

UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

EVALUACION DE TRES LARGOS DE PODA DE RAMILLAS Y EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE BORO, SOBRE LA INDUCCION FLORAL DEL PALTO (*Persea americana* Mill) Cv. HASS, EN OVALLE, LOS ANDES Y QUILLOTA, IV-V REGIÓN, CHILE

Trabajo de titulación presentado en conformidad a los Requisitos para optar al título de Ingeniero Agrónomo

PROFESOR GUIA: ING. AGR. M. S. MARCO MATTAR F.

ALEJANDRO EMILIO ARANCIBIA VERA
VALERIA CAROLINA ARANCIBIA VERA

SANTIAGO – CHILE
2004

RESUMEN

En la localidad de Caren, provincia de Ovalle, IV Región y en las provincias de Los Andes y Quillota, V Región, se realizaron tres ensayos iguales, uno para cada zona, en los cuales se utilizaron árboles de palto (*Persea americana* Mill), cv Hass, con el propósito de determinar cual debe ser el largo óptimo de poda de ramillas (a realizar en verano) para obtener un efecto positivo en la inducción floral.

Además, se analizó o evaluó el efecto de la aplicación de boro foliar, en otoño, sobre el porcentaje de inducción floral de las ramillas estudiadas.

La poda de ramillas se realizó en los meses de diciembre del 2002 para la zona de Ovalle, y enero para Los Andes y Quillota.

La aplicación de Boro foliar se efectuó en abril para las tres zonas.

Los parámetros a evaluar fueron:

Numero de yemas inducidas a flor bajo el corte de poda efectuado y la intensidad de floración de las ramillas podadas y no podadas

Las mediciones se realizaron en agosto en Ovalle y septiembre en Los Andes y Quillota

La aplicación de boro sólo mostró un efecto estadísticamente positivo sobre la inducción floral en Quillota, no presentando significancia estadística en las otras provincias; pero en la práctica es aconsejable su aplicación en las 3 zonas porque tiende a elevar el número de yemas florales.

El largo de poda óptimo obtenido para Ovalle fue de 40 cm., para Los Andes fue de 30 a 40 cm de corte.

En Quillota la poda de ramillas no presentó significancia estadística sobre la inducción floral. Pero en esta zona se encontró una interacción positiva entre la aplicación de boro y los largos de poda dejados. Por lo que se concluye que la práctica de poda más el uso de boro en otoño, incrementa el porcentaje de inducción floral.

SUMMARY

In the locality of Caren, province of Ovalle, IV region, and in the provinces of Los Andes and Quillota, V region. Were made three test equals, one for each zone, in which avocado Hass trees (*Persea americana* Mill), were utilized, with the purpose of determine which must be the pruning's best long of small shoots, (to realice in summer) for obtain a positive effect in the floral induction.

Besides, was analyzed the effect of the boron' s aplication to the foliage, in autumn, over the percent of floral induction.

The pruning was made un months of december 2002 for Ovalle, and january for Los Andes and Quillota.

The aplication of boron was made in april for the three zones.

The parameters to measure were:

Numbers of inducers germs to flower under the cut of pruning realized, and the intensity of flowering of the small shoot with pruning and not pruning.

The measurations were made in august in Ovalle and september in Los Andes and Quillota.

The application of boron only showed a positive effect statically over the floral induction in Quillota, with out significant statically in the other provinces. But, in the practice, is advisable his application in the three zones, because increase the numbers of the inducers germs to flower.

The best long of pruning obtained for Ovalle was 40 cm., in Los Andes was 30 or 40 cm.

In Quillota, the pruning of small shoots, cannot introduce significant statically over the floral induction, but in this zone was found a positive interaction between the application of boron and the pruning of small shoots. Which it can conclude that the practice of pruning more the use of boron in autumn increase the percent of floral induction.

INDICE

CONTENIDO	Pág.
1. INTRODUCCION	1
1.1 Objetivos Generales	2
1.2 Objetivos Específicos	2
2. REVISION BIBLIOGRAFICA	3
2.1 Antecedentes de la especie	3
2.1.1 Cultivar Hass	4
2.2 Factores limitantes	5
2.2.1 Suelo	6
2.2.2 Clima	6
2.2.3 Agua	8
2.3 Ciclo de crecimiento	9
2.4 Inducción y Diferenciación floral	10
2.4.1 Factores que influyen en inducción y diferenciación	12
a. Edad y vigor de la planta	12
b. Temperatura	13
c. Luz	14

d. Presencia de hojas y actividad fotosintética	14
e. Actividad vegetativa	15
f. Carbohidratos	15
g. Agua	16
h. Presencia de frutos	17
i. Reguladores de crecimiento	17
2.4.2 Anillado	18
2.5 Floración y Polinización	19
2.5.1. Cultivares Tipo A	20
2.5.2. Cultivares tipo B	20
2.5.3. Dicogamia	21
2.5.4. Uso de Abejas en la Polinización	22
2.5.5. Uso de Cultivares Polinizantes	22
2.5.6. Factores que influyen en Floración y Polinización	23
2.6 Fructificación	23
2.6.1 Crecimiento del Fruto	24
2.7 Fertilización	24
2.7.1 Boro	25
2.8 Manejo de Poda	29
2.8.1 Poda de Formación	30
2.8.2 Poda de Producción	31

3. MATERIALES Y METODOS	33
3.1 Materiales	33
3.1.1 Lugar del ensayo	33
3.1.2 Material Vegetal	33
3.1.3 Instrumentos y Equipos	35
3.2 Metodología	36
3.2.1 Diseño Estadístico	37
3.2.2 Análisis Estadístico	40
3.2.3 Parámetros a Evaluar	40
4. PRESENTACION Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	42
4.1 Ensayo Ovalle	42
4.1.1 Efecto de la aplicación de MYR B sobre la inducción floral	42
4.1.2 Efecto de la poda de ramillas en brotación sobre la inducción floral	43
4.2 Ensayo Los Andes	45
4.2.1 Efecto de la aplicación de MYR B sobre la inducción floral	45
4.2.2 Efecto de la poda de ramillas en brotación sobre la inducción floral	47
4.3 Ensayo Quillota	48
4.3.1 Efecto de la aplicación de MYR B sobre la inducción floral	48
4.3.2 Efecto de la poda de ramillas en brotación sobre la inducción floral	50

5 CONCLUSIONES

53

6 BIBLIOGRAFIA

56

INDICES DE CUADROS

CUADRO	PAG
Cuadro 3.1 Tratamientos y Subtratamientos	38
Cuadro 3.2 Dosis de Boro y fechas de aplicación	39
Cuadro 3.3 Fecha de poda de ramillas por zona	39
Cuadro 3.4 Intensidad de floración de ramillas en cada zona	41
Cuadro 3.5 Promedio de número de ramillas nacidas luego de corte poda	41
Cuadro 4.1 Efecto del largo de poda sobre la inducción floral en Ovalle	43
Cuadro 4.2 Efecto del largo de poda sobre la inducción floral en Los Andes	47

INDICE DE GRAFICOS

GRAFICO	PAG
Gráfico 4.1 Porcentaje de inducción floral según cada tratamiento en Ovalle	42
Gráfico 4.2 Porcentaje de inducción floral según cada tratamiento en Los Andes	45
Gráfico 4.3 Porcentaje de inducción floral según cada tratamiento en Quillota	48
Gráfico 4.4 Porcentaje de inducción de ramillas con boro, podadas y no podadas	51
Gráfico 4.5 Porcentaje de inducción de ramillas sin boro, podadas y no podadas	52

1. INTRODUCCION

A nivel nacional la superficie plantada de palto (*Persea americana* Mill), supera las 32.000 has., concentrándose mayoritariamente en la V región, con un 65 %, seguida por la región Metropolitana con un 16 % y la VI región con un 6,4 %. En el norte del país, destaca el desarrollo alcanzado por la IV región con un 5,5 % (ODEPA,2003).

En Chile los cultivares con mayor superficie plantada son Fuerte y Hass, siendo este último el más importante, superando el 75 % del área total plantada con paltos (ODEPA, 2000)

El palto es un árbol con una baja eficiencia productiva, la cual se traduce en bajos rendimientos por unidad de superficie (Razeto, 2002). Este déficit productivo se debe al bajo porcentaje de cuaja que presenta esta especie; por ello un árbol puede tener más de un millón de flores en una temporada, sin embargo, sólo una pequeña porción llega a fruto maduro (aproximadamente 1 por 1000) (Sotomayor, 1996).

Otra característica muy importante que presenta esta especie es el hábito de producción alternada (añerismo), vale decir, alterna un año de alta con un año de baja producción (Razeto, 2002).

Para mejorar los niveles productivos y otros problemas como el añerismo es necesario conocer claramente los estados fenológicos del palto, tales como: inducción floral, floración, fructificación, etc., con el objetivo de aplicar las distintas prácticas de manejo en los momentos

más adecuados. Es por esto que los ensayos a realizar están orientados a algunas prácticas culturales tales como poda y nutrición foliar para conseguir una maximización productiva.

A continuación se detallan los objetivos de la investigación.

1.1 Objetivos Generales

Determinar el porcentaje de inducción floral de las ramillas brotadas de palto cv. Hass, a partir de la poda de verano, dependiendo de distintos largos de poda a utilizar.

Determinar el porcentaje de inducción floral en 3 zonas distintas de Chile: Ovalle, Los Andes y Quillota.

1.2 Objetivos Específicos

Evaluar cual es el largo óptimo de poda de ramillas para obtener una mayor inducción floral

Determinar el efecto del Boro en otoño sobre la inducción floral del palto

Caracterizar in situ cual (es) ramilla (s) inducen a flor luego de la poda de brotes de verano

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. Antecedentes de la especie

El palto (*Persea americana* Mill) es una especie nativa de México y Centroamérica (Gardiazabal y Rosemberg, 1990), pertenece al orden Ranales, suborden Magnolíneas, familia Lauráceas y género *Persea* (Ibar, 1993).

El palto es una especie perenne de tallo aéreo, leñoso y con follaje siempre verde, su raíz es bastante superficial. Es un árbol cuyo crecimiento y desarrollo es variado, llegando en su hábitat natural a una altura de 10-12 metros. El hábitat corresponde a las características ecológicas de las especies subtropicales-tropicales (Rodríguez, 1982).

Los paltos se dividen en 3 grandes grupos o razas según su zona de origen y características de la planta y del fruto, estas son: raza Mexicana, Guatemalteca y Antillana y a su vez pueden presentar híbridos entre razas (Sotomayor, 1996)

Los cultivares de raza mexicana se caracterizan por ser los más resistentes al frío, tener las hojas más pequeñas y puntiagudas que las otras 2 razas; la floración es más precoz, el fruto presenta una gran semilla y relativamente poca pulpa (Calabrese, 1992). Además presentan un alto contenido de aceite y el fruto se desarrolla en un período de 6 a 8 meses (Sotomayor, 1996).

Los paltos de raza antillana son los más fácilmente dañados por el frío, pero son más resistentes a la salinidad y a la clorosis por exceso de cal. Posee la menor cantidad de aceite entre las 3 razas; y presentan un sabor insípido o dulzón (Calabrese, 1992).

Los frutos son de forma ovalada a piriforme y se desarrollan en 6 a 9 meses. No tienen mayor importancia comercial y solamente se justifica su cultivo en zonas cálidas y tropicales (Sotomayor, 1996).

