediatamente después, uno a tres meses antes que las flores abran; por lo tanto, la inducción y diferenciación es bastante cercana a la floración (RAZEIO, 1992).

Según lo indicado por WULSTENHOLME (1990) no mucho después de la inducción se observan los primeros signos de iniciación

floral.

En la variedad Fuerte, en la localidad de Nelspruit (Sud Africa) se ha observado iniciación floral en marzo continuando durante abril y mayo (ROBERTSON, 1969, citado por WOLSTENHOLME, 1990). En cambio, en áreas con otoños lluviosos, tal como el S. E. de Queensland (Australia) la iniciación aparentemente ocurre en mayo. En California, los primeros signos de diferenciación floral pueden aparecer cuatro meses antes de la floración primaveral, debido a que el ciclo de desarrollo es más lento por las temperaturas relativamente bajas (WOLSTENHOLME, 1990). Del mismo modo, estudios realizados en el valle del río Murray, ubicado al Sur de Australia, muestran que la iniciación floral en Fuerte ocurre durante los meses de abril y mayo, permaneciendo los meristemas axilares de las yemas en estado indiferenciado durante todo el periodo de verano (diciembre a abril) (SCHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER, 1985).

Bajo las condiciones subtropicales de florida, en cultivares guatemaltecos y antillanos transcurren tres meses entre la iniciación floral en invierno y la antesis en primavera (SCHOLEFIELD, SEDGLEY Y ALEXANDER, 1985).

Después de la iniciación, los primordios florales continúan su desarrollo lentamente durante la dormancia y las yemas que florecerán en primavera comienzan a engrosarse notablemente

(WOLSTENHOLME, 1990).

SCHROEDER (1951) señala que los ápices redondeados de los meristemas axilares de las yemas, es el primer signo detectable de diferenciación floral, cuya posterior elongación lo transformará en el eje de las inflorescencias. Junto con la formación de la inflorescencia como un todo, las flores individuales se desarrollan en base a un patrón definido. La secuencia de desarrollo de las partes florales de una única flor comienza inmediatamente después que el eje de las inflorescencias haya sido iniciado (SCHROEDER, 1951).

El ápice en crecimiento del primordio floral individual, se observa en un principio como una masa cónica de células en las axilas de las brácteas; en la periferia de esta masa de células en división aparece el perianto (sépalos más pétalos) en un inicio como un segmento rudimentario que se elonga y curva sobre el ápice del eje. En una posición más interna, pero al mismo nivel del perianto se originan los primordios de los estambres. Finalmente, aparece el pistilo, primero como una pequeña masa cónica, la cual por crecimiento diferencial produce una estructura de copa, siendo un lado más alto que el otro, dando origen en la parte más alta al estilo y al estigma y en la más baja a un primordio de óvulo ubicado en la superficie interna del pistilo (SCHROEDER, 1951).

Después de la formación de las partes florales, continúa el proceso de crecimiento, en el cual las partes florales aumentan de tamaño. Una vez formado el polen y el óvulo, la flor está lista para florecer y ser polinizada (SCHRUEDER, 1951).

Con respecto a los factores que inciden en la formación de la yema floral en palto, según JACKSON (1986), las temperaturas uniformes y cálidas (20 °C o menos), sin altos peaks benefician el desarrollo de dicha yema.

Sin embargo, como ya se mencionó, en frutales de hoja persistente, la inducción floral ocurre como consecuencia del periodo de semilatenencia, en el cual el árbol disminuye su actividad por bajas temperaturas (RAZEU, 1992).

WULSTENHULME (1990), señala que en subtrópicos fríos la inducción floral ocurre en otoños fríos, especialmente en noches frías, posiblemente afectada por acortamiento del día. Este mismo autor indica además cualquier factor de stress de intensidad y duración suficiente, como por ejemplo bajas temperaturas, suelos secos o con baja humedad, Phytophthora, deficiencias de nutrientes minerales, calor extremo, etc, pueden provocar inducción floral, siendo los factores más importantes las bajas temperaturas y sequedad, actuando sinérgicamente.

Sin embargo, según lo indicado por LUVAI (1985) se puede

inducir floración mediante tratamientos de bajas temperaturas, pero no por déficit hídrico, ya que el tratamiento de stress hídrico, que es el mismo que se emplea para inducir floración en limonero, en palta Hass causa acumulación de amonio en las hojas y brotes llegando a un nivel tóxico, el cual se evidencia por la presencia en las hojas de tip - burn, necrosis marginal e incluso abscisión, y en los brotes por muerte interna. La explicación fisiológica de este hecho, se basa en el mecanismo homeostático de detoxicación de amonio via síntesis de arginina que poseen las plantas, el cual, en el caso de palta Hass, ante un problema de stress por déficit hídrico no funcionaría, pero si actuaría ante un stress térmico por bajas temperaturas (LOVATT, 1988).

Por otra parte, se ha demostrado que la iniciación floral ocurre en un momento en el cual el contenido de carbonhidratos es mínimo en la mayoría de las ramas del árbol. Por lo tanto es poco probable que el nivel de carbonhidratos cause iniciación floral, más bien bajas concentraciones de carbonhidratos pueden causar un cese de la actividad vegetativa y mediante esto relacionarse con la inducción floral, via disminución de la competencia que existe entre crecimiento vegetativo y reproductivo (SCHOLEFIELD, SEDGLEY Y ALEXANDER, 1985).

3. MATERIAL Y METODO

3.1. Ubicación :

La parte experimental de esta investigación se realizó en el huerto de paitos, variedades Hass y Fuente, de la Estación Experimental La Palma, propiedad de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso, ubicada en el sector del mismo nombre (La Palma), provincia de Quilota (33°30' latitud Sur, 71°13' longitud Oeste), V Región, Chile.

3.2. Antecedentes técnicos del huerto :

3.2.1. Hass :

- Edad del huerto : 17 años
- Distancia de plantación : inicial 5 x 5 m
actual 10 x 10 m en quince, teniendo en el centro un árbol de otra variedad.
- Sistema de riego : se riega por microaspersión, con dos microaspersores por planta de 37 l /hr, localizados a dos metros del tronco uno a cada lado.
- Fertilización : 250 U N / ha / año en base a urea.

3.2.2. Fuente :

- Edad : 17 años
- Distancia de plantación : inicial 6 x 6 m
actual 12 x 12 m

- Sistema de riego : se riega por microaspersión, con dos microaspersores por planta de 37 l / hr localizados a dos metros del tronco uno a cada lado.
- Fertilización : 200 UN / ha / año, en base a urea.

3.3. Elección del material vegetal :

Se escogió un total de diez árboles Hass y ocho árboles Fuente.

En una primera etapa, a fines del mes de marzo, solo se seleccionó cinco y cuatro respectivamente, y los otros árboles restantes fueron elegidos a fines del mes de mayo.

3.3.1.1. Criterios de elección de los árboles :

Los criterios de elección de los árboles que se emplearon en este ensayo, sólo están basados en apreciaciones visuales, sin apoyo de mediciones que entreguen datos concretos. Los parámetros que se consideraron fueron :

- Vigor : se escogió árboles de vigor similar, estimado en base al volumen considerando altura y área de la canopia.
- Cobertura de la canopia : se eligió árboles que no presenten sectores malos, es decir, que estén totalmente cubiertos por sus hojas.
- Color del follaje : árboles que dentro de su unidad presentaran un conjunto de hojas de color verde oscuro, en el caso de hojas maduras y un verde rojizo para las hojas

nuevas, que no reflejaran algún tipo de deficiencia nutricional.

- Condición sanitaria : árboles que no presentaran problemas de enfermedades y/o plagas.

- Carga frutal: árboles con una carga media a baja estimada en base a un número de racimos similar por volumen de follaje.

- Luz : árboles que no tuvieran problemas de sombreamiento en algún sector de la canopia.

- Árboles que no presentaran algún elemento que signifique ser excepción con respecto a sus semejantes en el resto del huerto.

Cada árbol fue dividido en cuatro sectores de acuerdo a las exposiciones norte, sur, este y oeste.

En la primera fecha (a fines del mes de marzo), se marco por variedad, un total de 400 yemas terminales, ubicadas entre el 1.4 - 1.8 m de altura con respecto al suelo, provenientes del flush de crecimiento ocurrido la primavera pasada (septiembre - noviembre 1992). De estas 400 yemas por cultivar (400 Hass repartidas en cinco árboles y 400 Fuente repartidas en cuatro árboles), 100 se rastrearon hasta su floración o brotación y las 300 restantes se destinaron a la extracción semanal.

Lo mismo se realizó en la segunda fecha (a fines del mes de

mayo), pero con la salvedad que en este caso las yemas marcadas correspondían al flush de crecimiento otoñal (mayo - junio 1993).

En cada fecha, las 100 yemas fueron distribuidas equitativamente en los cinco árboles Hass o en los cuatro árboles Fuerte, según correspondiera, y dentro de cada árbol fueron repartidas en igual cantidad para los cuatro puntos cardinales.

Al igual que lo anterior, las 300 yemas por variedad y por época de ocurrencia del flush de crecimiento, rescances, fueron dispuestas equitativamente en los cinco árboles Hass y en los cuatro Fuerte, y distribuidas en igual cantidad por cada exposición.

3.4. Descripción del método :

Se desarrollaron dos aspectos, seguimiento del aumento de tamaño de las yemas en el tiempo en conjunto con un análisis histológicos de las yemas.

3.4.1. Seguimiento del aumento de tamaño de las yemas en el tiempo :

Para esto se midió semanalmente, las 100 yemas por variedad, distribuidas en la forma ya mencionada, partiendo el 20 de abril en el caso de las yemas provenientes del flush de crecimiento primaveral y el 9 de junio con las yemas del

flush de crecimiento otoñal.

Cada yema fue medida polar y ecuatorialmente, empleando un pie de metro.

3.4.2. Análisis histológico de las yemas :

A partir de las 300 yemas restantes, se extrajo semanalmente un set de tres yemas por punto cardinal, por cada flush de crecimiento del cual provenían y por variedad.

Estas yemas eran elegidas al azar dentro de las yemas marcadas destinadas a la recolección semanal, considerando además que debían estar ubicadas en la exposición cardinal correspondiente.

Las yemas una vez cortadas eran inmediatamente sumergidas en una solución de FAA (formalina, ácido glacial acético y alcohol) con la finalidad de fijarlas evitando su deterioro.

Para preparar 100 ml de FAA se procedió de la siguiente forma:

- 37 cc de agua destilada
- 53 cc de alcohol etílico al 95 %
- 5 cc de ácido glacial acético
- 5 cc de formalina al 37 %

Una vez recolectadas las yemas se llevaron al Laboratorio de Histología del Instituto de Biología de la Universidad

Castólica de Valparaíso, donde se prepararon las muestras histológicas de la forma señalada a continuación:

- Deshidratación de las muestras en alcoholes con porcentajes crecientes: 30%, 50%, 70% y 90% y Xilol (100%) durante un tiempo mínimo de una hora en cada uno.
- Inclusión en histosec, durante dos horas, efectuando cuatro cambios del producto en ese periodo.
- Preparación del bloque de histosec.
- Corte del bloque en microtomo de Minot a 9 - 10 μ m.
- Montaje del corte en un portaobjeto previamente albuminado.
- Tinción con Safranina - Verde Luz, con un tiempo de 3 y 2 minutos respectivamente.
- Montaje con Entellan, sumergiendo los cortes en xilol con dos a tres cambios de 10 minutos cada uno.
- Observación al microscopio Leitz.

Posteriormente, los cortes histológicos debidamente individualizados fueron observados en microscopio óptico, modelo Nikon HFX, con aumentos de 4x, 10x y 20x, en busca de cambios a nivel de tejidos, ápices, que revelaran de acuerdo a sus características histológicas los distintos estados del proceso de diferenciación floral.

Finalmente, una vez seleccionadas las muestras se fotografiaron con una cámara, modelo Nikon FX35.

La tinción de los cortes permitió observar las estructuras siguientes:

	Paredes celulares lignificadas
Safranina	Paredes celulares cutinizadas
	Paredes celulares suberizadas
	Paredes celulares celulósicas
Verde Luz	Estructuras acromáticas
	Citoplasma

3.5. Análisis de datos :

Se determinó tasas de crecimiento semanal de las yemas marcadas en relación a la temperatura ambiental media, para los flush de crecimiento primaveral y otoñal, en cada cultivar.

Se determinó porcentaje de yemas marcadas por posición, época del flush de crecimiento y cultivar que florecerán.

Se determinó épocas de floración para cada flush de crecimiento, en ambos cultivares.

Se determinó a partir del seguimiento histológico, porcentaje de yemas florales por posición cardinal.

Se determinó cantidad de yemas florales determinadas e indeterminadas, presentes en las muestras histológicas.

4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

4.1. Aproximacion al periodo de induccion floral en palto:

En frutales de hoja persistente, como el palto, la formacion de una yema floral es un proceso continuo, que se inicia solo unos cuantos meses antes de la antesis.

El primer evento de este proceso es la induccion, cuyo momento exacto de ocurrencia es prácticamente imposible de determinar en cortes histológicos, dado lo imperceptible de los cambios que provoca en el apice meristemático de la yema. Por lo tanto, solo se puede pretender llegar a establecer un rango de tiempo en el que existiran mayores probabilidades de que ésta ocurra.