Los paltos de raza guatemalteca tienen una resistencia al frío intermedia entre las 2 razas anteriores. La floración y maduración del fruto son más tardías; tienen una semilla pequeña y pulpa abundante. Desde el punto de vista comercial los paltos de esta raza son considerados los mejores (Calabrese, 1992).

El fruto de esta raza presenta un contenido de aceite medio y su período de desarrollo es de 9 a 12 meses en la planta (Sotomayor, 1996).

2.1.1. Cultivar Hass

Variedad comercial obtenida de una selección a partir de la raza guatemalteca. Susceptible al frío principalmente en el lapso de floración, por lo que es aconsejable su establecimiento en zonas libres de heladas (Rodríguez, 1982).

Es un árbol fructífero, muy cargador y de producción precoz. (Salvo e Ibacache, 1998).

En Ovalle y Quillota la floración de esta variedad ocurre en forma extendida en el tiempo, por casi 2 meses, durante septiembre y octubre. Este hecho se asocia, casi exclusivamente, a las temperaturas que existen durante ese período (Salvo e Ibacache, 1998).

El fruto es oval – piriforme, de epidermis gruesa y rugosa, su color es verde oscureciéndose en la madurez y tomando un tono casi violáceo. Una vez terminada la madurez del fruto (etapa entre la madurez comercial y la fisiológica), puede permanecer algún tiempo en el árbol sin que desmejore su calidad, esta característica permite una mejor recolección (Rodríguez, 1982).

Además esta variedad presenta una excelente condición en almacenamiento y sobresalientes características para transporte marítimo (Salvo e Ibacache, 1998).

2.2. Factores Limitantes

Es importante analizar los tres factores de producción: Suelo, Clima y Agua, que son fundamentales para la implantación, sobrevivencia y el máximo de rentabilidad posible (Gardiazabal, 1998).

2.2.1. Suelo

El palto crece bien en suelos de 50-60 cm. de profundidad, sin estratas impermeables por problemas de acumulación de agua que podría causar daño a las raíces. Es por esta razón que deben descartarse los terrenos poco porosos (Calabrese, 1992).

Los mejores suelos para el aguacate son los de textura media, como los arcillo-arenosos o de migazón franca (Rodríguez, 1982).

El rango de acidez óptimo para la planta es el comprendido entre un pH de 5,5 y 6,5. Suelos con un pH mayor a 7 disminuyen la absorción de hierro (Fe). En suelos muy ácidos, bajo pH 5,5 comienzan los efectos tóxicos del aluminio (Al), que es fácilmente absorbido (Rodríguez, 1982).

2.2.2. Clima

El clima es un factor muy importante, y en último grado determinante en la producción de paltos, tanto en sus posibilidades potenciales, como en la calidad y rendimiento a obtener por las distintas variedades (Gardiazabal, 1998).

- **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 (Barcello, 1988), citado por Soto (2001).

La luminosidad es un factor de importancia que garantiza la calidad del fruto. Ramas demasiado sombreadas no producirán y actuarán parasitariamente en el árbol (Rodríguez, 1982).

- **Temperatura**

Por ser el palto un frutal de hoja persistente, la principal condicionante son las bajas temperaturas por el problema de las heladas. Con relación a las heladas, es importante también la duración de este fenómeno. Esto puede determinar la sobrevivencia de un huerto frutal (Gardiazabal y Rosenberg, 1990).

En climas subtropicales, las temperaturas frías del invierno y las temperaturas insuficientes de primavera, pueden provocar daños indirectos en el árbol o bien afectar negativamente en la floración y cuaja de los frutos (Salvo e Ibacache, 1998).

Importante es que las temperaturas medias mínimas y máximas no sean inferiores a 15 °C y superiores a 26 °C. Cuando las temperaturas son inferiores a las mencionadas, la fructificación puede disminuir seriamente (Salvo e Ibacache, 1998).

- **Viento**

Otro factor importante es el viento, ya que éste provoca rotura de hojas (russet en hojas), russet en frutos, caída de frutos, rotura y desganche de ramas. A esto debe sumarse el efecto negativo que ejerce viento excesivo sobre la actividad de las abejas, agentes polinizantes de esta especie. (Salvo e Ibacache, 1998).

Vientos superiores a los 10 Km./Hr limitan el vuelo de las abejas e influyen negativamente en la fecundación de las flores al ser deshidratadas (Rodríguez, 1982).

2.2.3 Agua

Schroeder (1951), citado por Soto (2001), indica que en frutales perennes un periodo de sequía detiene el crecimiento vegetativo y favorece la formación de yemas florales. Sin embargo, es necesario el suministro una vez que ocurre la diferenciación floral para que se realice el desarrollo de las estructuras florales.

La cantidad de agua necesaria es variable según el estado de la planta (joven o adulta), el clima (grado de evapotranspiración) y el estado de desarrollo (reposo, crecimiento, floración, fructificación), además del sistema de riego utilizado (Rodríguez, 1982).

2.3. Ciclo de crecimiento

En el palto hay 3 tipos de crecimiento fácilmente reconocibles: radicular, brotación y floración (Gardiazabal y Rosenberg, 1990). Whiley, Saranah y Wolstenholme (1995), han descrito los ciclos típicos de crecimiento anual de los órganos vegetativos y reproductivos del palto. Así, el palto presentaría dos flash de crecimiento vegetativo en una temporada de crecimiento completo, cada uno de ellos seguido por un período de intensificación de crecimiento radicular. El primer brote vegetativo comienza su crecimiento en la primavera hacia el final de la floración, mientras que el segundo, ocurre en los meses de verano

Mattar (2003)¹, afirma que en zonas con alta intensidad lumínica y buenas temperaturas puede ocurrir un tercer flash de crecimiento vegetativo en otoños cálidos (abril- mayo)

El crecimiento reproductivo comienza con la floración, seguido por la cuaja, desarrollo y maduración del fruto. Todos estos estados tienen una alta demanda de las reservas del árbol (carbohidratos), como también por agua y nutrientes minerales. El desarrollo del fruto es fuertemente competitivo con la raíz y con los brotes nuevos, demandando la mayor cantidad de recursos disponibles (Whiley, 1990)

¹ Mattar, M. Ingeniero Agrónomo
Comunicación personal

Sholefield, Sedgley y Alexander (1985) citados por Serein y Lescano (2000), señalan que los máximos niveles de carbohidratos ocurren a principios de primavera, declinando durante la floración, crecimiento de brotes y desarrollo de frutos, para llegar a un mínimo en otoño

La floración y cuaja coinciden con el flash vegetativo de primavera, por lo que compiten por una fuente limitada de recursos. Además ocurre un desprendimiento de frutos después de la floración y del flash de crecimiento vegetativo de primavera. Aunque una continua caída ocurre luego del peak, esta no parece estar relacionada con el segundo flash de crecimiento vegetativo ya que no se produce un incremento de ella durante este flash. Hernández, (1991) y Scholefield, Sedgley y Alexander (1985)

Whiley *et al.*, (1988), citado por Soto (2001), concluye que la floración , cuaja y brotación son eventos que se desarrollan en forma simultánea

2.4. Inducción y Diferenciación Floral

Según Razeto (1992) las flores mucho antes de su aparición, deben ser inducidas y sus tejidos formados en el interior de las yemas. Además define la inducción floral como la condición fisiológica que determina la formación de los tejidos florales en el interior de la yema.

La diferenciación floral corresponde ya al desarrollo, dentro de la yema, de las estructuras que darán origen a la flor. 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 (Razeto, 1992).

La floración está precedida por procesos graduales que terminan con la formación de flores. Es así como el estímulo floral se inicia con la “ inducción”. (Carrillo, 1995).

Según Westwood (1982), la inducción floral corresponde a los estímulos requeridos para la iniciación floral. Hess (1980), por su parte, considera la inducción floral como un conjunto de cambios en las células del meristema vegetativo, que permiten la formación de órganos florales en lugar de hojas.

Cualquier factor de estrés de intensidad y duración suficientes pueden provocar inducción floral, como por ejemplo bajas temperaturas, suelos con estrés de agua, *Phytophthora*, deficiencias de nutrientes minerales, calor extremo, etc., siendo más importantes las bajas temperaturas y la sequedad (Whiley, 1990).

Luego viene la “ iniciación” que corresponde al primer cambio discernible en la transformación de una yema a botón floral y que finalmente se expresará en la diferenciación floral, donde se producirá el desarrollo de las flores o inflorescencias (Westwood, 1982).

En el palto la inducción floral ocurre sólo 3 a 4 meses antes de la floración, y la diferenciación se inicia a continuación de ésta y se completa rápidamente. En los frutales de hoja persistente como

el palto el proceso completo es continuo, sin interrupciones desde la inducción hasta la aparición misma de las flores (Razeto, 1992).

Para Calabrese (1992) la diferenciación de las yemas florales en el aguacate tiene lugar en un espacio de tiempo que va desde la parada del último flujo vegetativo hasta la aparición de la inflorescencia.

Schroeder (1951) citado por Calabrese (1992) llevó a cabo estudios donde ha demostrado que en California los primeros síntomas de la estructura floral son visibles al microscopio 2 meses antes de la emisión de los racimos florales.

2.4.1 Factores que influyen en la inducción y diferenciación floral

.a. Edad y vigor de la planta

La formación de flores es un proceso cuya intensidad es proporcional a la edad de la planta. En su primera etapa de desarrollo, la planta presenta una condición juvenil, con un vigoroso crecimiento vegetativo y escaso o nula floración. A medida que la planta va perdiendo juvenilidad, va aumentando su capacidad de inducir yemas florales y llega a madurez con una máxima capacidad de floración (Razeto, 1992).

Un crecimiento vegetativo excesivo tiende a disminuir la formación de yemas florales. Para ello existen técnicas que disminuyen el exceso de vigor como la poda, inhibidores de crecimiento y el

anillado de la corteza, que simultáneamente promueven la inducción de yemas florales (Razeto, 1992).

.b. Temperatura

La temperatura juega un papel importante en la formación de yemas florales, dado que la diferenciación tiene lugar después de que los árboles han pasado por un período de relativo frío. Temperaturas de 20 °C en el día y entre 5 y 15 °C en la noche estimulan floración al máximo, y temperaturas de 25° a 30 °C en el día la inhiben (Calabrese, 1992).

La temperatura en términos específicos se relaciona con el mecanismo hormonal de la floración, 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 (Salisbury y Ross, 1991).

Mattar (2003)¹, afirma que las temperaturas juegan un papel fundamental en el proceso inductivo del palto, ya que en zonas con otoños cálidos influyen positivamente en el número de yemas inducidas a floración.

.c. Luz

Coutanceau (1964), señala que una alta intensidad luminosa favorece la floración en árboles frutales. También señala que 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 presenta iluminación satisfactoria. Esto concuerda con lo expuesto por Mattar (2003)¹ que señala que esto es muy notorio e importante en paltos.

Según Jackson citado por Soto (2001), 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

Westwood (1989), afirma que muchas plantas responden a la longitud del día llamado fotoperíodo; sin embargo, la inducción floral en la mayoría de las especies frutales no es dependiente de este factor.

.d. Presencia de Hojas y Actividad Fotosintética

La inducción y diferenciación de yemas florales requiere de la existencia de hojas, éstas promueven el estímulo que las yemas requieren para la formación de las estructuras florales. Este estímulo corresponde a una hormona hipotética llamada florígeno. Normalmente la inducción de cada yema comienza cuando la hoja adyacente del mismo nudo, o de nudos cercanos en el brote, alcanza su pleno desarrollo y comienza a exportar florígeno (Razeto, 1992)

Además se requiere de una buena actividad fotosintética en el follaje; cualquier factor que cause un descenso en la fotosíntesis, afecta la formación de yemas florales (como falta de luz y clorosis en hojas) (Razeto, 1992).

.e. Actividad Vegetativa

En los frutales de hoja persistente, la inducción floral ocurre como consecuencia de una disminución en la actividad metabólica del árbol. Así en climas subtropicales, es la latencia en que entran los árboles a raíz de las bajas temperaturas invernal, la responsable de la inducción. Las yemas se diferencian durante el invierno y la floración se concentra en la primavera. En latitudes tropicales, la inducción de estos frutales se reparte durante todo el año (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 baja el número de yemas florales (Buban y Faust, 1992).

.f. Carbohidratos

Sedgley y Alexander (1985) citados por Gardiazabal (1998) afirman que la inducción floral ocurre cuando existe el menor contenido de carbohidratos en las ramas principales, vale decir, en otoño, por lo tanto, bajas concentraciones de carbohidratos pueden causar una reducción en la actividad vegetativa, disminuyendo la competencia entre crecimiento vegetativo y reproductivo

Al respecto, Coutanceau (1964), citado por Soto (2001), 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 a anular la formación de éstos, sobre todo 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 carbohidratos como nitrogenados, no es óptimo. Coutanceau (1964), citado por Soto (2001).

.g. Agua

Jackson (1986), citado por Carrillo (1995), 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 estrés hídricos en ciertas plantas puede provocar iniciación floral (Coutanceau, 1964).

Las yemas para lograr una óptima diferenciación requieren de un abastecimiento de agua en el árbol. Un déficit de agua en cualquier momento del período de diferenciación puede determinar que ésta no se complete o lo haga solo parcialmente (Razeto, 1992).

.h. Presencia de Frutos

En los frutales de hoja persistente la inducción se produce cuando los frutos ya se han cosechado o están próximos a madurar. La existencia de abundante fruta sobre el árbol comúnmente inhibe el proceso de inducción floral. Por este motivo, los frutales proclives a producción alternada es conveniente evitar un exceso de fruta en el período de inducción floral (Razeto, 1992).

.i. Reguladores de crecimiento

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

Buban y Faust (1982), señalan que las giberelinas actuarían principalmente sobre las primeras etapas de iniciación floral, más que sobre la inducción.

Citoquininas: En general, el efecto de las citoquininas sobre la inducción floral no está claro, ya que las citoquininas exógenas causan promoción e inhibición de la iniciación floral en una gran diversidad de especies, aunque los efectos promotores son muchos más frecuentes que los inhibidores (Bernier, 1988).

Auxinas : En manzanos, las auxinas 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).

Weaver (1976), citado por Serein y Lescano (2000), señala que las auxinas pueden iniciar la floración, e inducir el amarre de frutos y su desarrollo en algunas especies.

Etileno : Esta hormona gaseosa estimula la iniciación floral en manzano y mango. Sin embargo, en la mayoría de las otras especies de plantas estudiadas el etileno ejerce un efecto inhibitorio sobre la formación floral. Zeevaart (1976) citado por Soto (2001).

2.4.2. Anillado

En algunos casos es necesario provocar una inducción de flores en forma artificial en los paltos (Gardiazabal, 1998).

El anillado consiste en la remoción de un cilindro de corteza lo cual provoca la obstrucción transitoria del floema impidiendo el paso de nutrientes elaborados como reguladores de crecimiento y fotosintatos. (Acevedo, 1994).

El anillado constituye una herramienta adecuada para inducir floración en árboles vigorosos y poco productivos. Se puede realizar a nivel de tronco o bien en las ramas madres (Razeto, 1992)

Según Álvarez de La Peña (1981), al acumularse en la parte superior del anillo la savia elaborada, se favorece la diferenciación de yemas, acelera la floración y aumenta la fructificación del sector anillado del árbol.

El anillado en preflor aumenta la cuaja y previene su caída, llegando a aumentar la producción notablemente en árboles juveniles del cultivar Hass (Köhne, 1992).

Prácticas de anillado realizadas en marzo, en paltos rebajados cv. Hass, en la zona de Quillota, producen un claro efecto sobre la inducción o diferenciación de yemas, aumentando el grado e intensidad de la floración, como también el número de frutos (Acevedo, 1994).

2.5. Floración y Polinización

El aguacate produce, o tiende a producir, la floración y la consiguiente fructificación en una forma alejada del eje, generalmente en el sistema de ramas más altas (Rodríguez, 1982).

Generalmente el desarrollo de las inflorescencias del aguacate ocurre en las ramas de madera de un año de edad, aunque también en los brotes del mismo año. De allí la importancia del cuidado de las podas (si se hacen) en mantener o cuidar estas ramas secundarias porque es ahí donde se encuentran las ramas fructíferas (Rodríguez, 1982).

Rodríguez (1982), señala que la floración es típicamente lateral, es decir, que la yema terminal de la rama se desarrolla en forma vegetativa, aunque este desarrollo será diferente según las

variedades. Además señala que cerca de la yema apical aparecen una o varias yemas axilares de color verde claro de donde surgirán las inflorescencias (la yema apical tenderá a ser vegetativa).

La apertura floral ocurre en forma escalonada y cada flor individual no vive más allá de 3 a 4 días. Los paltos presentan una floración, que dependiendo de la raza, ocurre desde agosto hasta noviembre (Sotomayor, 1996).

Sotomayor (1996), afirma que los cultivares de palto según su floración (según el momento de apertura de sus flores) son de tipo A o B, y esto es independiente de las razas de palto y algunas variedades son del tipo A y otras del B.

2.5.1. Cultivares Tipo A

En este caso la flor abre al estado femenino (pistilo receptivo) en la mañana. Al medio día se cierra y al día siguiente en la tarde abre nuevamente, pero esta vez al estado masculino (liberando polen). En la segunda apertura el pistilo no está receptivo y la flor cierra al anochecer. A este tipo pertenecen las variedades de palto Hass, Gwen, Mexicola, Pinkerton, Reed. (Sotomayor, 1996).

2.5.2. Cultivares Tipo B

La Flor abre al estado femenino en la tarde de un día determinado, cerrándose luego y abriendo en la mañana del día siguiente al estado masculino. A este tipo pertenecen las variedades Fuerte, Bacon, Zutano, Whitsell, Edranol y Naval. (Sotomayor, 1996).

2.5.3. Dicogamia

Las flores del palto presentan dicogamia protoginea. Esto significa que ambos sexos maduran a destiempo, haciéndolo primero la parte femenina y existiendo una sincronización diaria al respecto (Sotomayor, 1996).

Hernández (1991), Calbert (1993), Tapia (1993) y Mena (1997), citados por Gardiazabal (1998), afirman que según estudios realizados en la zona de Quillota, se produce un traslape de flores femeninas y masculinas en un mismo árbol, pues, observaron que los patrones de dicogamia tipo A y B no se cumplen, encontrándose la presencia de ambos estados sexuales durante todo el día, incluso durante la noche, por lo que definitivamente la dicogamia del palto no se cumple bajo nuestras condiciones climáticas.

Temperaturas demasiado bajas (menores a 15 °C) afectan la funcionalidad de los órganos florales. En el período de floración del palto es importante además de la temperatura, su diferencia entre día y noche. 25°C en el día y 20°C en la noche, derivan en una óptima fecundación y cuaja. En cambio 16°C en el día y 12°C en la noche resultan demasiado frías y 32°C / 28°C son excesivamente calurosas para una adecuada polinización y fructificación (Sotomayor, 1996).

2.5.4 Uso de Abejas en la Polinización

La polinización de las flores del aguacate es entomófila, es decir, a través de los insectos que naturalmente concurren al hábitat. Las abejas resultan ser los insectos más aptos para esta función fecundante, debido a su gran movilidad (Rodríguez, 1982).

La presencia de abejas en un huerto de palto favorece la polinización y posterior cuaja frutal, incluso cuando existe una sola variedad plantada en bloque (A o B). Es muy recomendable disponer de 4 a 6 colmenas por hectárea de huerto, en el período de floración (Sotomayor, 1996).

2.5.5. Uso de cultivares Polinizantes

Al ser considerado el palto una planta de polinización cruzada dada la sincronización dicogámica natural de su floración; es necesario, para asegurar una adecuada polinización y óptimas producciones el uso de 2 cultivares complementarios en el mismo cuartel. Postulándose que cuando 2 cultivares de flores complementarias se encuentran en proximidad, suele ocurrir polinización cruzada en un alto porcentaje, y la mayoría de las semillas producidas son de origen híbrido. (Degani, Goldring y Gazit, 1989), citados por Gardiazabal (1998).

Gardiazabal (1998), cita a Sedgley (1979), quien afirma que la mayor consideración a tener en la elección de la variedad polinizante, es asegurar que los cultivares se traslapen en el período de floración.

En general, las variedades de palto se benefician con la presencia de variedades polinizantes, para la variedad principal. Por ello, es importante conocer el grupo al que pertenece cada variedad (Salvo e Ibacache, 1998).

2.5.6. Factores que Influyen en Floración y Polinización

En el momento de plena floración como criterio general, es importante la temperatura ambiente, el agua y la cantidad de insectos para obtener una adecuada cosecha (Rodríguez, 1982).

Rodríguez (1982), afirma que entre las causas que limitan el proceso de floración-polinización además de los factores anteriormente citados, se deben tener en cuenta:

- El factor nutricional: Que no exista carencia de macro y micronutrientes
- Las causas accidentales: El estado sanitario, los efectos fitotoxícos de los agroquímicos.
- El conocimiento de los polinizadores: es importante su distribución y la distancia de un árbol a un polinizador no debe excederse.

2.6. Fructificación

Cuando termina la floración ya se ha producido la fecundación y las primeras divisiones celulares que le siguen. En este momento el fruto alcanza el estado fenológico de cuajado, de allí en

adelante comienza el proceso de desarrollo del fruto, el cual culmina con la madurez final del mismo, que tiene un tiempo variable. (Rodríguez, 1982).

2.6.1. Crecimiento del Fruto

El crecimiento del fruto es muy intenso en los primeros momentos del desarrollo. La curva de crecimiento del fruto es de tipo sigmoide (Calabrese, 1992).

Rodríguez (1982), afirma que el fruto del aguacate pasa por 2 fases distintas:

- Multiplicación celular
- Maduración

Estas 2 fases graficadas en una curva de crecimiento forman la llamada curva S.

2.7. Fertilización

La fertilización tiene por objeto elevar la producción en cantidad y calidad de acuerdo a criterios económicos. Esta práctica se basa en la nutrición específica del vegetal, es decir, en los niveles óptimos de los distintos macronutrientes, los nutrientes secundarios y los micronutrientes (Rodríguez, 1982).