En consecuencia, en este estudio, basándose en la investigaciones de SCHRUEDER (1951) sobre diferenciación floral en palto, se consideró como primer signo visualmente detectable, a nivel de microscopia optica, los apices redondeados de los meristemas axilares que posteriormente corresponderan a los ejes de las inflorescencias.

De acuerdo a la observación de las muestras histológicas, en yemas terminales del cultivar Hass provenientes del flush de crecimiento aéreo primaveral, tal signo fue evidenciable a fines de junio y en las yemas del crecimiento vegetativo aéreo otoñal a inicios de junio. En cambio, en el cultivar

Fuerte, se detectó a fines de abril en yemas terminales derivadas del crecimiento vegetativo aéreo primaveral y a inicios de junio en el caso de las yemas del crecimiento vegetativo aéreo otoñal. No obstante, por el atraso en el comienzo de la recolección de las yemas terminales correspondiente al crecimiento vegetativo aéreo otoñal, no se pudo verificar exactamente en que época aparecieron los primeros rasgos de diferenciación floral, siendo posible que esta haya sido antes de la fecha señalada.

Considerando además, que poco después de la inducción se observa la iniciación floral en palto (WULSTENHOLME, 1990) es muy posible que, bajo las condiciones en las cuales se realizó este estudio, la inducción en yemas terminales de los cultivares Hass y Fuerte, comenzara en el mes de mayo y abril respectivamente, continuando hasta fines de julio e inicios de agosto en ambas variedades.

Al haber un período de tres a cuatro meses en que es posible la inducción, existe desincronización de las yemas en diferenciación, probablemente relacionándose esto a un desfase en la apertura floral, bajo el supuesto que yemas más tardíamente diferenciadas florecerán más tarde, o bien simplemente el tiempo de diferenciación es menor.

Los resultados que se presentaran a continuación, además muestran que en los dos cultivares, pero especialmente en

Hass, existe un importante porcentaje de yemas inducidas provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo otoñal, por lo que sólo una vez que este flush haya ocurrido será posible la inducción de los ápices contenidos en ellas.

Con respecto, a las yemas provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo primaveral, existen tres posibilidades. Primero, que estas se induzcan y diferencien durante el periodo de verano; segundo que se induzcan en verano, pero que no lleguen a diferenciarse sino hasta otoño, o bien, tercero que simplemente permanezcan vegetativas induciéndose junto con las yemas provenientes del flush otoñal.

La primera posibilidad, no muestra lo ocurrido en este estudio, por lo menos el año en que se realizó la investigación, pero si es una alternativa real en los casos que existe floración otoñal, lo cual va directamente relacionado con la menor o mayor carga frutal presente.

La segunda y tercera opción parecen ser la más viables en este caso, especialmente la tercera, ya que como anteriormente se señaló, en frutales de hoja persistente, la formación de una yema floral es un proceso continuo sin periodos largos que separen un evento de otro, más aun WOLSTENHULME (1990) indica que en sus investigaciones en Sud Africa, los ápices meristemáticos de las yemas permanecían

indiferenciadas durante todo el período de verano.

El hecho de que la inducción floral ocurra durante la época de verano o más tarde en otoño, va a depender de la influencia de los distintos factores tanto endógenos como exógenos que afectan a la planta, de los cuales la carga frutal presente pareciera ser el elemento más determinante.

El fruto como tal es considerado inhibidor de la inducción, de hecho es de conocimiento común que una yema que esté ubicada cercana a un fruto difícilmente se inducirá, por ser fuente de gibberelinas y por ser un importante sink nutricional. Su efecto puede ser tan drástico que posiblemente esta sea la causa de añerismo o producciones bianuales en palto.

Por lo tanto si la carga frutal presente durante el período de verano es muy alta, la cantidad de yemas que se inducirán en esa época será muy escasa. En este estudio, en dicha época se traslaparon dos producciones sobre un mismo árbol, la correspondiente a la temporada 1992 - 1993, cuya cosecha culminó en el mes de marzo, y la fruta a cosechar en la temporada 1993 - 1994, por lo cual el efecto negativo del fruto es bastante fuerte. Por ende, las probabilidades de inducción en este período son más escasas que en otoño, momento en el que sobre el árbol existe sólo la fruta a cosechar en la temporada siguiente.

Por otra parte pareciera ser que la actividad vegetativa, no influye considerablemente sobre la inducción floral en palto, ya que a pesar de que los crecimientos aéreos y radicular son fuentes importantes de giberelinas, ante una gran actividad vegetativa sin una presencia importante de frutos la cantidad de yemas florales a inducirse será bastante alta, situación que confirma la relevancia de la cantidad de frutos presentes en el momento de inducción floral. Sin embargo, de todas maneras una baja en la dinámica del árbol podría favorecer la inducción floral en palto, ya que según lo señalado por RAZETO (1992) este evento en frutales de hoja persistente ocurre en el periodo de semilatenencia en el cual entran los árboles en invierno, producto del descenso térmico que caracteriza esta estación, razón que explica además el que bajas temperaturas puedan favorecer la inducción floral y que más aun ante un stress de esta naturaleza, el árbol entraría en un proceso de formación de yemas florales.

Otro factor importante para la inducción, según antecedentes que existen en otros árboles frutales, sería la relación carbono/nitrógeno, entendiéndose que una relación favorable al carbono es necesaria para la inducción. Sin embargo, en palto éste no parece ser un factor determinante (WOLSTENHOLME, 1990), ya que las reservas de carbohidratos van disminuyendo desde la primavera gradualmente, a medida que son consumidas, hasta llegar a un mínimo en otoño justo

antes del momento de inducción.

4.2. Descripción histológica de la diferenciación floral en palto

El proceso de diferenciación floral en palto requiere en primer término, para su adecuada comprensión, conocer la arquitectura de su inflorescencia.

Tal estructura floral corresponde a una panícula, constituida por un eje central, portador de varios ejes secundarios de largo variable, dependiendo del tamaño de la inflorescencia. Cada uno de éstos sustenta un número indeterminado de ejes terciarios, de muy escasa longitud, sobre los cuales comúnmente se disponen tres flores.

En el caso de las inflorescencias indeterminadas, el eje central va a terminar en un brote que será el encargado de continuar el crecimiento en extensión del árbol; si por el contrario, es determinada, el eje central tendrá sólo flores en su parte superior (SCHRUEDER, 1951).

En el inicio la yema del palto posee un meristema apical vegetativo, que generalmente da origen al brote de la inflorescencia indeterminada, y varios meristemas axilares que se diferenciarán en flor (Figura 1). La diferenciación comienza cuando los meristemas florales empiezan a redondearse como una cúpula (Figura 1 y 2), para luego, a través de sucesivas divisiones celulares, formar una

estructura larga que corresponderá al eje secundario de la panícula (Figura 2). Tanto en la parte superior como en los costados de esta estructura se forman masas cónicas de células, cada una de las cuales originará una flor (Figura 3 A y B; Figura 4). Dado lo compacto de estos cuerpos florales en formación, los ejes terciarios son prácticamente imperceptibles, siendo imposible apreciarlos claramente en las figuras. En cada masa cónica de células se observan divisiones. La primera ocurre en la periferia dando origen al perianto, que en la foto se ve como dos segmentos alargados curvados hacia el centro (Figura 5 A, B y C). Posteriormente, se desarrollan los estambres en dos fases, primero aparecen los que están ubicados más externamente y luego los internos correspondientes a los estaminodios, por último aparece el pistilo en la parte más central (Figura 6 A y B; Figura 7), cuya diferenciación se caracteriza por el alargamiento de su porción superior para la formación de estilo y estigma, y por el engrosamiento en su parte basal donde se desarrollará el ovario que contendrá al óvulo.

Una yema que se encuentra en la etapa final de su diferenciación floral, se ve como una estructura muy compacta en la que el eje central corresponderá al cuerpo mismo de la yema (Figura 8).

La diferenciación de los órganos florales, a partir de la masa cónica de células meristemáticas, implica crecimiento de

dicha masa , en la medida que va ocurriendo la diferenciación. Tal crecimiento, probablemente se deba en un principio a división celular y luego a elongación celular, ya que las células diferenciadas pierden su capacidad de división.

Dentro del eje secundario, la flor ubicada en el extremo superior presenta un adelanto en la diferenciación en comparación a la flores que están distribuidas a lo largo del eje.

Simultáneamente a estos eventos se desarrolla la conexión vascular presentándose los vasos xilemáticos como una red que irriga a todas las estructuras en formación.

Tanto en inflorescencias indeterminadas como determinadas, generalmente los meristemas axilares más próximos al meristema apical presentan diferenciaciones anticipadas y por lo tanto van siempre en etapas más avanzadas con respecto a los otros.

Sin embargo, considerando que la forma de la panícula se asemeja a una pirámide, debieran ser los meristemas axilares ubicados en posiciones más inferiores, los que darán origen a ejes secundarios de longitud mayor.



FIGURA 1. Meristema apical (ma) vegetativo y meristema axilar (max) en la primera fase de diferenciación floral (4x).

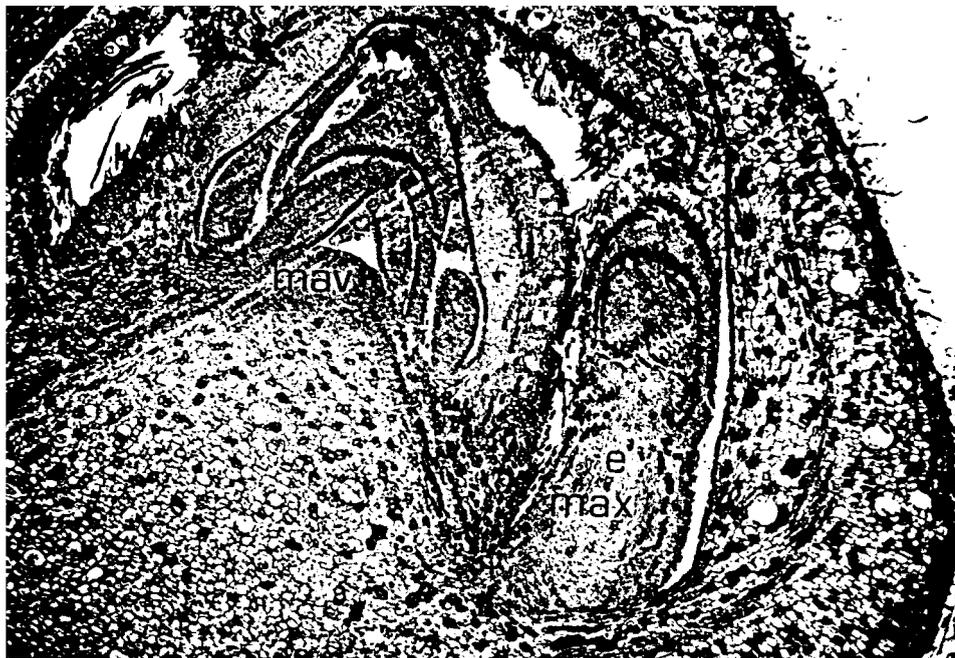
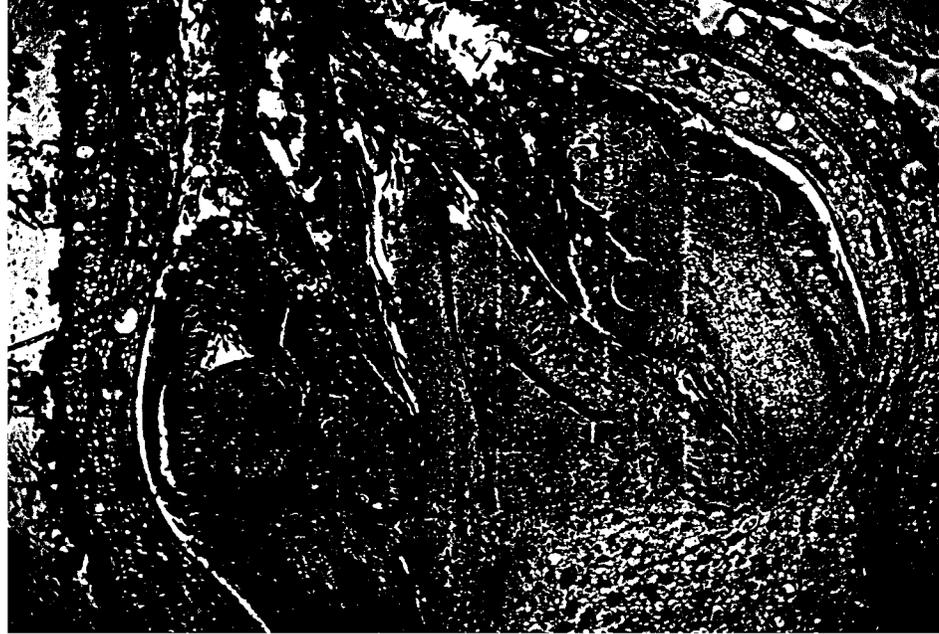


FIGURA 2. Yema floral indeterminada, con meristem apical vegetativo (mav) y meristema axilar (max) en proceso de diferenciación floral, en el que se observa la formación del eje secundario (e) (4x).