2.7.1 BORO

El microelemento boro es de gran importancia en las plantas, pues toma parte muy activa en los procesos esenciales de los vegetales como es la actividad meristemática, en la división celular, y en la síntesis orgánica. Es un regulador de vital importancia del estado de turgencia del protoplasma; además facilita la germinación de polen y el posterior desarrollo del tubo polínico del fruto y atenúa el aborto floral (Rojas, 1995).

Según Karen (1984), citados por Lescano y Sereín (2000), el boro puede ser retenido en el suelo por diferentes minerales arcillosos que varían en su capacidad de adsorción. Además Silva y Rodríguez (1995), señalan que la intensidad de la adsorción del boro en la fase sólida depende de la proporción en que se encuentran sus distintas especies iónicas, En ph ácidos predominan las formas H_3BO_3 (ácido bórico) no polar y a medida que se eleva el ph domina el ion monovalente $B(OH)_4$. De esta forma la disponibilidad de boro disminuye al aumentar el ph de los suelos.

La textura del suelo juega un papel importante en la riqueza en boro asimilable. Los suelos con textura ligera contienen en general menos boro asimilable que los suelos pesados. Por otra parte el boro es fácilmente lavado en suelos de textura ligera. Aun cuando la deficiencia de boro puede presentarse en toda clase de suelo, ocurre con mayor frecuencia en los terrenos ligeros, que en los de tipo pesado (Loue, 1988).

El boro total en el suelo varía de 2 a 200 ppm, contenido del cual la mayor parte no es asimilable por las plantas. La materia orgánica juega un papel importante en la disponibilidad del boro en

los suelos, ya que buena parte de este elemento es retenida por ella, aunque el mecanismo de retención no está claro aún (Herrera, 1993).

El boro participa en la formación de ribosomas y en la síntesis de proteínas, ambos procesos fundamentales en el desarrollo de los tejidos meristemáticos. Además es importante en el proceso de migración y traslado de los carbohidratos. Es necesario en la síntesis de las pectinas, que conforman las paredes celulares, las cuales presentan altos contenidos de este elemento (Salazar-García, 2002).

El boro se encuentra particularmente en los ápices vegetativos, florales y tejidos de conducción, siendo su presencia especialmente necesaria en aquellos sitios donde se verifica una activa división celular. Además tiene una gran importancia en la formación de frutos, flores y raíces, en la absorción de cationes y en el transporte de sustancias en la planta (Lewis, 1980).

Se atribuye al boro un efecto estimulador de la germinación por sus implicaciones en las síntesis de giberelinas. El boro favorece el crecimiento del tubo polínico y la viabilidad del polen (5 a 6 días). Se ha relacionado también en la diferenciación celular y el desarrollo; en la absorción activa de sales; en el metabolismo hormonal, de los lípidos y del fósforo (Gil, 1995)

Se han reconocido algunas otras funciones del boro, especialmente en la germinación y fertilidad del polen, en donde tendría un papel en la germinación del tubo polínico (Salazar-García, 2002).

Para un óptimo crecimiento del tubo polínico en paltos, las concentraciones de boro en las flores deberían ser de 100 ppm. (Herrera, 1993).

Según explica Mattar (2003)¹, la presencia de boro en la planta tendría una función inhibitoria de la síntesis de almidón, en consecuencia al bajar los niveles de almidón aumentan los niveles de hidratos de carbono libre, por lo tanto, crece el porcentaje de inducción floral.

Robbertse et al, (1990), citado por Herrera (1993), afirman que las deficiencias de boro en paltos reducen la viabilidad del polen y causan crecimiento deforme de la fruta y lesiones en los brotes.

También deficiencias de boro muestran síntomas distintivos, como una decoloración de los crecimientos terminales, quemaduras y distorsión de las hojas. Las venas se rompen y comienzan a aparecer zonas corchosas. El retardo del crecimiento de los ápices se acompaña también de la formación de múltiples yemas axilares (Herrera, 1993).

Herrera (1993), afirma que en nuestras condiciones de cultivo, lo normal es encontrar niveles de boro entre 12 – 20 ppm. En las hojas, lo cual es bajo, siendo lo óptimo según los californianos una concentración de 50 – 100 ppm.

Rojas (1995), señala que cuando se presenta una carencia de este micronutriente en las plantas, se produce: ruptura de los tejidos conductores, un crecimiento extremadamente pobre de las raíces y se incrementan los procesos reductores. Se produce la cesación del crecimiento y necrosis del

ápice de las hojas nuevas; las hojas viejas pueden morir, comenzando por los pecíolos y base de las hojas, dando una apariencia curva hacia abajo.

Rojas (1995), cita a Reeve y Shive (1994), quienes afirman que cuando las plantas contienen poca cantidad de calcio, la tolerancia al boro es baja y cuando el contenido de calcio es grande, también hay gran cantidad de boro.

En la mayoría de los suelos, menos del 5 % del boro total, está disponible para la planta. Dentro de las fuentes químicas más usadas como fertilizantes boratado se tiene el Tetra borato de Sodio, conocido como Borax, cuyo porcentaje de boro va del 11 al 15 % (Salazar-García, 2002).

Otro producto muy usado es el Solubor; con concentraciones de boro de 20 %. Los productos solubles como el Solubor, pueden ser aplicados en aspersiones diluidas sobre el follaje del árbol; debe cuidarse la concentración de las soluciones ya que en el aguacate la fertilización con boro presenta rangos muy estrechos entre la suficiencia y la toxicidad (Salazar-García, 2002).

Razeto (1992), sostiene que el uso del nitrato natural chileno (salitre) como fuente de nitrógeno, aporta cantidades significativas de boro, muchas veces suficiente como para prescindir del empleo de un fertilizante boratado, sobre todo si se aplica anualmente.

Mattar (2002)¹ señala que el boro debe ser aplicado en primavera y verano-otoño, cuando ocurre el último flash de crecimiento vegetativo, aplicado en esta fecha tiene un efecto en la inducción floral de la primavera venidera.

2.8. Manejo de Poda

La poda del aguacate es una opción que debe tomarse con precaución y adoptando una forma racional para que los resultados sean positivos. Además, esta práctica dependerá de la variedad, vigor y tendencia de crecimiento del árbol, y de las condiciones de clima y suelo (Rodríguez, 1982).

Según Sotomayor (1996), la poda del palto tiene como objetivo primordial la restricción del crecimiento lateral y el control de la altura, además de la formación de la planta.

Es conveniente dejar 2 a 3 ramas madres de baja altura, mediante rebaje, lo que favorece la precocidad frutal y controla el vigor (Sotomayor, 1996).

Toda poda afecta de alguna manera la producción, al perderse madera fructífera (Sotomayor, 1996).

Según Stassen, Snijder y Bard (1999), citado por Brunet (2001), el objetivo principal del manejo de poda es permitir o proveer de suficiente interceptación de luz hacia el total de las hojas de la canopia. De manera que al podar y permitiendo el paso de luz hacia el tercio medio y bajo de los árboles se logre una reanudación de la producción frutal en esas áreas.

Rodríguez (1982), afirma que para la planificación de las podas se deben tener en cuenta los siguiente principios:

- Evitar desequilibrio entre el follaje y la fructificación

- En el aguacate las inflorescencias se presentan en las extremidades de las ramas; por lo cual es necesario para obtener buenos rendimientos, dejar una cantidad adecuada de “ramas de frutos”.
- No podar a fines de verano, ni comienzos de otoño, pues en estos casos se inducirá el crecimiento vegetativo en momentos con peligros de bajas temperaturas.

La poda de verano asegura de mejor de mejor forma que suficiente luz llegue al interior de la canopia permitiendo la iniciación de yemas florales no solo en partes periféricas del árbol (Köhne, 1998).

2.8.1. Poda de Formación

La necesidad de poda en árboles de hoja persistente es, escasa, incluso en la etapa de formación en los primeros años de crecimiento en el huerto, ya que forman una copa equilibrada y bien estructurada de manera natural (Razeto, 1992).

Según Razeto (1992), la tendencia actual está orientada a formar árboles bajos, con sus follajes hasta el mismo suelo. Por lo tanto, es conveniente formar un tronco bien definido, a partir del cual emergen las ramas madres en ángulo abierto y con suficiente distanciamiento entre ellas.

En paltos cv. Bacon y Edranol, por su hábito erguido y poco ramificado, puede ser conveniente reducir la dominancia apical rebajando los árboles, cortando justo sobre una rama lateral y eliminando los chupones que posteriormente emerjan en la parte superior (Razeto, 1992).

2.8.2 Poda de Producción

Ibar (1993), asevera que los árboles deben conseguir un perfecto equilibrio entre la producción de frutos y el desarrollo correcto y equilibrado de las demás partes de éste; de no ser así, se tendrían unos años de gran producción de frutos, seguidos de otros de poca producción, al haber disminuido sus reservas y tener que recuperarlos. Esa es la llamada poda de producción.

La poda de producción debe conferir facilidad de manejo, control de las dimensiones de la planta, mantención de la forma original, adecuada iluminación en el interior de la copa, control de la carga frutal, mayor calibre, localización de la madera frutal, mayor cantidad de flores y frutos, y mantención del vigor (Gil, 2000).

Normalmente la poda se hace coincidir con el final de una campaña productiva, de forma que la reconstitución de la estructura del árbol preceda a un año de menor producción, aunque si la poda es demasiado fuerte el efecto negativo sobre la productividad puede afectar aún al año siguiente (Calabrese, 1992).

Según Mattar (2002)¹, en árboles jóvenes se recomienda rebajar los brotes nuevos de 40 cm. a 30 cm. con el propósito de romper la dominancia apical para permitir la aparición de brotes laterales, en los cuales se producirá una mayor inducción floral y por ende más fructificación.

La poda se puede realizar en forma manual con tijeras, serrucho si fuera necesario, o mecánicamente. Es preferible la poda manual ya que es selectiva y dirigida. La poda mecánica es muy rápida, pero no discrimina sobre el material que corta (Razeto, 1997).

3 MATERIALES Y METODOS

3.1. Materiales

3.1.1. Lugar de los ensayos

Se realizaron 3 ensayos iguales, en 3 zonas distintas de Chile (un ensayo por zona).

- **Fundo Agrícola Millahue**, ubicado en la localidad de Caren, comuna de Ovalle, IV Región. (30°52' Sur y 70° 46' Oeste)
- **Fundo El Rodadero**, parcela N° 2, San Isidro, ubicado en la comuna de Quillota, V Región. (32° 54' 16'' Sur y 71° 12' 55'' Oeste).
- **Fundo El Sauce**, ubicado en Camino a Portillo S/ N°, comuna de Los Andes, V región. (32° 50' Sur y 70° 35' Oeste).

3.1.2. Material vegetal y características de la zona

Se utilizaron 8 árboles jóvenes de palto (para evitar el factor añerimo) cv. Hass por zona:

- **Zona Ovalle** : Paltos de 2 años de edad, con distancia de plantación de 7 X 3,5 mt. Con un suelo con textura franco arcillosa, y con doble hilera de riego por goteo. Goteros con un caudal de 4 l / hora.

La frecuencia de riego en primavera y verano es de 6 días / semana, en otoño 5 días / semana y en invierno 4 días / semana.

El terreno sobre el cual se encuentran los árboles presenta las mismas características edafoclimáticas

Ovalle presenta un clima estepárico o semi árido con una baja humedad relativa, cielos despejados y altas temperaturas, y con precipitaciones invernales (Toledo y Zapater, 1980).

- **Zona Quillota:** Paltos de 4 años de edad con distancia de plantación de 6 x 4 mt., y con un suelo franco arcilloso. Con doble hilera de riego por goteo. Con un caudal de 4 l / hora cada gotero.

La frecuencia de riego en primavera y verano es de 6 días / semana, en otoño es de 5 días / semana y en invierno 4 días / semana.

Quillota presenta un clima templado de tipo mediterráneo cálido, este clima se desarrolla desde el río Aconcagua al sur. Presenta una T° media anual de 15.5 °C, presenta un período libre de heladas de 9 meses, de Septiembre a Mayo. Su régimen hídrico se caracteriza por una precipitación anual de 437 mm, siendo junio el mes más lluvioso

La Humedad relativa de la zona es más bien alta siendo uniforme a lo largo del año (entre 67 % y 83 %), presentándose mayormente en los meses de invierno (83 %), durante las primeras horas de la mañana (Instituto Geográfico Militar, 2001)

- **Zona Los Andes:** Paltos de 3 años de edad con distancia de plantación de 6 X 3 Mt., en un suelo franco y con 1 microaspersor por árbol de un caudal de 40 l / hora.

La frecuencia de riego en primavera es de día por medio, en verano todos los días y en invierno 2 veces por semana , la intensidad de riego es de 2 horas al día.

El Clima de la comuna de Los Andes es de tipo mediterraneo de altura, presenta cielos despejados la mayor parte del año, una baja humedad relativa y una alta luminosidad en el período estival, concentrándose las precipitaciones durante los meses de Junio - Julio (Instituto Geográfico Militar, 2001).

3.1.3. Instrumentos y equipos

Se utilizaron:

- 2 tijeras de podar
- 2 bombas de espalda con una capacidad de 15 litros cada una
- Cinta Adhesiva de papel
- Plumón marcador azul
- Elástico grueso
- 2 huinchas de medir

Producto Comercial Utilizado

MYR BORO, complejo oligonutritivo, Boro soluble en agua 5 %, aminoácidos libres 4.4 %, Nitrogeno total 3.5 %, Materia orgánica total 35%

Nitrogeno total 3.5 %, Materia orgánica total 35%

Se aplicó en una dosis de 250 l / 100 litros de agua

3.2. Metodología

Para las tres zonas evaluadas se realizó la misma metodología para realizar los ensayos.

El procedimiento detallado es el siguiente:

- Se efectuó una poda de ramillas (con presencia de brote rojo) a 8 árboles seleccionados al azar por zona.
- Cada árbol se dividió en 4 ramas madres y a cada una de ellas se les aplicó un largo de poda distinto (Subtratamientos), dejando una de estas ramas sin podar como testigo. Esta selección, marcación, división y poda de los árboles se realizó en verano.
- El día 26 de Diciembre del año 2002, se realizó en Ovalle, el 6 de Enero del 2003 en Los Andes y el 10 de enero del 2003 en Quillota.
- Posteriormente se hizo una aplicación foliar de MYR BORO (5 % Boro) a 4 árboles de los 8 seleccionados anteriormente por zona (Tratamientos)

- En Ovalle se aplicó el día 10 de Abril del 2003, en Los Andes y Quillota el día 16 de Abril, del 2003
- Las mediciones se realizaron el día 14 de agosto en Ovalle y el 13 de Diciembre en Los Andes y Quillota
- Estas mediciones se realizaron contabilizando el número total de yemas encontradas en las ramillas podadas y no podadas de los árboles en estudio.

3.2.1. Diseño Estadístico

Se utilizó el diseño estadístico de parcelas divididas, con 4 repeticiones y se evaluaron 2 variables:

A : Largo óptimo de poda de ramillas en brotación: 4 subtratamientos

B : Aplicación foliar de Boro al 5 %: 2 tratamientos

Los 4 subtratamientos son : 0 cm (ST0), 20 cm (ST1), 30 cm (ST2), 40 cm (ST3), de largo de corte de poda de ramillas

Los 2 tratamientos son: ramillas sin aplicación de boro, (T0 = 0 %) y ramillas con aplicación de boro (T1 = 5 %)

Cada parcela incluye 2 árboles, uno con aplicación de boro y el otro sin aplicación de boro. A la vez cada árbol tiene integrado los 4 subtratamientos (en cada una de las ramas madres).

En el Cuadro 3.1. se detallan más claramente los tratamientos y subtratamientos

Cuadro N° 3.1. Tratamientos y Subtratamientos

TRATAMIENTOS	SUBTRATAMIENTOS
Nivel de Boro	Largos Corte de Poda
T0 = 0 %	ST0= 0 cm ST1= 20cm ST2= 30cm ST3= 40cm
T1= 5 %	ST0= 0 cm ST1= 20cm ST2= 30 cm ST3= 40 cm

Cuadro N° 3.2. Dosis de Boro y fecha de aplicación

ZONA	DOSIS	FECHA APLICACIÓN
Ovalle	30 cc/15 l agua	10 Abril 2003
Los Andes	30 cc/ 15 l agua	16 Abril 2003
Quillota	30 cc/ 15 l agua	16 Abril 2003

Cuadro 3.3. Fecha de poda de ramillas por zona

ZONA	FECHA DE PODA
Ovalle	26 Diciembre 2002 *
Los Andes	6 Enero 2003 *
Quillota	10 Enero 2003 *
* Brote rojo	

En el Cuadro 3.2. se observa más claramente las dosis de aplicación foliar de boro y su fecha de aplicación.

En el Cuadro 3.3. se detalla la fecha en que se realizó la poda de ramillas por zona y el estado en que se encontraban éstas.

3.2.2 Análisis Estadístico

El análisis estadístico a utilizado fue el siguiente:

- Análisis de varianza (Andeva)
- Prueba de Separación de Medias, Tukey al 0.05 de significancia (5 %) para los subtratamientos

3.2.3. Parámetros a Evaluar

Los parámetros medidos para las 3 zonas fueron los mismos

En Ovalle, Los Andes y Quillota se cuantificaron (contaron) de todas las ramillas podadas y de las ramillas dejadas como control, yemas totales inducidas bajo el corte de poda realizado, para determinar así el porcentaje (%) de inducción floral en cada zona . Para ello se tomaron en cuenta sólo las yemas florales inducidas para el análisis estadístico.

El conteo de yemas se llevo a cabo el 14 de Agosto para Ovalle, y el 13 de Septiembre en Los Andes y Quillota,, Los árboles en ese momento se encontraban en floración.

También se determinó visualmente la intensidad de floración que presentaban las ramillas en estudio, clasificándolas en intensidad de floración alta, media y baja. Se puede observar en el Cuadro 3.4.

Cuadro 3.4. Intensidad de Floración de ramillas en cada zona

ZONA	INTENSIDAD DE FLORACIÓN
Ovalle	Alta
Los Andes	Baja
Quillota	Alta

Otro parámetro evaluado en cada zona fue el número de ramillas nacidas desde el corte de poda.

En el Cuadro 3.5. se observa más claramente

Cuadro 3.5. Promedio de Número de ramillas nacidas luego del corte de poda.

ZONA	PROMEDIO N° RAMILLAS
Ovalle	2.0
Los Andes	1.5
Quillota	1.0

4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

Para una adecuada comprensión y análisis de los resultados obtenidos en los ensayos se presentarán y discutirán por separado para cada zona.

Para que sean más representativos los resultados obtenidos, los datos se representarán en diferentes gráficos y cuadros.

4.1. Ensayo Ovalle

4.1.1. Efecto de la aplicación de MYR Boro sobre la inducción floral

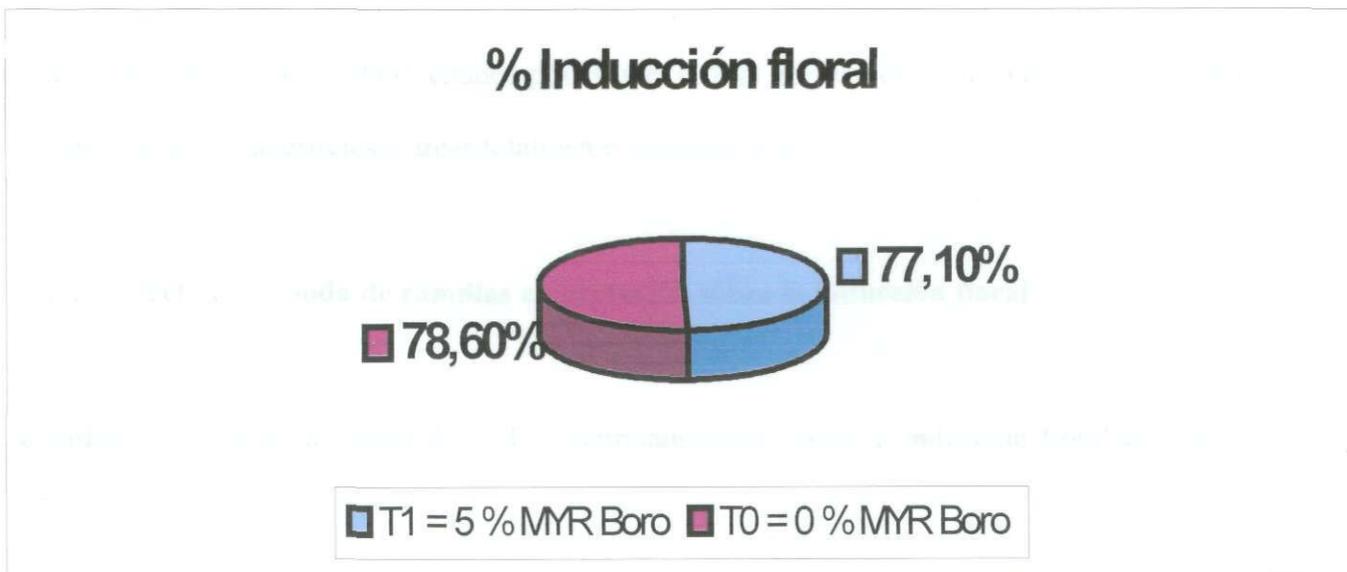


Gráfico 4.1. Porcentaje de inducción floral según cada tratamiento

Como demuestra el Gráfico 4.1., la aplicación de MYR BORO, osea el Tratamiento 1 (T1= 5 %), obtuvo un porcentaje (%) de inducción floral muy similar al tratamiento T0 (0 % Boro)

Desde el punto de vista estadístico el T 1 (Boro al 5 %) no presenta una diferencia significativa con el T0 (0 % Boro)

Según Mattar (2003)¹, al no ser significativa la respuesta a la aplicación de boro, los porcentajes altos de inducción se deben en gran medida al factor climático de la zona de Ovalle, ya que presenta excelentes temperaturas y una gran luminosidad en la mayoría de los estados fenológicos de la planta. En esta zona se presentan marcadamente las altas temperaturas, desde agosto hasta abril- mayo, acompañadas de un alto nivel lumínico.

Stassen Snijder y Bard (1999), citados por Brunet (2001) afirman que la carencia o insuficiencia de luz resulta en superficies o áreas totalmente improductivas.