A



B

FIGURA 3. A y B. Meristema apical vegetativo y meristema axilar floral, en el que se observa formación de primordios florales (pf) (4x).

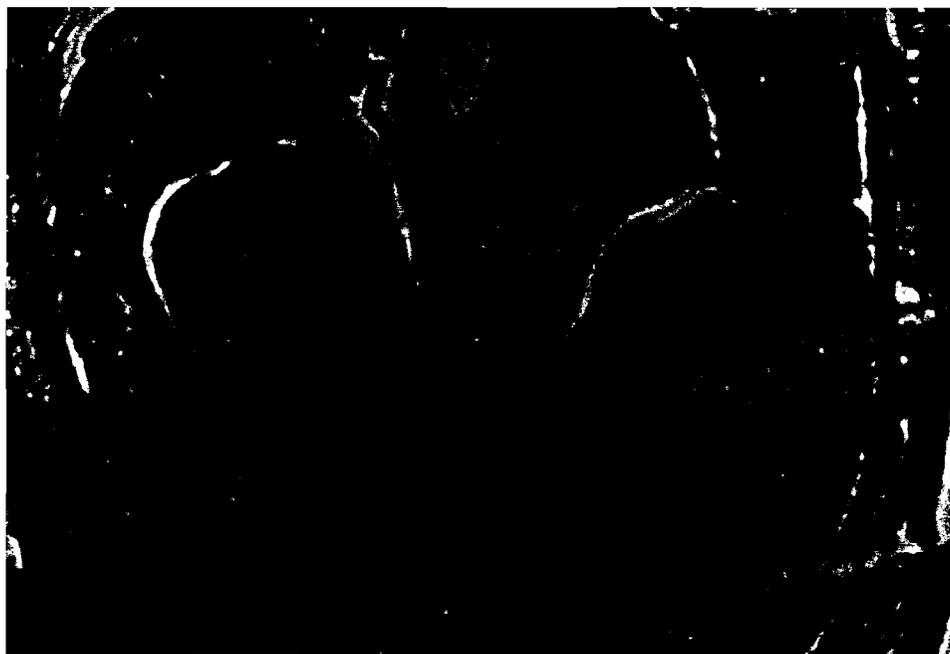
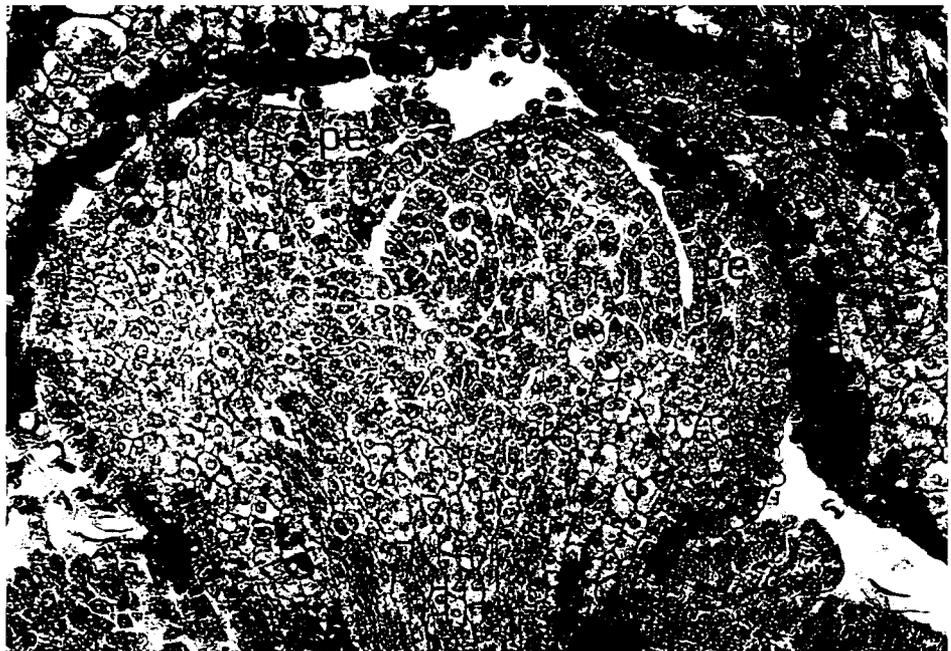


FIGURA 4. Masa de tejido celular que corresponde a un primordio floral (pt) (10x).

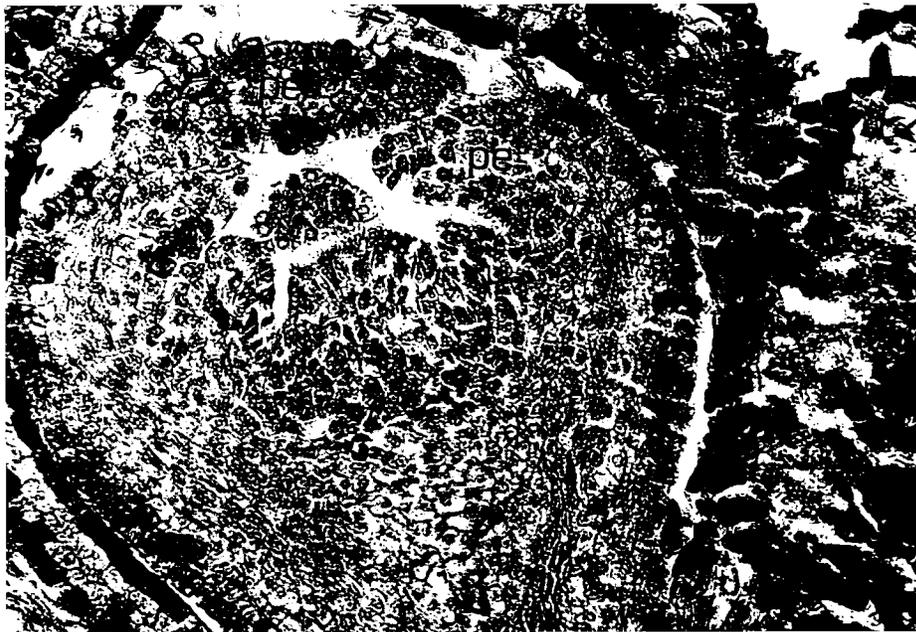


A



B

FIGURA 5. A. Yema floral determinada, con inicio en la formación del perianto (pe) en la periferia de las masas cónicas celulares (4x). B y C. Acercamiento a la formación del perianto (pe) (20x).





A



B

FIGURA 6. A y B. Tejido floral en el que se observa el perianto (pe) curvado hacia el centro, formación de estambres (es) y estaminodios (et) y del pistilo (pi) en la parte más central (4x).



FIGURA 7. Flor con pistilo (pi) en un estado avanzado de diferenciación, en el que se aprecia su alargamiento para la formación de estilo y estigma (4x).



FIGURA 8. Yema floral determinada en un estado muy avanzado de diferenciación.

4.3. Resultados y discusiones de los seguimientos histológicos y de campo, de yemas terminales de palto, variedades Fuerte y Hass

4.3.1. Yemas terminales Fuerte, provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo primaveral

De acuerdo al seguimiento histológico de las yemas terminales de la variedad Fuerte, provenientes del flush de crecimiento vegetativo primaveral, del total de yemas seleccionadas el 74.2 % presentó diferenciación floral en distintas etapas de desarrollo, y el 24.7 % (Cuadro 1) derivó a yemas vegetativas destinadas a continuar el crecimiento en extensión del árbol. El 1.1 % restante corresponde a la pérdida de yemas producto de las heladas de los meses de julio y agosto.

CUADRO 1. Distribución porcentual de yemas florales y vegetativas, a partir de las muestras histológicas de yemas terminales de palto (Persea americana Mill.) cv. Fuerte, provenientes del flush primaveral de crecimiento vegetativo aéreo.

Tipo de yema	número	%
Yemas florales	66	74.2
Yemas vegetativas	22	24.7
Otras (*)	1	1.1
Total	89	100.0

(*) corresponden a yemas totalmente dañadas por las heladas.

Del mismo modo el Cuadro 2, que refleja los resultados del

seguimiento en terreno de las yemas en cuestión, presentan la misma tendencia del Cuadro 1, sólo que en este caso la cantidad de yemas dañadas por las heladas es considerablemente mayor, afectando en forma importante los resultados de este seguimiento. Pero hay un mayor número de yemas florales sobre yemas de tipo vegetativas.

CUADRO 2. Distribución de yemas en las categorías florales y vegetativas, a partir del seguimiento en terreno de yemas terminales del cv. Fuerte, provenientes del flush primaveral de crecimiento vegetativo aéreo.

Tipo de yema	número	%
Yemas florales	42	43.8
Yemas vegetativas	3	3.1
Otras (*)	51	53.1
Total	96	100.0

(*) corresponden a yemas totalmente dañadas por las heladas.

Considerando el importante porcentaje de yemas terminales florales es posible afirmar que dichas yemas cumplen un rol fundamental en el comportamiento reproductivo del árbol, aportando una relevante cantidad de inflorescencias, a diferencia de lo señalado por RODRIGUEZ (1982) quien establece que la floración es típicamente lateral, otorgándole un rol netamente vegetativo a la yema terminal. Sin embargo, el Cuadro 3 revela que un total de 66 yemas florales, 56, es decir, el 84.8 % corresponde a yemas mixtas

que presentan primordios florales y vegetativos y que por lo tanto darán origen a inflorescencias indeterminadas, las cuales aparte de florecer en su porción terminal, continuarán el crecimiento vegetativo aéreo del árbol (SCHROEDER, 1951). En cambio, el 15.2 % restante son yemas únicamente florales de las que emergerá una inflorescencia determinada (Cuadro 3).

CUADRO 3. Distribución de yemas florales determinadas e indeterminadas observadas en las muestras histológicas de yemas terminales del cv. Fuente, provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo primaveral.

Tipo de yema floral	número	%
Yemas florales indeterminadas	56	84.8
Yemas florales determinadas	10	15.2
Total de yemas florales	66	100.0

Por lo tanto, si bien el porcentaje de yemas vegetativas propiamente tal, es significativamente menor al porcentaje de yemas florales (Cuadros 1 y 2), el crecimiento vegetativo aéreo potencial, en cuanto al número de yemas capaces de generar brotes, podría ser bastante considerable, puesto que al ser la mayoría de las inflorescencias del tipo indeterminada la continuidad del crecimiento vegetativo aéreo está plenamente asegurada, aunque su magnitud va a depender en parte, del tamaño del brote generado.

No obstante, ya que no todos los brotes crecen durante todos los flush de crecimiento aéreo y un alto porcentaje crece más en primavera que en otoño (CALVERT, 1993 y TAPIA, 1993), del 24.7 % de yemas vegetativas se habría esperado, bajo condiciones normales, que en su mayoría brotaran en primavera y que sólo algunas lo hicieran durante el crecimiento vegetativo aéreo otoñal, ejerciendo, por tanto, una fuerte competencia con los eventos de floración y cuaja. Más aún, un importante porcentaje de yemas mixtas brotarán y florecerán prácticamente al mismo tiempo, existiendo una superposición temporal de la floración con el crecimiento vegetativo aéreo primaveral, demostrado por los estudios del ciclo fenológico del palto realizados por CALVERT (1993) y TAPIA (1993) e incluso WHILEY en Australia, con un pequeño desfase en el inicio (Anexos 1 y 3). Tal situación es un tanto problemática, puesto que durante 42 días las hojas de los brotes son importadoras de nutrientes en general, siendo agresivas competidoras por las reservas de carbohidratos durante la época de floración y posterior cuaja de frutos, causando trastornos, como por ejemplo la primera caída de frutitos. Sólo después de este tiempo las hojas serán exportadoras de asimilables aprovechables por el fruto en desarrollo. Por lo tanto, bajo este punto de vista, serían más deseables las yemas florales determinadas, que no poseen la desventaja de presentar brote terminal.

Con respecto a la ubicación cardinal de las yemas florales, los Cuadros 4 y 5 no revelan grandes diferencias en la producción de yemas florales desde las distintas posiciones, sin embargo, como será discutido más adelante, esto no es lo que habitualmente sucede. Extrañamente la exposición oeste en un árbol, aparece, en ambos casos, con el menor porcentaje de yemas florales, debido a que fue el sector más dañado por las heladas.

CUADRO 4. Distribución cardinal de yemas florales en el cv. Fuerte provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo primaveral, a partir del seguimiento histológico.

Exposición	número	%
Norte	17	25.8
Sur	17	25.8
Este	18	27.3
Oeste	14	21.1
Total de yemas florales	66	100.0

CUADRO 5. Distribución cardinal obtenida del seguimiento en terreno de yemas florales y vegetativas del cv. Fuerte provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo primaveral.