4.1.2. Efecto de la poda de ramillas en brotación sobre la inducción floral

Cuadro 4.1. Efecto del largo de poda (Subtratamientos) sobre la inducción floral en palto cv .Hass

SUBTRATAMIENTOS	LARGO DE PODA	MEDIA DE YEMAS INDUCIDAS A FLOR
ST0	0 cm.	11.5 a b *
ST1	20 cm	7.4 b
ST2	30 cm	9.5 a b
ST3	40 cm	14.6 a

* Letras distintas indican diferencias significativas entre los subtratamientos según Tukey al 5 %

Como muestra el Cuadro 4.2. estadísticamente, los subtratamientos ST3, ST0 y ST2, no presentan diferencias significativas entre sí, da lo mismo cualquiera de los 3 subtratamientos.

El ST3 = 40 cm con el ST1 = 20 cm si presenta diferencias significativas entre sí. Por lo tanto es óptimo el largo de 40 cm ya que presenta el doble del número de yemas inducidas a flor

Mattar (2003), fundamenta que es conveniente realizar una poda, ya que si no se efectúa, la ramilla, con el peso de los frutos se curvará y caerá, provocando un desequilibrio hormonal, lo que se traducirá en un menor número de yemas inducidas a flor. Además de una considerable caída de hojas de la parte basal de la ramilla y frutos de menor calibre en el extremo de ésta.

La inducción y diferenciación de yemas florales requiere de la existencia de hojas, éstas promueven el estímulo que las yemas requieren para la formación de las estructuras florales (Razeto, 1992).

También debido a la curvatura de ramas no podadas se aumentan las labores debido a que se debe realizar un apuntalamiento.

También se determinó en el ensayo que la interacción de los subtratamientos – tratamientos no presenta significancia estadística, esto quiere decir que aunque se aplique boro a las ramillas podadas, estas no necesariamente inducirán más que las ramillas que no presentan aplicación de boro.

4.2. Ensayo Los Andes

4.2.1. Efecto de la aplicación de MYR Boro sobre la inducción floral

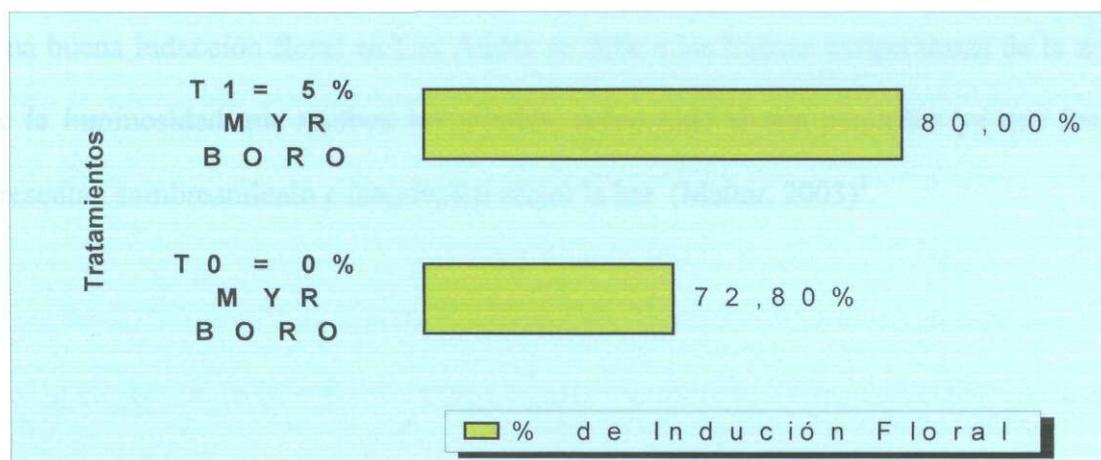


Gráfico 4.2. Porcentaje de inducción floral según cada tratamiento (Los Andes)

El Gráfico 4.2. demuestra que aunque los porcentajes de inducción floral de árboles con aplicación de boro (T1 = 5%) y sin aplicación de boro (T0 = 0%) son distintos, habiendo un mayor porcentaje de inducción en el T 1, no alcanza a ser significativo estadísticamente, según el análisis de varianza realizado.

Pero, según Mattar (2003)¹, esta tendencia a mayor inducción de los árboles con aplicación de boro, permite recomendar el uso de este microelemento para esta zona. Ya que un porcentaje (%) mayor de inducción se ve reflejado posteriormente en la producción total del huerto.

El mayor porcentaje de inducción que se obtuvo con el tratamiento 1 no necesariamente se debe al boro, ya que estadísticamente no es así. La buena inducción obtenida en ambos tratamientos se debe al factor climático de la zona, buenas temperaturas durante todo el año, siendo éstas un factor crítico para la inducción floral.

Una buena inducción floral en Los Andes se debe a las buenas temperaturas de la zona, además de la luminosidad que reciben los árboles, sobre todo si son pequeños ya que los árboles no presentan sombreado e interceptan mejor la luz (Mattar, 2003)¹.

4.2.2. Efecto de la poda de ramillas en brotación sobre la inducción floral

Cuadro 4.2. Efecto del largo de poda (Subtratamientos) sobre la inducción floral del palto Cv. Hass.

SUBTRATAMIENTOS	LARGO DE PODA	MEDIA DE YEMAS INDUCIDAS A FLOR
ST0	0 cm	27.12 a *
ST1	20 cm	16.25 b
ST2	30 cm	21.38 a b
ST3	40 cm	18.5 a b

* Letras distintas indican diferencias significativas entre los subtratamientos según Tukey al 5 %

En el gráfico 4.2 no se observan diferencias significativas entre los subtratamientos ST0 y ST2 y ST3, lo que refleja una similitud estadística, que permite afirmar que los 3 largos de poda de estos subtratamientos provocan un número de yemas inducidas en un rango muy similar.

Entre los ST0 y el ST1 si presentan diferencias significativas entre sí, en este caso se demuestra que al no podar (ST0= 0 cm) obtendríamos un número considerablemente mayor de yemas inducidas a flor que si se realiza una poda a 20 cm (ST1). Aunque se refleje esto no se debe dejar de podar ya que según Mattar (2003)¹, el no realizar esta practica se ve afectada la formación y estructura de los árboles.

Mattar (2003)¹, asevera que un árbol que no se poda inicialmente y durante todo su ciclo productivo, no será capaz entregar un rendimiento acorde a su potencial productivo, ya que se presenta una caída de ramillas, deshoje de éstas, frutos pequeños y en contacto con el suelo y emboscamiento

Westwood (1982), afirma que tanto tratamientos químicos y algunas prácticas como injertación, anillado y poda suelen afectar indirectamente por sus efectos sobre uno o más procesos en el complejo sistema fisiológico de la planta.

4.3. Ensayo Quilllota

4.3.1. Efecto de la aplicación de MYR Boro sobre la inducción floral del palto cv.Hass

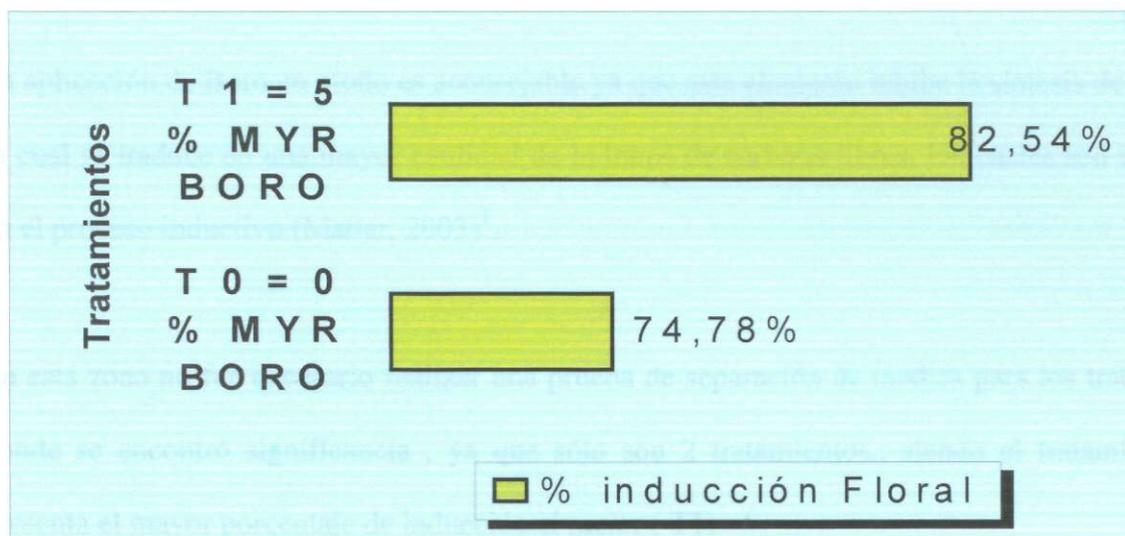


Gráfico 4.3. Porcentaje de inducción floral según cada tratamiento

El gráfico 4.3. demuestra que la aplicación de boro al 5 % influye significativamente sobre la inducción floral en comparación con la no aplicación de este.

Estadísticamente se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos

Este mayor porcentaje de yemas inducidas a flor obtenido en esta zona se debe al efecto del boro, ya que las bajas temperaturas y días nublados que se presentan durante gran parte del año, no permiten una óptima inducción floral. Por lo mismo la acción del boro si se ve reflejada en esta zona

Mattar (2003)¹, afirma que siendo Quillota una provincia históricamente paltera, no presenta las mejores condiciones climáticas para este cultivo.

La aplicación de Boro en otoño es aconsejable ya que este elemento inhibe la síntesis de almidón, lo cual se traduce en una mayor cantidad de hidratos de carbono libres, los cuales son utilizados en el proceso inductivo (Mattar, 2003)¹.

En esta zona no fue necesario realizar una prueba de separación de medias para los tratamientos donde se encontró significancia , ya que sólo son 2 tratamientos.; siendo el tratamiento que presenta el mayor porcentaje de inducción el mejor (T1)

4.3.2. Efecto de la poda de ramillas en brotación sobre la inducción floral

En cuanto al efecto de los largos de poda realizados (subtratamientos), estos no presentaron ningún nivel de significancia estadística por lo que tampoco fue necesario aplicar un prueba de separación de medias para encontrar un posible largo de poda óptimo para una mayor inducción.

Solo se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) donde el valor crítico calculado de los subtratamientos resultó menor que el valor tabular

Sin embargo, para optimizar la producción equilibrada y sin estrés se hace necesaria la poda de ramillas, ya sea de 30 o 40 cm. que son los tratamientos que dan un mayor número de yemas florales (Mattar, 2003)¹

En Quillota se encontró que estadísticamente existe una interacción entre la aplicación de boro y la poda efectuada, ya que las ramillas podadas con boro mostraron una mayor inducción que las ramillas sin podar (Testigo) y con aplicación de boro como lo demuestra el Gráfico 4.4.

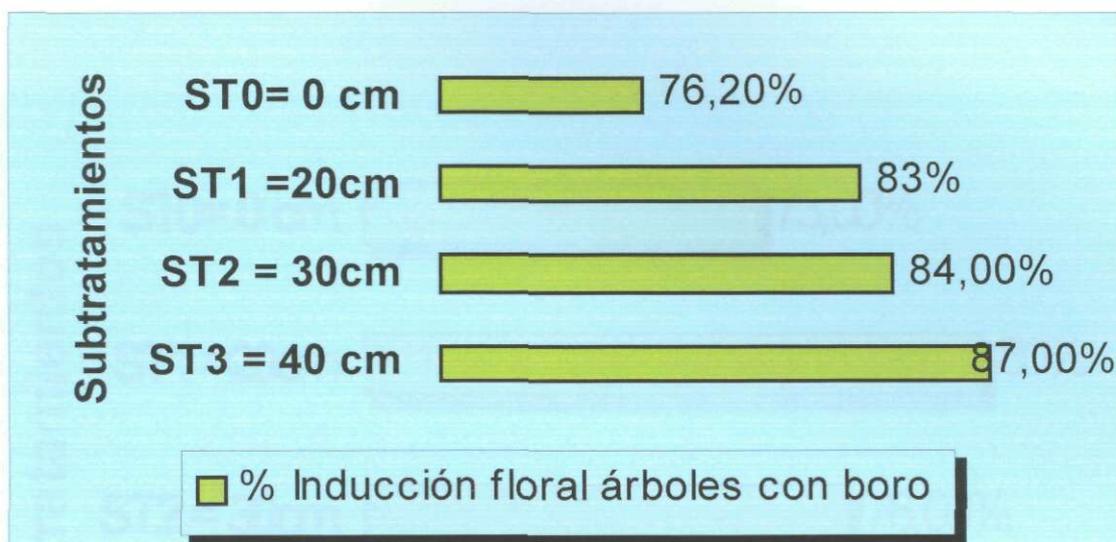


Gráfico 4.4 Porcentaje de inducción de ramillas con boro podadas y no podadas

En el Gráfico 4.5 se demuestra la similitud encontrada en los porcentajes de inducción floral en los distintos subtratamientos, ya que no hubo aplicación de boro.

Queda demostrado en este gráfico y en el anterior que la interacción boro y poda es significativa en cuanto a un mayor porcentaje de yemas inducidas a flor.

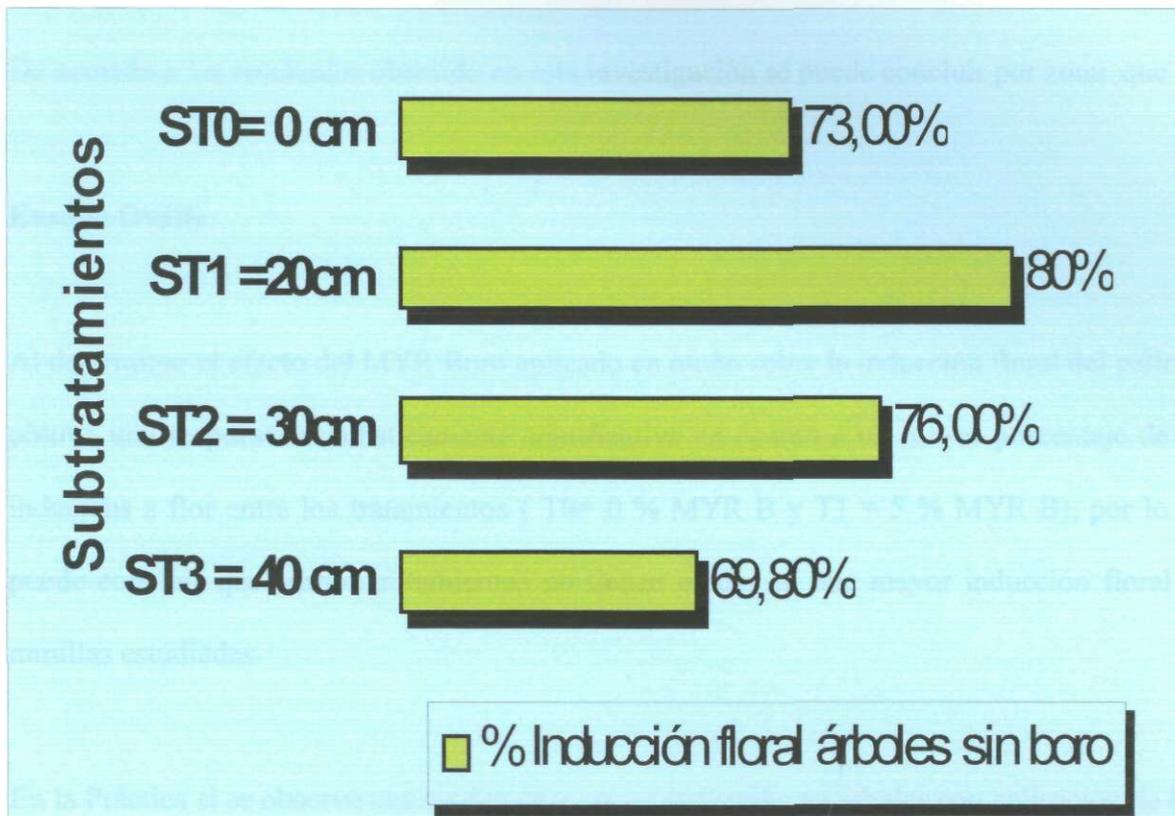


Gráfico 4.5 Porcentaje de inducción floral de ramillas sin boro podadas y no podadas

5. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación se puede concluir por zona que :

Ensayo Ovalle

Al determinar el efecto del MYR Boro aplicado en otoño sobre la inducción floral del palto, no se obtuvo una respuesta estadísticamente significativa en cuanto a un mayor porcentaje de yemas inducidas a flor entre los tratamientos (T0= 0 % MYR B y T1 = 5 % MYR B), por lo que se puede concluir que ambos tratamientos no tienen efecto en una mayor inducción floral en las ramillas estudiadas.

En la Práctica si se observa una tendencia a mayor inducción en árboles con aplicación de boro.

Con respecto al largo óptimo de poda necesario para obtener una mayor inducción floral, los subtratamientos ST0 = 0 cm, ST2 = 30 cm y ST3 = 40 cm no presentaron diferencias significativas entre sí , por lo que se concluye que estos 3 largos de poda pueden ser utilizados indistintamente, sin embargo fue el ST3 = 40 cm el que presentó mayor valor numérico en cuanto a número de yemas inducidas bajo el corte de poda. El ST0 = 0 cm no es recomendable de utilizar porque provoca una mala formación de las ramillas que producirán fruta.

Los ST3 = 40 cm y ST1 = 20 cm. , presentaron diferencias significativas, en este caso se puede aseverar que conviene aplicar el largo de 40 cm , ya que presentó el doble de yemas inducidas

Ensayo los Andes

Con respecto a los tratamientos sobre el efecto del boro sobre la inducción floral se puede concluir que al no presentar un nivel de significancia estadística, ambos tratamientos (T0= 0% B y T1 = 5% B) no tienen un efecto en el aumento de la inducción floral de los árboles tratados

Sin embargo, se obtuvo una leve alza en el porcentaje de yemas inducidas en los árboles a los que se le aplicó MYR BORO, con respecto a los que no.

En cuanto al largo de poda óptimo a utilizar se determinó que los Subtratamientos ST0= 0 cm , ST2 = 30 cm y ST3 = 40 cm, al no presentar diferencias significativas ente ellos, no se puede señalar cual es el más conveniente, ya que los 3 son estadísticamente iguales. El subtratamiento de 0 cm dio el mayor número de yemas inducidas, pero no se debe aplicar porque afecta la formación del árbol. Por lo tanto se concluye que los largos óptimo de poda de ramillas son 30 o 40 cm

Por lo expuesto anteriormente , en esta zona de Chile es recomendable el uso de la práctica de poda de ramillas en verano

Ensayo Quillota

En esta zona se presentó una respuesta a la aplicación de MYR BORO en otoño, la que queda demostrada en la diferencia significativa que existe entre ambos tratamientos en cuanto al porcentaje de inducción floral obtenido

El Tratamiento con 5 % de MYR BORO (T1), presentó un mayor porcentaje de inducción floral que el tratamiento sin aplicación de MYR BORO (T0), por lo cual, es el recomendable para Quillota

En relación a los largos de poda óptimos (Subtratamientos), se obtuvo estadísticamente que estos no tiene un efecto de aumentar la inducción floral de los árboles.

Sin embargo, si hay una interacción positiva entre los subtratamientos (largos de poda aplicados) y los tratamientos (porcentaje de boro aplicado), ya que los resultados obtenidos en los árboles con aplicación de MYR BORO al 5 % y podados, si presentaron un alza en el porcentaje de inducción floral, en comparación a los árboles con aplicación de MYR BORO y no podados.

Por lo tanto se puede concluir que en esta zona es necesaria una poda de ramillas en verano acompañada de una aplicación de Boro en otoño.

6 BIBLIOGRAFIA

ACEVEDO, G. 1994. Efecto del anillado, Doble incisión anular e Inyección de Cultar en ramas de paltos cv. Hass. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 124 p.

ALVAREZ DE LA PEÑA, F. 1981. El Aguacate. Ministerio de Agricultura, Musigral, Madrid, España, 225 p.

BARCELLO, J. 1998. Fisiología vegetal. Madrid. Ediciones Pirámide. 662 p.

BRUNET, F. 2001. Evaluación Técnica de cinco sistemas de Poda de árboles adultos de Palto (*Persea americana* mill) cv. Hass, en la zona de Quillota, V Región. Universidad católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 94 p.

CALABRESE, F. 1992. El Aguacate. Madrid, Mundi-Press. 249 p.

CARRILLO, E. 1995. Efecto de la carga frutal sobre la Inducción Floral en yemas terminales de palto (*Persea americana* Mill) cv. Hass. Quillota, V Región Chile. Universidad católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 82 p.

COUTANCEAU, M. 1964. Fruticultura. España. Ediciones de Occidente. 108 p.

DIRECCION METEOROLOGICA DE CHILE. Meteorología Agrícola. Boletín Agrometeorológico mensual. IV – V Región. 2002 – 2003.

GARDIAZABAL, F. y ROSENBERG, G. 1990. Cultivo del Palto. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 201 p.

GARDIAZABAL, F. 1998. Floración en Paltos. Sociedad Gardiazábal y Magdahl Ltda.. Seminario Internacional de Paltos, Viña del Mar. Pp. 51-72.

GIL, G. 2000. El Potencial Productivo. Ediciones Universidad Católica de Chile. 342 p.

HERRERA, D. 1993. Microelementos en Palto. La Importante función del Boro (B) en la Producción. Empresa y Avance Agrícola. Volumen 2, N° 24. Pp. 17-21.

HESS, D. 1980. Fisiología Vegetal. Editorial Omega. Barcelona, España. 388 p.

IBACACHE, A. Y SIERRA, C. 1998. Fertilización del Palto. Gobierno regional de Coquimbo e Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Intihuasi, Ovalle, Chile. N° 12. 12 p.

INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR. 2001. Atlas geográfico de Chile. 90 p.

KÖHNE, J. 1998. Floración, Desarrollo de fruta y Manipulación de la Producción en Paltos. Sociedad Gardiazábal y Magdahl Ltda. Seminario Internacional de paltos. Viña del Mar, Chile. Pp 81 - 90

LAHAV, E. 1998. Nutrición en Paltos. Sociedad Gardiazábal y Magdahl Ltda.. Seminario Internacional de Paltos, Viña del Mar, Chile. Pp 43 – 49.