Exposición	Y. florales		Y. vegetativas		Y. heladas	
	nº	%	nº	%	nº	%
Norte	12	28.6	1	33.3	11	21.6
Sur	14	33.3	0	0.0	10	19.6
Este	10	23.8	1	33.3	13	25.5
Oeste	6	14.3	1	33.4	17	33.3
Total	42	100.0	3	100.0	51	100.0

En cambio, si se analiza la Figura 9, que muestra el crecimiento en diámetro polar de yemas con exposiciones norte, sur, este y oeste, a través del tiempo, es posible detectar cierta diferencia en las distintas exposiciones, dada principalmente por la evolución en el diámetro polar más que por el tamaño que alcanzan las yemas. Es así como, en el sector norte, se observa un crecimiento continuo siempre ascendente, a diferencia de los otros sectores que desde un inicio tienen cierta tendencia a estabilizarse, creciendo escasamente de una semana a otra, especialmente en el lado sur; ya a inicios de junio se ve un claro quiebre en el comportamiento, que indica una activación del crecimiento. De hecho, si se comparan los tamaños alcanzados en los distintos sectores al 01 de junio, el sector norte presenta yemas con diámetro polar sobre los 8 mm, en tanto que las otras

prácticamente no superan los 7 milímetros.

De todas maneras, a excepción del lado este, todas las yemas en promedio alcanzan a principios de septiembre tamaños próximos a los 13 mm de diámetro polar.

Este desarrollo desigual de las yemas, en relación a su ubicación cardinal, posiblemente es producto de la mayor cantidad de luz diaria que este sector recibe y de la mayor temperatura que en él se alcanzan, influyendo en actividades metabólicas tan fundamentales como la fotosíntesis.

Con respecto al crecimiento ecuatorial de la yema, la Figura 10 muestra un cierto crecimiento progresivo, que al igual que en el caso anterior, es mayor en las yemas ubicadas en el lado norte y menor en el lado sur. Sin embargo, si se comparan ambos crecimientos en diámetro, polar y ecuatorial, se ve que en el primer caso, la diferencia entre el tamaño inicial y el final es de aproximadamente 7 mm, en cambio, el crecimiento en diámetro ecuatorial no supera los 3 mm, lo que significa que la yema desarrolla más crecimiento en diámetro polar que ecuatorial, correspondiendo este patrón al de una yema floral, ya que según los resultados presentados en el Cuadro 2 estas yemas medidas en su mayoría se diferenciaron floralmente.

No obstante, tradicionalmente se ha considerado una yema gorda o gruesa como una yema que trae flores, obviamente si

se compara una yema vegetativa con una yema floral, ésta última será probablemente más gruesa, pero por lo menos en el caso del palto, la formación de su inflorescencia desarrolla un mayor crecimiento polar que ecuatorial, debido principalmente a que su esqueleto floral tiende a las estructuras largas, presentando un eje central y varios ejes secundarios como se aprecia en la Figura 8.

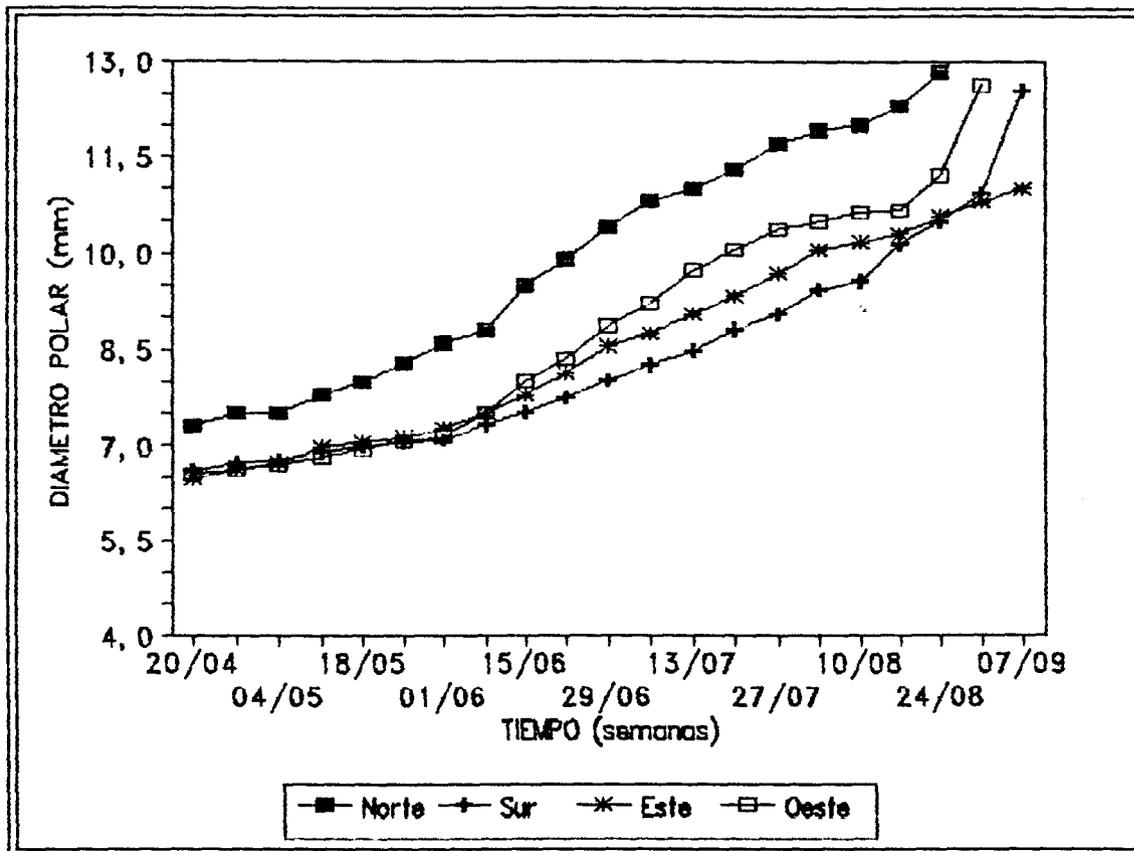


FIGURA 9. Crecimiento en diámetro polar de yemas terminales del cv. Fuerte provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo primaveral, ubicadas en exposición norte, sur, este y oeste.

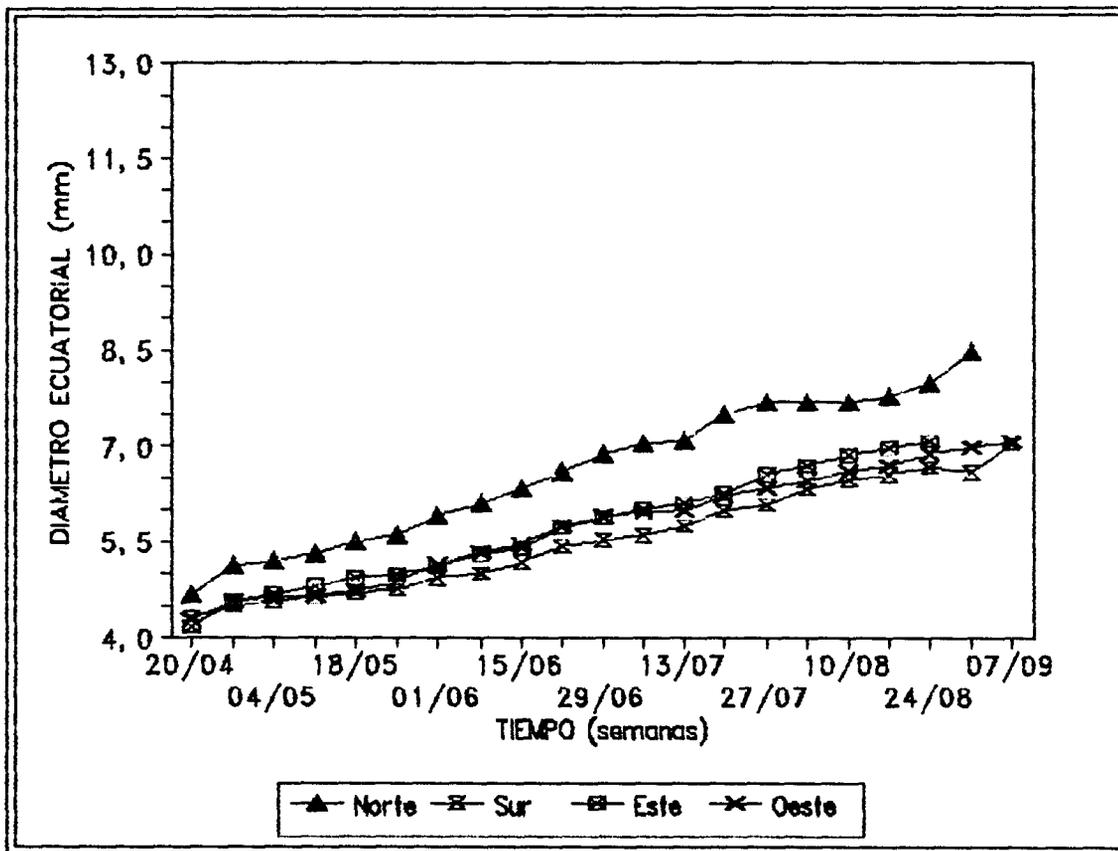


FIGURA 10. Crecimiento en diámetro ecuatorial de yemas terminales del cv. Fuerte, provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo primaveral, ubicadas en exposición norte, sur, este y oeste.

4.3.2. Yemas terminales Fuerte, provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo otoñal

Al igual que en el caso anterior, la presencia de heladas afectó ambos seguimientos, pero con especial severidad a las mediciones en terreno, en el cual más del 90 % de las yemas fueron dañadas, alterando totalmente sus resultados (Cuadros 6 y 7).

Sin embargo, los resultados del seguimiento histológico indican que nuevamente predominan las yemas florales, alcanzando un 61.1 % del total, sobre las yemas vegetativas que representan el 25.9 %, es decir 2.4 yemas florales por 1 vegetativa (Cuadro 6).

CUADRO 6. Distribución porcentual de yemas florales y vegetativas, a partir de las muestras histológicas de yemas terminales de palto (*Persea americana*, Mill) cv. Fuerte, provenientes del flush otoñal de crecimiento vegetativo aéreo.

Tipo de yema	número	%
Yemas florales	33	61.1
Yemas vegetativas	14	25.9
Otras (*)	7	13.0
Total	54	100.0

(*) corresponden a yemas totalmente dañadas por las heladas.

CUADRO 7. Distribución de yemas en las categorías florales y vegetativas, a partir del seguimiento en terreno de yemas terminales del cv. Fuerte, provenientes del flush otoñal de crecimiento vegetativo aéreo.

Tipo de yema	número	%
Yemas florales	4	4.2
Yemas vegetativas	3	3.1
Utras (*)	89	92.7
Total	96	100.0

(*) corresponden a yemas totalmente dañadas por las heladas.

Del total de 33 yemas florales (Cuadro 8), el 87.9 % son yemas mixtas que darán origen a inflorescencias indeterminadas, capaces de continuar el crecimiento vegetativo aéreo del árbol durante la primavera de 1993; el porcentaje restante corresponde a yemas netamente florales.

CUADRO 8. Distribución de yemas florales determinadas e indeterminadas observadas en las muestras histológicas de yemas terminales del cv. Fuerte, provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo otoñal.

Tipo de yema floral	número	%
Yemas florales indeterminadas	29	87.9
Yemas florales determinadas	4	12.1
Total de yemas florales	33	100.0

Por lo tanto, el crecimiento vegetativo aéreo, total producto

de las yemas terminales, equivale al 79.6 %, que mayoritariamente brotará en primavera, constituyéndose en un implacable competidor por reservas carbohidratadas y nutrientes en general, de la floración y desarrollo de los frutitos recién cuajados.

Si bien la cantidad de yemas florales no es muy representativa, el Cuadro 9 muestra significativas diferencias en la distribución de las yemas florales en las distintas exposiciones del árbol, siendo notable la poca participación de la cara sur en la formación de flores. Teóricamente, la causa debería estar vinculada a los factores de luz y temperatura influyentes en la inducción y posterior diferenciación de la yema; la exposición sur se caracteriza por ser la menos iluminada y más fría de todas las caras dado que la incidencia directa de los rayos solares sobre este sector es de menor duración, razón por la cual la eficiencia fotosintética de sus hojas es menor. Si bien es cierto, se mencionó que bajas temperaturas favorecerían la inducción floral, no es lógico pensar que el sector sur, por tanto debería inducir más flores, ya que se considera que el factor influye en el árbol como un todo.

CUADRO 9. Distribución cardinal de yemas florales en el cv. Fuerte, provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo otoñal, a partir del seguimiento histológico.

Exposición	número	%
Norte	9	27.3
Sur	6	18.1
Este	9	27.3
Oeste	9	27.3
Total de yemas florales	33	100.0

CUADRO 10. Distribución cardinal obtenida del seguimiento en terreno, de yemas florales y vegetativas del cv. Fuerte, provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo otoñal.

Exposición	Y. florales		Y. vegetativas		Y. heladas	
	n°	%	n°	%	n°	%
Norte	0	0.0	0	0.0	24	27.1
Sur	2	50.0	3	100.0	19	21.3
Este	1	25.0	0	0.0	23	25.8
Oeste	1	25.0	0	0.0	23	25.8
Total	4	100.0	3	100.0	89	100.0

Con respecto al crecimiento en diámetro polar de las yemas (Figura 11), no se aprecian diferencias importantes entre las distintas exposiciones, pero sí se observa un crecimiento sostenido que va aumentando su tasa en la medida que las

temperaturas ambientales se elevan.

En el crecimiento en diámetro ecuatorial (Figura 12), se presenta la misma situación sólo que en este caso las curvas tienen mucho menos pendiente, demostrando una escasa tasa de crecimiento semanal.