LESCANO, F.; SEREIN, C. 2000. Efecto de 2 fechas distintas en el inicio de la fertilización nitrogenada en combinación con Solubor, Auxym y Frutaliv, sobre retención de frutos y largos de brote en palto. (*Persea americana* Mill) Cv Gwen. Tesis Ing. Agronomo. Universidad de Las Americas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 71 p.

LEWIS, D.1980. Boron, lignification and the origin of vascular plants. *New phytologist*. 84: 209-229.

LOUE, A. 1988. Los Microelementos en la agricultura. Madrid, Mundi-Prensa. 354 p.

LOVATT, C. 1987. Stress. *California avocado society. Yrbk*. 71: 251-255.

OFICINA DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN AGRARIA (ODEPA). 2000. Mercado de las paltas. *Chile Agrícola*. N° 248 pp 23 – 25.

OFICINA DE ESTUDIOS Y PLANIFICACION AGRARIA (ODEPA). 2003. Superficie de frutales en el país, (on line). www.odepa.gob.cl

PALMA,A. 1991. Aproximación al ciclo fenológico del palto, cv. Fuerte, Quillota, V región. Tesis Ing. Agrónomo. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 120p.

RAZETO, B. 1992. Para Entender la Fruticultura. Santiago, Chile, Vivarium. 303p.

_____. 1997. En Huertos de Palto: Alternativas en la distancia de plantación, Raleo de árboles y Poda. Chile Agrícola. Volumen XXI . N° 228, pp. 333 – 336.

_____. 2000. Bases para una Fertilización Balanceada en Frutales. Aconex. N° 68. Pp. 5 – 6

_____. 2002. El Palto: Un árbol magnífico pero de Discreta producción. Aconex. N° 74. Pp 5 – 8.

RODRIGUEZ, F. 1982. El Aguacate. México, AGT. 167 p.

ROJAS, O. 1995. El Boro y su importancia en la Agricultura Chilena. Chile Agrícola. Volumen XX. N° 204. Pp. 69 – 72.

SALAZAR-GARCIA, S. 2002. Nutrición del Aguacate. Principios y Aplicaciones. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Peruanas. Campo experimental Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. 192 p.

SALISBURY, F. Y ROSS, C. 1991. Fisiología vegetal. Editorial Iberoamericana. 685 p.

SALVO, J. e IBACACHE, A. 1998. Manual de producción del Palto. Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), Prodecop, INIA Intihuasi. La Serena, Chile. 72 p

SILVA, H.; y RODRIGUEZ, S. 1995. Fertilización de las plantaciones frutales. Publicación de la Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Chile. 519 p.

SOTO, P. 2001. Evaluación del efecto de la aplicación de MYR Ca-B, MYR Zn-Mn, Auxym y estrés hídrico en ramas anilladas y no anilladas, después de una poda de rebaje severa, por el control de *P. cinnamoni*, sobre la floración y fructificación en palto (*Persea americana* Mill) cv Hass, Quillota, V región Chile. Tesis Ing. Agrónomo Universidad de Las Américas, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 73p.

TOLEDO, X. y ZAPATER, E. 1980. Geografía general y regional de Chile, Editorial Universitaria. Primera edición. 443p.

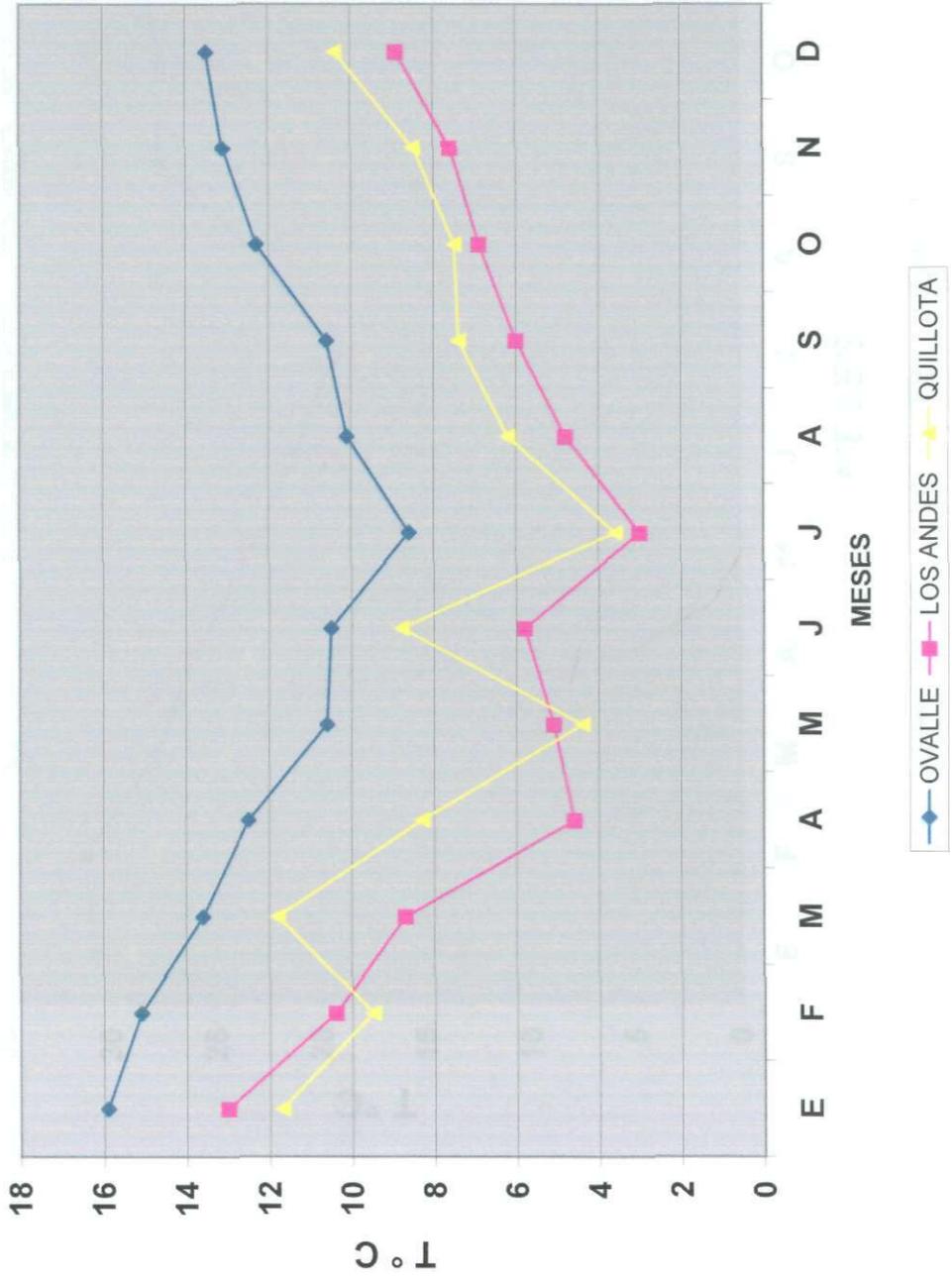
WESTWOOD, M. 1982. Fruticultura de las Zonas Templadas. Mundi-prensa, Madrid, España. 461 p.

WHILEY, A. 1990. Curso internacional de producción, postcosecha y comercialización de paltas. Viña del Mar, Chile. 216p.

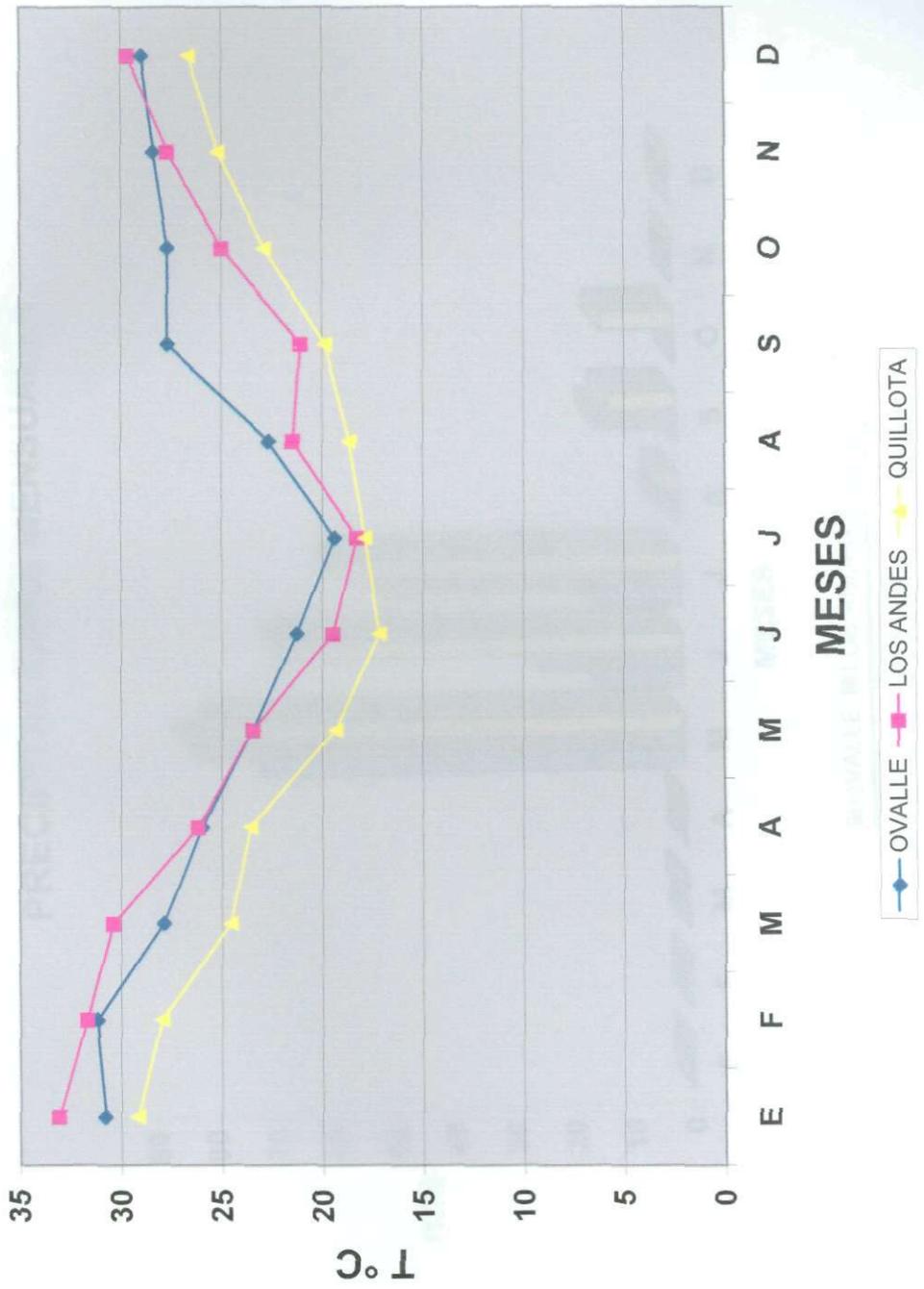
-----; SARANAH, J. And WOLSTENHOLME, B. 1995. Pheno-physiological modeling in avocado, and aid, in research planning. World avocado congress III, pags 71-75.

ANEXO

TEMPERATURAS MINIMAS MENSUALES



TEMPERATURAS MAXIMAS MENSUALES



PRECIPITACIONES MENSUALES