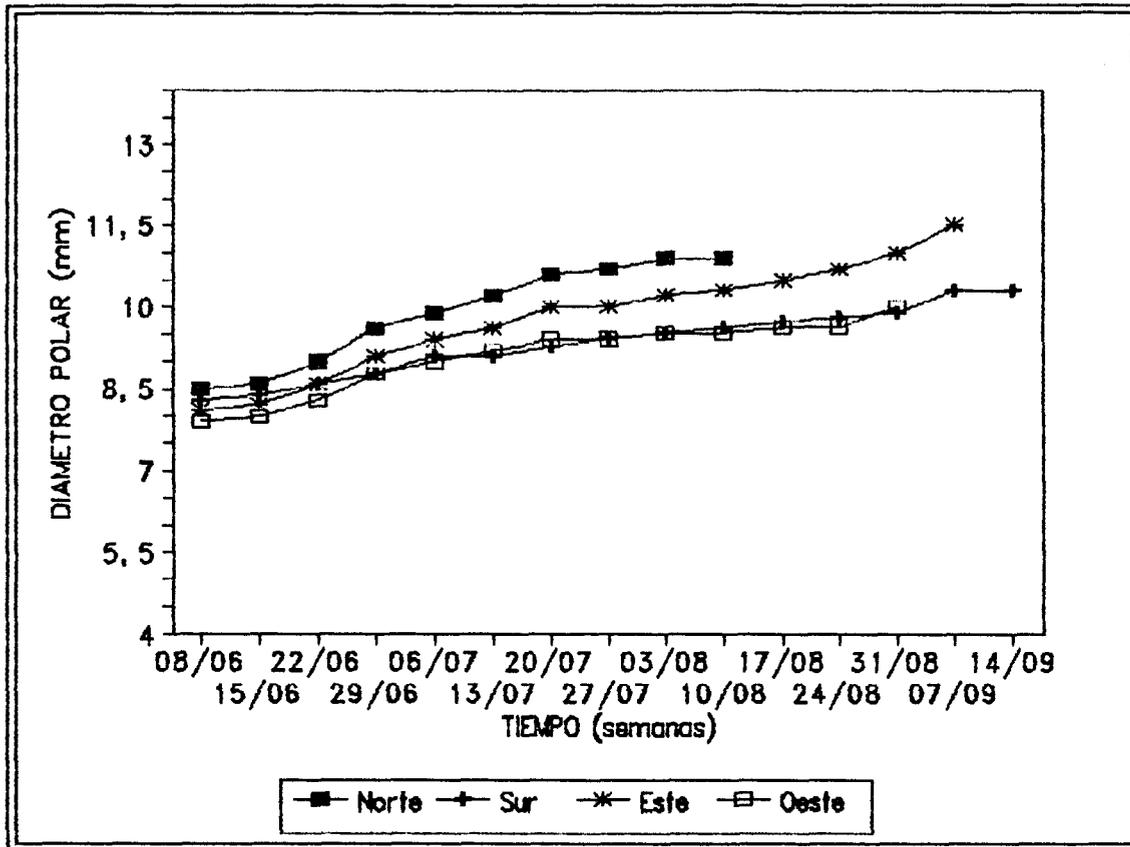


FIGURA 11. Crecimiento en diámetro polar de yemas terminales del cv. Fuerte, provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo otoñal, ubicadas en exposición norte, sur, este y oeste.

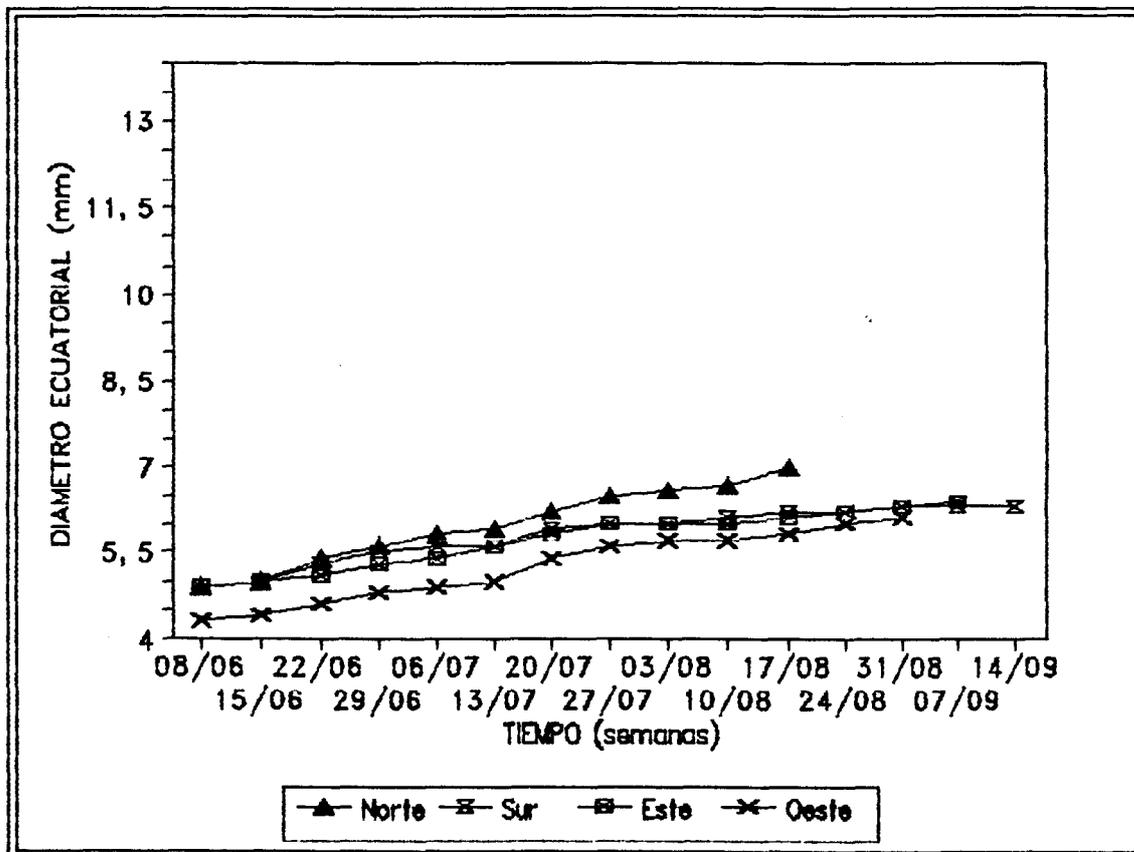


FIGURA 12. Crecimiento en diámetro ecuatorial de yemas terminales del cv. Fuerte, provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo otoñal, ubicadas en exposición norte, sur, este y oeste.

4.3.3. Comparación entre los resultados provenientes desde ambos flush de crecimiento vegetativo aéreo en el cultivar Fuerte.

Las yemas terminales provenientes de ambos flush de crecimiento vegetativo aéreo, siguen aproximadamente la misma tendencia en su comportamiento. En los dos casos las yemas que se diferenciaron floralmente sobrepasan en gran magnitud a las que lo hicieron vegetativamente (Cuadro 11).

Debido al daño por bajas temperaturas que sufrieron las yemas, no es posible determinar con exactitud en cual de los dos flush de crecimiento vegetativo aéreo es posible que se diferencie un mayor porcentaje en yemas florales, pero de todas maneras, de acuerdo a los resultados del seguimiento histológico, más del 50 % de las yemas terminales se diferenciaron floralmente; por lo tanto, es legítimo afirmar que las yemas ubicadas terminalmente en el brote aportan, la mayor parte de las veces, una cantidad importante de flores y por ende posiblemente de frutos.

CUADRO 11. Distribución de yemas florales y vegetativas, producidas en cada flush de crecimiento vegetativo en el cv. Fuerte, a partir del seguimiento histológico.

Tipo de yema	F. veg. primaveral				F. veg. otoñal			
	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%
Y. flor.	66	74.2	42	43.8	33	61.1	4	4.2
Y. veg.	22	24.7	3	3.1	14	25.9	3	3.1
Y. hel.	1	1.1	51	53.1	7	13.0	89	92.7
Total	89	100.0	96	100.0	54	100.0	96	100.0

Del mismo modo, el porcentaje de yemas florales de tipo indeterminada, provenientes de ambos flush de crecimiento, supera el 80 %. En discusiones anteriores se menciona las desventajas de una yema floral indeterminada en términos de la competencia que se establece entre el brote generado y la inflorescencia, en perjuicio de ésta última, lo que hace más deseable la formación de inflorescencias determinadas en la evolución que hacen los ápices meristemáticos.

CUADRO 12. Comparación de los porcentajes de yemas florales determinadas e indeterminadas, producidas por cada flush de crecimiento vegetativo aéreo en el cv. Fuerte.

Tipo de yema floral	F. veg. prim.		F. veg. otoñal	
	nº	%	nº	%
Y. flor. indeterminadas	56	84.8	29	87.9
Y. flor. determinadas	10	15.2	4	12.1
Total	66	100.0	33	100.0

Con respecto, a la distribución de las yemas florales de acuerdo a su orientación cardinal, el Cuadro 13 no refleja una tendencia clara, ya que en el caso de las yemas provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo primaveral, el lado sur aportó un porcentaje similar e incluso mayor de yemas florales que los sectores norte, este y oeste; esto no es lo que habitualmente sucede, como bien se mencionó anteriormente lo esperado es que el sector norte sea el mayor contribuyente de flores, y que los sectores este y oeste aporten una cantidad similar, siendo la exposición sur la menos impotante de este punto de vista; la razón que justifica el comportamiento observado es desconocida, una posible causa sería que al ser esta exposición la menos iluminada presenta un escaso crecimiento vegetativo, favoreciendo así la inducción de sus yemas, de todas maneras sería interesante hacer un estudio más acabado de esta situación, midiendo la temperatura y las horas de luz por exposición del árbol. Los resultados de los seguimientos de las yemas del flush otoñal son poco fidedignos por la escasa representatividad de sus muestras, motivo por el cual no serán discutidos.

CUADRO 13. Distribución de yemas florales producidas por exposición cardinal provenientes de cada flush de crecimiento vegetativo aéreo en el cv. Fuente.

Exposición	F. veg. primaveral				F. veg. otoñal			
	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%
Norte	17	25.8	12	28.6	9	27.3	0	0.0
Sur	17	25.8	14	33.3	6	18.1	2	50.0
Este	18	27.3	10	23.8	9	27.3	1	25.0
Oeste	14	21.1	6	14.3	9	27.3	1	25.0
Total	66	100.0	42	100.0	33	100.0	4	100.0

4.3.4. Yemas terminales Hass, provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo primaveral

Tanto los resultados obtenidos a partir del seguimiento histológico y del seguimiento en terreno, reflejan predominio en cuanto al número de yemas vegetativas sobre yemas florales (Cuadro 14 y 15), representando éstas últimas, en ambos casos, un reducido porcentaje de la muestra total.

CUADRO 14. Distribución porcentual de yemas florales y vegetativas, a partir de las muestras histológicas de yemas terminales de palto (Persea americana. Mill) cv. Hass, provenientes del flush primaveral de crecimiento vegetativo aéreo.

Tipo de yema	número	%
Yemas florales	17	17.7
Yemas vegetativas	65	67.7
Otras (*)	14	14.6
Total	96	100.0

(*) corresponden a yemas totalmente dañadas por las heladas.

CUADRO 15. Distribución de yemas en las categorías florales y vegetativas, a partir del seguimiento en terreno de yemas terminales del cv. Hass, provenientes del flush primaveral de crecimiento vegetativo aéreo.

Tipo de yema	número	%
Yemas florales	1	1.0
Yemas vegetativas	48	48.0
Otras (*)	51	51.0
Total	100	100.0

(*) corresponden a yemas totalmente dañadas por las heladas.

La causa fisiológica de esta situación es desconocida y sólo es posible teorizar al respecto. Sin embargo, observaciones en terreno, indican que en general, los árboles seleccionados no presentaron una floración importante, debido a los daños por heladas o bien a que han caído dentro de un ciclo de añerismo, ya que según las producciones de cada uno de los árboles seleccionados, la temporada 1992 - 1993 (Anexo 4) correspondió a un año de baja producción (año "off"), excepto en el caso del árbol 5, lo que seguramente significó que en la primavera de 1991, la cantidad de flores producidas y por ende, el porcentaje de cuaja fueron bastante bajas, debido probablemente a una fuerte carga presente en el período de inducción limitando la formación de yemas florales. Por el contrario, el porcentaje de cuaja de la primavera de 1992, de alrededor de un 0,2 % (TAPIA, 1993),

superó al 0,1 %, considerado como normal, lo que implica que la floración de ese año fue mayor, debido a que una gran cantidad de yemas logró inducirse producto de la escasa carga frutal presente durante el período inductivo, lo cual derivó en que la cosecha de la temporada 1993 - 1994 fue mayor (Anexo 6), correspondiendo éste a un año "on". Del mismo modo, en continuidad con el ciclo, la mayor carga frutal presente durante todo el período inductivo del año 1993, ejerció un drástico efecto inhibitor sobre la yema evitando su inducción floral, de esta manera se explicaría en parte, la baja cantidad de yemas florales que muestran los Cuadros 14 y 15.

De las yemas florales presentes en las muestras histológicas el 88.2 % correspondía a yemas florales indeterminadas o mixtas, cuyo meristema apical se diferenció vegetativamente constituyendo el brote por él generado en el momento de la floración un severo competidor por las reservas carbohidratadas y por nutrientes en general, en desmedro de los eventos de cuaja y desarrollo de frutos, provocando trastornos como la primera caída de frutitos.

CUADRO 16. Distribución de yemas florales determinadas e indeterminadas observadas en las muestras histológicas de yemas terminales del cv. Hass, provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo primaveral.

Tipo de yema floral	número	%
Yemas florales indeterminadas	15	88.2
Yemas florales determinadas	2	11.8
Total de yemas florales	17	100.0

De esta manera, si se consideran los datos del seguimiento histológico, el crecimiento vegetativo aéreo aportado por yemas terminales, considerando las yemas vegetativas más las yemas florales indeterminadas, corresponde a un 83.3 %, porcentaje elevado que significa que gran parte de las reservas carbohidratadas del árbol son destinadas a este punto.

Los resultados del seguimiento histológico, con respecto a la distribución cardinal de las yemas florales dentro del árbol (Cuadro 17), revelan, a pesar de lo reducido de la muestra, que la exposición norte es el sector más productor de flores y a la vez es el lado en que menor diferenciación de yemas vegetativas hubo (Cuadro 18), en cambio, el sector sur es el que menos flores aporta pero el más importante en su crecimiento vegetativo aéreo.

CUADRO 17. Distribución cardinal de yemas florales en el cv. Hass, provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo primaveral, a partir del seguimiento histológico.

Exposición	número	%
Norte	8	47.1
Sur	1	5.9
Este	3	17.6
Oeste	5	29.4
Total de yemas florales	17	100.0

CUADRO 18. Distribución cardinal obtenida del seguimiento en terreno de yemas florales y vegetativas del cv. Hass, provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo primaveral.

Exposición	Y. florales		Y. vegetativas		Y. heladas	
	nº	%	nº	%	nº	%
Norte	1	100.0	11	22.9	13	25.5
Sur	0	0.0	15	31.3	10	19.6
Este	0	0.0	12	25.0	13	25.5
Oeste	0	0.0	10	20.8	15	29.4
Total	1	100.0	48	100.0	51	100.0

Por otro lado, el gráfico de las Figura 13, no presenta grandes diferencias en los crecimientos de las yemas ubicadas en las cuatro exposiciones de los árboles, sólo el sector sur posee yemas de menor tamaño en comparación especialmente

a las caras norte y oeste. Del mismo modo, el comportamiento del crecimiento en diámetro ecuatorial es similar (Figura 14), pero con curvas de muy escasa pendiente, experimentando leves aumentos en el tiempo. Este comportamiento, según los resultados del seguimiento en terreno, no muestran la dinámica de una yema floral, sino más bien la de una yema vegetativa.

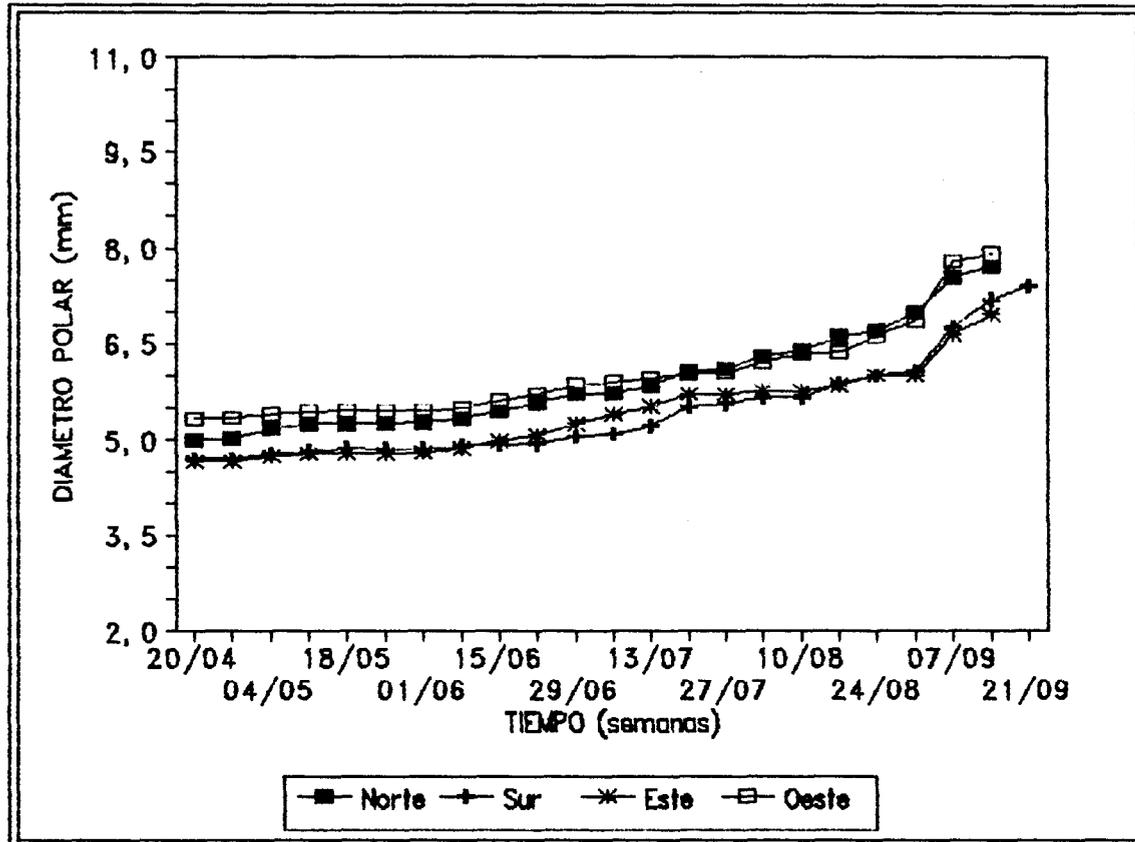


FIGURA 13. Crecimiento en diámetro polar de yemas terminales del cv. Hass, provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo primaveral, ubicadas en exposición norte, sur, este y oeste.

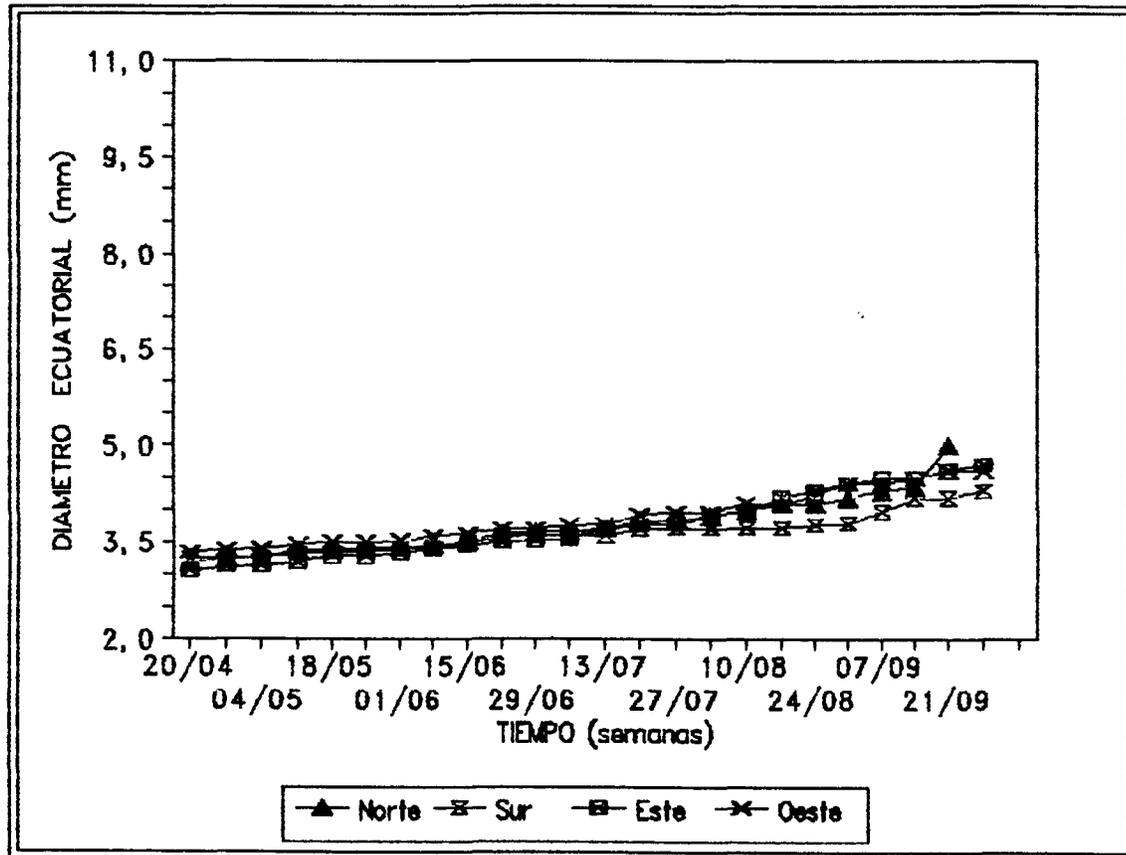


FIGURA 14. Crecimiento en diámetro ecuatorial de yemas terminales del cv. Hass, provenientes del flush de crecimiento vegetativo primaveral, ubicadas en exposición norte, sur, este y oeste.

4.3.5. Yemas terminales Hass, provenientes del flush de crecimiento vegetativo otoñal.

En este caso los resultados del seguimiento histológico y del seguimiento en terreno presentan situaciones contradictorias. De las yemas terminales recolectadas para análisis histológico más del 50 % corresponden a yemas florales, en cambio en los seguimientos de campo sólo el 22 % fueron yemas florales y el 32 % vegetativas. Si bien en ambos casos existió una cantidad importante de yemas que fueron dañadas por las bajas temperaturas (heladas) afectando los resultados, la muestra de yemas del seguimiento en terreno sufrió el 46 % de reducción, lo que hace muy poco representativos sus resultados.

CUADRO 19. Distribución porcentual de yemas florales y vegetativas, a partir de las muestras histológicas de yemas terminales de palto (Persea americana. Mill) cv. Hass, provenientes del flush otoñal de crecimiento vegetativo aéreo.

Tipo de yema	número	%
Yemas florales	31	51.7
Yemas vegetativas	14	23.3
Otras (*)	15	25.0
Total	60	100.0

(*) corresponden a yemas totalmente dañadas por las heladas.

CUADRO 20. Distribución de yemas en las categorías florales y vegetativas, a partir del seguimiento en terreno de yemas terminales del cv. Hass, provenientes del flush otoñal de crecimiento vegetativo aéreo.

Tipo de yema	número	%
Yemas florales	22	22.0
Yemas vegetativas	32	32.0
Otras (*)	46	46.0
Total	100	100.0

(*) corresponden a yemas totalmente dañadas por las heladas.

De acuerdo, a las bajas producciones de la temporada 1993 - 1994 (Anexo 7), estos árboles en el momento de la inducción floral presentaban una baja carga frutal, favoreciendo por tanto el desarrollo de yemas florales, explicando así el mayor porcentaje de éstas sobre las vegetativas encontradas en los cortes histológicos.

Segun el Cuadro 21, nuevamente la mayoría absoluta de yemas florales fueron del tipo indeterminada y solo el 6.5 % del tipo determinada. Teóricamente una inflorescencia indeterminada proveniente de una yema terminal, debería llevar un menor número de flores en comparación a una inflorescencia determinada, puesto que en esta última el espacio que en la yema floral indeterminada es ocupado por el brote, será destinado a formación de flores.

CUADRO 21. Distribución de yemas florales determinadas e indeterminadas observadas en las muestras histológicas de yemas terminales del cv. Hass, provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo otoñal.

Tipo de yema floral	número	%
Yemas florales indeterminadas	29	93.5
Yemas florales determinadas	2	6.5
Total de yemas florales	31	100.0

Tanto el Cuadro 22 como el 23 reflejan a las exposiciones norte, este y oeste como los principales sectores productores de flores dentro del árbol, siendo la exposición sur la contribuyente minoritaria.

CUADRO 22. Distribución cardinal de yemas florales en el cv. Hass, provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo otoñal, a partir del seguimiento histológico.

Exposición	número	%
Norte	8	25.8
Sur	3	9.6
Este	10	32.3
Oeste	10	32.3
Total de yemas florales	31	100.0

CUADRO 23. Distribución cardinal obtenida del seguimiento en terreno, de yemas florales y vegetativas del cv. Hass, provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo otoñal.

Exposición	Y. florales		Y. vegetativas		Y. heladas	
	nº	%	nº	%	nº	%
Norte	7	31.8	6	18.8	12	26.1
Sur	3	13.7	13	40.5	9	19.6
Este	7	31.8	7	21.9	11	23.9
Oeste	5	22.7	6	18.8	14	30.4
Total	22	100.0	32	100.0	46	100.0

El gráfico (Figura 15), que refleja el crecimiento en diámetro polar de estas yemas, muestra que las yemas ubicadas en el sector norte, crecieron en forma más continua y ascendente, siendo notorio su mayor tamaño promedio alcanzado, cercano a los 10,5 mm; dentro de esta misma lógica, la exposición sur muestra una curva mucho más plana, experimentando una alza considerable en las últimas semanas, producto de la elevación de la temperatura ambiental (Anexo 10).

En cambio, en los sectores norte, este y oeste, la tasa de crecimiento semanal se mantuvo relativamente estable en el tiempo. Esta desigualdad puede deberse a la diferencia de temperatura y luminosidad que existe principalmente entre el sector sur y las exposiciones norte, este y oeste del árbol.

Del mismo modo, el crecimiento en diámetro ecuatorial (Figura 16), sigue la misma tendencia del crecimiento polar, pero al igual que los casos anteriores sus curvas son de mucha menor pendiente.

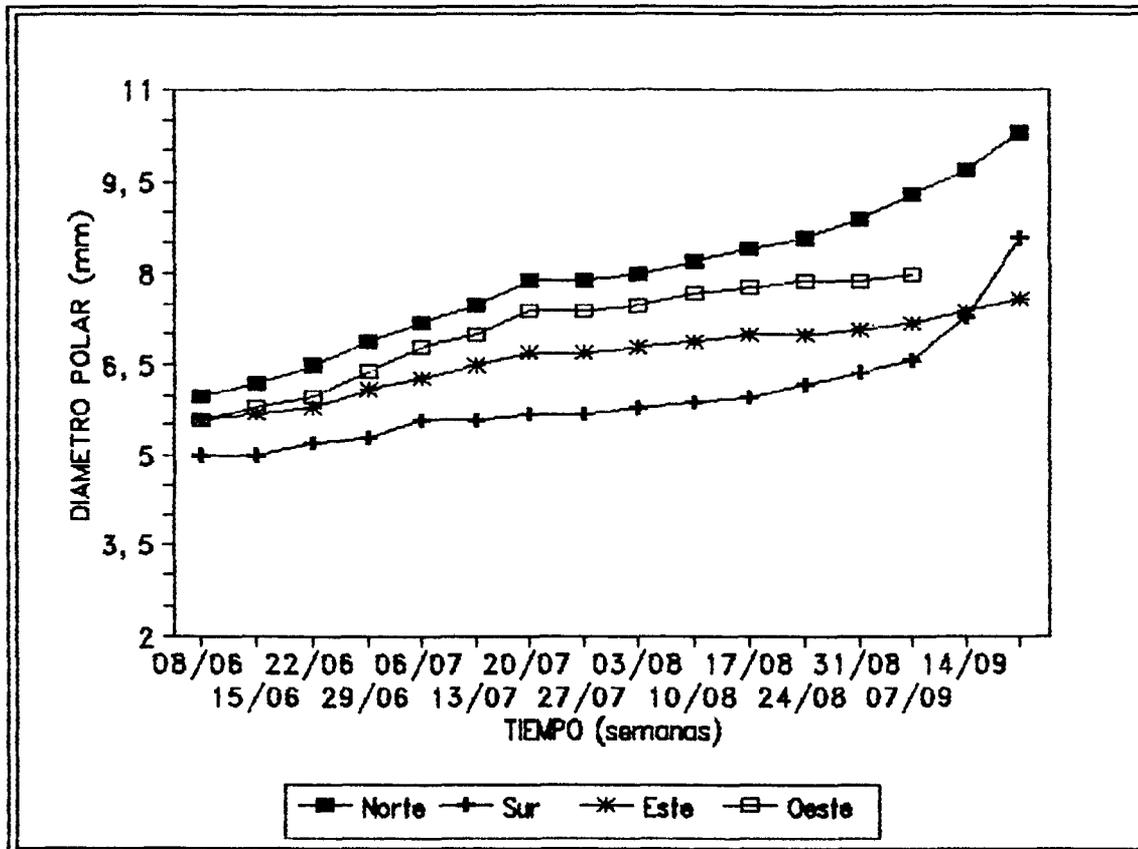


FIGURA 15. Crecimiento en diámetro polar de yemas terminales del cv. Hass, provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo otoñal, ubicadas en exposición norte, sur, este y oeste.

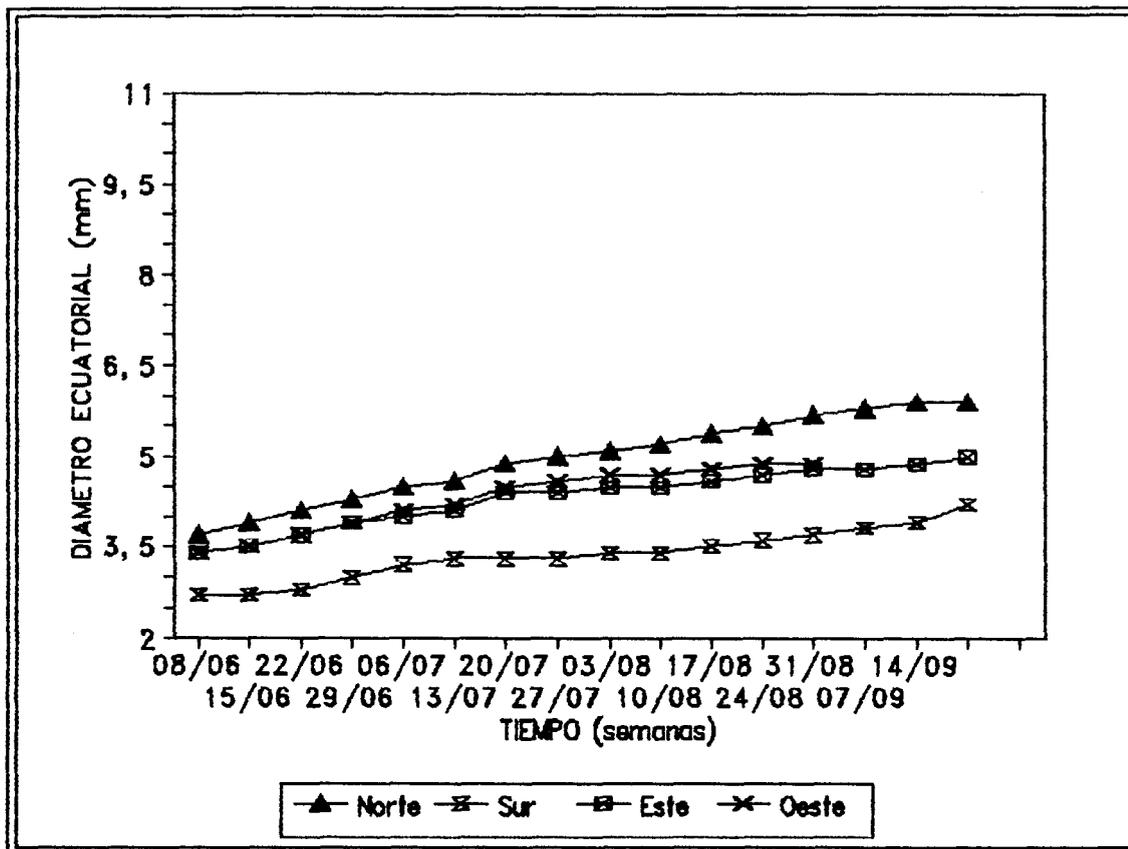


FIGURA 16. Crecimiento en diámetro ecuatorial de yemas terminales del cv. Hass, provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo otoñal, ubicadas en exposición norte, sur, este y oeste.

4.3.6. Comparación entre los resultados provenientes desde ambos flush de crecimiento vegetativo aéreo en el cultivar Hass

Debido a que por un problema técnico, los seguimientos de las yemas terminales provenientes de cada flush de crecimiento vegetativo aéreo se realizaron en distintos árboles, no es posible precisar cual fue el comportamiento reproductivo de esta variedad, ya que, en las yemas, provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo primaveral, predominó el desarrollo vegetativo al floral, posiblemente justificado por el ciclo bianual en el cual estos árboles se encuentran. Por el contrario, en el caso de las yemas provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo otoñal, los resultados del seguimiento histológico mostraron la situación inversa (Cuadro 24).

CUADRO 24. Distribución de yemas florales y vegetativas, producidas en cada flush de crecimiento vegetativo en el cv. Hass, a partir del seguimiento histológico.

Tipo de yema	F. veg. primaveral				F. veg. otoñal			
	n°	%	n°	%	n°	%	n°	%
Y. flor.	17	17.7	1	1.0	31	51.7	22	22.0
Y. veg.	65	67.7	48	48.0	14	23.3	32	32.0
Y. hel.	14	14.6	51	51.0	15	25.0	46	46.0
Total	96	100.0	100	100.0	60	100.0	100	100.0

En cuanto a la cantidad de yemas florales determinadas e indeterminadas presentes en cada uno de los flush de crecimiento vegetativo, las yemas indeterminadas predominaron en un porcentaje superior al 90 % (Cuadro 25).

Esta situación se ha repetido en todos los casos anteriormente discutidos, el punto es por qué el árbol prefiere producir yemas florales indeterminadas en vez de determinadas. Del punto de vista del funcionamiento del palto, al ser este un árbol de hoja persistente, necesita un gran volumen foliar para suplir la gran demanda de fotosintatos que su gran masa requiere, por lo tanto el árbol busca producir hojas. Bajo el criterio productivo esto no es muy conveniente, ya que como se ha mencionado perjudica la cuaja y el desarrollo de los frutos que es el fin que se persigue.

CUADRO 25. Comparación de los porcentajes de yemas florales determinadas e indeterminadas producidas por cada flush de crecimiento vegetativo aéreo en el cv. Hass.

Tipo de yema floral	F. veg. prim.		F. veg. otoñal	
	n°	%	n°	%
Y. flor. indeterminadas	15	88.2	29	93.5
Y. flor. determinadas	2	11.8	2	6.5
Total	17	100.0	31	100.0

La distribución de yemas en el árbol de acuerdo a los puntos cardinales (Cuadro 26), evidencia al sector norte como la exposición en la que más yemas florales se desarrollan y el sector sur como lo contrario.

CUADRO 26. Distribución de yemas florales producidas por exposición cardinal provenientes de cada flush de crecimiento vegetativo aéreo en el cv. Hass.

Exposición	F. veg. primaveral				F. veg. otoñal			
	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%
Norte	8	47.1	1	100.0	8	25.8	7	31.8
Sur	1	5.9	0	0.0	3	9.6	3	13.7
Este	3	17.6	0	0.0	10	32.3	7	31.8
Oeste	5	29.4	0	0.0	10	32.3	5	22.7
Total	17	100.0	1	100.0	31	100.0	22	100.0

La comparación de los gráficos correspondientes (Figuras 13, 14, 15 y 16) no es lógica, puesto que las curvas de las yemas provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo primaveral presentan el desarrollo en mayor grado a yemas vegetativas que a yemas florales.

En cambio, si es posible relacionar los resultados de los gráficos de las yemas del flush otoñal con los del Cuadro 26, ya que en ambos casos el sector norte es el principal productor de yemas florales y además donde éstas tienen una mayor tasa de crecimiento en diámetro, tanto polar como

ecuatorial, por lo que es muy probable que al comparar inflorescencias de este lado con las de otro sector, especialmente con el sur, sean de mayor tamaño o quizás presenten una mayor número de flores.

5. CONCLUSIONES

En el cultivar Hass, el periodo de inducción floral se inició en mayo, prolongándose aproximadamente durante cuatro meses hasta principios de agosto. En el cultivar Fuente, el periodo de inducción floral se inició en abril, extendiéndose igualmente hasta los primeros días de agosto.

El periodo de tiempo desde el periodo posible de inducción floral hasta la antesis se calcula de 18 a 20 semanas en el cultivar Hass y de aproximadamente 24 semanas en el cultivar Fuente.

En el cultivar Hass, las yemas terminales provenientes del flush de crecimiento vegetativo aéreo otoñal, fueron las principales formadoras de flores, no así las derivadas del flush aéreo primaveral, debido probablemente a la influencia que ejerce la carga frutal. En el cultivar Fuente, los flush de crecimiento vegetativo aéreo, primaveral y otoñal, aportaron principalmente yemas terminales que se diferenciaron floralmente.

En el cultivar Hass, la carga frutal presente durante el periodo inductivo de las yemas terminales, tiene una importante incidencia sobre la cantidad de yemas florales que se formarán, entendiéndose que mientras mayor sea la carga frutal menor será el número de yemas que se inducirán.

Las yemas terminales que se diferenciaron floralmente son en su mayoría del tipo mixta, y por lo tanto darán origen a una inflorescencia indeterminada.

Las yemas en su proceso de diferenciación floral crecen más en diámetro polar que ecuatorial, debido a que estructuralmente su inflorescencia tiende a las formas alargadas.

En ambas variedades, la exposición norte, presentó la mayor producción de yemas florales, y en general la tasa de crecimiento de dichas yemas fue mayor. Por el contrario la exposición sur es la que menos yemas florales aporta. Los sectores este y oeste pueden situarse en un rango intermedio.

6. RESUMEN

Este estudio, realizado en la Estación Experimental La Palma, perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso, consistió básicamente en la investigación del proceso de formación floral en dos variedades de palto, Hass y Fuerte, en que se tuvo como objetivos averiguar, para cada cultivar, los períodos aproximados de inducción floral, la capacidad floral de las yemas terminales, y el rol que en este sentido juegan los dos flush de crecimiento vegetativo aéreo, primaveral y otoñal que se producen en esta especie frutal.

Se trabajó con un set de diez árboles del cultivar Hass y ocho del cultivar Fuerte, a los que se les marcó yemas terminales provenientes del flush vegetativo aéreo primaveral y del flush vegetativo aéreo otoñal. El método a ejecutar involucró dos seguimientos uno histológico, en cuyo caso fue necesario recolectar yemas semanalmente, y uno en terreno, enfocado a registrar el crecimiento en diámetro polar y ecuatorial de las yemas en cuestión.

Los resultados indicaron que el período inductivo se inicia en mayo para el cultivar Hass y en abril para el cultivar Fuerte, prolongándose en ambas variedades hasta principios de agosto de lo cual se desprende que la formación de la yema floral comprende un tiempo aproximado de veinte semanas antes

de la antesis.

El aporte de yemas florales por cada uno de los flush vegetativos aéreos, en el cultivar Fuerte, fue de similar magnitud, superando con creces a las yemas que se diferenciaron vegetativamente. Sin embargo, en el cultivar Hass sólo el flush otoñal contribuyó con yemas florales y en un porcentaje no tan significativo como en el cultivar Fuerte, lo que puede deberse a la carga frutal presente en cada caso.

El estudio histológico además demostró que las yemas terminales florales corresponden en mayoría casi absoluta al tipo mixta, generando un brote a partir de su meristema apical mientras que sus meristemas axilares se diferencian floralmente. Sólo un reducido porcentaje desarrolla únicamente flores.

Por último, ambos seguimientos confirmaron la influencia que tiene la exposición cardinal en el número de yemas florales producidas y en la tasa de crecimiento de estas, siendo el sector norte el mayor contribuyente y donde el ritmo de crecimiento es mayor.

Al conocer parte de la dinámica de formación de flores en palto, se cuenta con una base suficiente para desarrollar posteriores investigaciones con un enfoque más práctico, que permitan estudiar problemas productivos para posteriormente

darles solución.

7. LITERATURA CITADA

- AMLING, H.J. and AMLING, K.A. 1983. Physiological differentiation of pistillate flowers of pecan and cold requirements for their initiation. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108 (2): 195 - 198.
- BERNIER, G. ; KINET, J. M. and SACHS, R. M. 1981. The physiology of flowering. I. The initiation of flowers. C.R.C. Press, Florida 150 p.
- , G. 1988. The control of floral evocation y morphogenesis. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 39: 175 - 219.
- BUBAN, T. and FAUST, M. 1982. Flower bud induction in apple trees internal control and differentiation. Horticultural Reviews 4: 174 - 203.
- CALVERT, E. 1993. Aproximación al ciclo fenológico del palto (Persea americana Mill.) cv. Fuerte. Tesis Ing. Agr. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 127 p.
- COUTANDEAU, M. 1964. Fruticultura. España, Ediciones de Occidente 108 p.
- CHANDLER, W.H. 1962. Frutales de hoja perenne. México, Hispanoamericana. 675 p.
- FAUST, M. 1989. Physiology of temperate zone fruit trees. Nueva York, Wiley. 338 p.
- GARDIAZABAL, F. 1990. Variedades e implantación. In: Producción, Postcosecha y Comercialización de Paltas. Viña del Mar, Chile pp:C1 - C25.
- , F. y ROSENBERG, G. 1991. Cultivo del palto. Quillota. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 201 p.

- 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. 99 p.
- JACKSON, D. 1986. Temperate and subtropical fruit production. Wellington, Butterworths Horticultural Books. 294 p.
- JACKSON, D.I. and SWEET, G.B. 1972. Flower initiation in temperate woody plants. Hort. Abstr. 42: 9 - 24.
- KRAMER, J.P. and KOZLOWSKI, T.T. 1970. Physiology of trees. Londres, Mc. Graw - Hill. 582 p.
- LAVEE, S; REGEV, V. and SAMISH, R.M. 1966. The determination of induction and differentiation in grape vines. Vitis. 8: 1 - 13.
- LOVATT, C. J. 1987. Stress. California Avocado Society Yearbook 71: 251 - 255.
- LUCKWILL, L.C. 1970. The control of growth and fruitfulness of apple trees. In: L.C. Luckwill y C.V. Cutting (eds.) Physiology of tree crops. New York, Academic Press. pp: 237 - 254.
- MEYER, B.S. 1960. Introducción a la fisiología vegetal. Buenos Aires, Eudeba. 579 p.
- MONSELISE, S. 1985. Citrus and related genera. In: CRC Handbook of flowering 2: 275 - 294.
- OKADA, K.; JUNICHI U. Y MASAKO K. 1991. Requirement of the auxin transport system in early stages of Arabidopsis floral bud formation. The Plant Cell, 3: 677 - 684.
- PALMA, A. R. 1991. Aproximación al ciclo fenológico del palto (Persea americana Mill.) cv. Fuerte. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 127 p.

- PARODI, L.R. 1959. Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería, descripción de las plantas cultivadas. Buenos Aires, Acme. 385 p. (Vol.1.).
- RAZETO, B. 1992. Para entender la fruticultura. Santiago de Chile, Vivarium. 303 p.
- RODRIGUEZ, F. 1982. El aguacate. México, AGT. 167 p.
- RHUELE, G.D. 1974. La industria del aguacate. México, Agencia para el Desarrollo Internacional. 96 p.
- SACHS, R. M. 1977. Nutrient diversion: an hypothesis to explain the chemical control of flowering. Hort. Science 12 (3): 220 - 222.
- SCHOLEFIELD, P.B.; SEDGLEY, M. and ALEXANDER, D. Mc E. 1985. Carbohydrate cycling in relation to shoot growth, floral initiation and development and yield in the avocado. Scientia Hortic. 25: 99 - 110.
- SCHROEDER, C. A., 1951. Flower bud development in the avocado. Calif. Avocado Soc. Yearbook, pp. 159 - 163.
- SILVA, P.B. 1992. Efecto del Cultar (paclobutrazol) en árboles recortados de paltos (Persea americana Mill.) cv. Hass sobre el crecimiento vegetativo y entrada en producción. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 79 p.
- TAPIA, P. A. 1993. Aproximación al ciclo fenológico del palto (Persea americana. Mill) cv. Hass. Tesis Ing. Agr., Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 141 p.
- WESTWOOD, M. 1982. Fruticultura de las zonas templadas. Madrid, Mundi-prensa. 461 p.
- WHILEY, A.W., SARANAH, J.B., CULL, B.W. and PEGG, K.G. 1988. Manage avocado tree growth cycles for productivity gains. Queensland Agriculture Journal 114: 29 - 36.

WOLSTENHOLME, B.N. 1990. Some thoughts on flowering in avocado trees. Journal of the South African Avocado Growers Association 10: 3 - 4.

----- and WHILEY, A.W. 1990. Carbohydrate management in avocado trees for increased production. South African Avocado Growers Association Yearbook 13: 25 - 27.

ZEEVART, J. A. D. 1976. Physiology of flower formation. Ann. Rev. Plant Physiol. 27: 321 - 48.

ANEXO 1. Periodos de crecimiento vegetativo aéreo primaveral y otoñal de las variedades Hass y Fuerte, durante las temporadas 1990 - 1991 y 1992 - 1993.

	1990 - 1991	1992 - 1993
HASS		
Flash primaveral		
inicio	sin información	31 de Agosto
peak	sin información	26 de Octubre -
		09 de Noviembre
fin	18 de Diciembre	09 de Febrero
Flash otoñal		
inicio	29 de Enero	29 de Marzo
peak	19 de Marzo	26 de Abril -
		03 de Mayo
fin	05 de Junio	17 de Mayo
FUERTE		
Flash primaveral		
inicio	mitad de Sept.	31 de Agosto
peak	mitad de Nov.	26 de Octubre -
		02 de Noviembre
fin	fin de Dic.	mitad de Enero
Flash otoñal		
inicio	inicio de Feb.	inicio de Marzo
peak	fin de Marzo	15 - 22 de Marzo
fin	mitad de Junio	12 de Abril

ANEXO 2. Periodos de crecimiento radicular, en las variedades Hass y Fuerte, en las temporadas 1990 - 1991 y 1992 - 1993.

	1990 - 1991	1992 - 1993
HASS		
Flash primaveral		
inicio	sin información	28 de Diciembre
peak	sin información	12 de Enero
fin	sin información	09 de Febrero
Flash otoñal		
inicio	sin información	fines de Febrero
peak	sin información	17 de Abril
fin	sin información	20 de Mayo
FUERTE		
Flash primaveral		
inicio	sin información	02 de Noviembre
peak	sin información	23 de Noviembre
fin	sin información	11 de Enero
Flash otoñal		
inicio	mitad de Febrero	08 de febrero
peak	inicio de Marzo	15 quincena de Mzo
fin	2 quincena de Junio	mitad de Mayo

ANEXO 3. Periodos de floración en las variedades Hass y Fuerte, durante las temporadas 1990 - 1991 y 1992 - 1993.

	1990 - 1991	1992 - 1993
HASS		
inicio	sin información	inicio de Oct.
peak	23 de Octubre - 05 de Noviembre	20 de Octubre
fin	22 de Noviembre	02 de Diciembre
FUERTE		
inicio	sin información	02 de Octubre
peak	mitad de Octubre	06 - 14 de Oct.
fin	inicio de Nov. inicio de Dic.	12 de Noviembre

ANEXO 4. Kilos cosechados por árbol en el cv. Hass durante la temporada 1992 - 1993.

Fecha	árbol 1	árbol 2	árbol 3	árbol 4	árbol 5
27/08	0.0	-	15.5	0.0	48.0
25/09	8.0	-	-	-	-
28/09	-	-	11.0	-	19.0
23/10	-	-	0.0	-	25.0
11/11	5.0	0.0	0.0	20.0	-
12/11	-	-	-	-	56.5
25/03	-	-	-	-	69.0
02/04	174.0	0.0	0.0	0.0	-
Total	187.0	0.0	26.5	20.0	217.5

ANEXO 5. Kilos cosechados por árbol en el cv. Hass durante la temporada 1993 - 1994.

Fecha	árbol 1	árbol 2	árbol 3	árbol 4	árbol 5
23/12	-	-	-	-	275.0
17/01	-	-	205.0	-	-
21/01	-	149.0	-	304.0	-
24/01	36.0	-	-	-	-
Total	36.0	149.0	205.0	304.0	275.0

ANEXO 6. Kilos cosechados por árbol en el cv. Hass, durante la temporada 1992 - 1993.

Fecha	árbol 6	árbol 7	árbol 8	árbol 9	árbol 10
26/08	0.0	0.0	-	25.0	-
25/09	15.0	0.0	-	9.0	-
22/10	0.0	0.0	-	42.0	-
11/11	11.0	0.0	-	20.0	0.0
25/03	-	342.0	-	-	-
01/04	-	-	-	446.0	-
02/04	58.5	-	-	-	-
Total	84.5	342.0	-	542.5	0.0

ANEXO 7. Kilos cosechados por árbol en el cv. Hass, durante la temporada 1993 - 1994.

Fecha	árbol 6	árbol 7	árbol 8	árbol 9	árbol 10
17/12	-	-	-	-	36.0
23/12	-	0.0	-	-	-
24/01	87.0	-	-	26.0	-
Total	87.0	0.0	-	26.0	36.0

ANEXO 8. Kilos cosechados por árbol en el cv. Fuerte, durante la temporada 1992 - 1993.

Producción Kg	
árbol 1	3.0
árbol 2	12.0
árbol 3	14.0
árbol 4	0.0

Producción Kg	
árbol 5	12.0
árbol 6	0.0
árbol 7	11.0
árbol 8	0.0

ANEXO 9. Kilos cosechados por árbol en el cv. Fuerte, durante la temporada 1993 - 1994.

Producción Kg	
árbol 1	26.5
árbol 2	36.5
árbol 3	67.5
árbol 4	114.0

Producción Kg	
árbol 5	71.5
árbol 6	69.5
árbol 7	44.5
árbol 8	41.0

ANEXO 10. Temperaturas ambientales, promedio semanales registradas durante 1993.

FECHA	T X °C	σ
20 de Abril	17.6	-
27 de Abril	17.6	1.6
04 de Mayo	15.8	2.0
11 de Mayo	12.6	0.9
18 de Mayo	12.5	1.4
25 de Mayo	13.2	2.6
01 de Junio	10.2	1.7
08 de Junio	14.6	1.9
15 de Junio	11.5	1.5
22 de Junio	11.3	2.6
29 de Junio	14.2	2.0
06 de Julio	10.2	1.2
13 de Julio	10.3	1.4
20 de Julio	9.8	1.7
27 de Julio	10.9	2.9
03 de Agosto	10.7	2.9
10 de Agosto	11.2	2.3
17 de Agosto	11.3	1.6
24 de Agosto	11.4	2.0
31 de Agosto	12.8	2.2
07 de Septiembre	13.8	1.7
14 de Septiembre	12.1	3.1
21 de Septiembre	11.7	1.6
28 de Septiembre	12.4	2.1