

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NAYARIT**

**POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS**



**DESARROLLO DE TECNOLOGÍA DE PODA PARA  
ÁRBOLES DE AGUACATE 'HASS' EN NAYARIT**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS PRESENTA:**

**JUAN MANUEL AGUILAR SALINAS**

**XALISCO, NAYARIT, JUNIO DEL 2006**

**DR. C. ARTURO AGUIRRE HERNÁNDEZ**  
**COORDINADOR DEL POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO-AGROPECUARIAS**  
**(CBAP).**  
**PRESENTE**

**Asunto:** Liberación de la Tesis del  
**C. Ing. Juan Manuel Aguilar Salinas**

Los que suscribimos, integrantes del Consejo Tutorial del C. Ing. Juan Manuel Aguilar Salinas, declaramos que hemos revisado en forma y contenido la Tesis "**Desarrollo de Tecnología de Poda para Árboles de Aguacate 'Hass' en Nayarit**" y en nuestra opinión, cumple el requisito parcial para obtener el Grado de Maestría en el área de Ciencias Agrícolas.

**CONSEJO TUTORIAL**

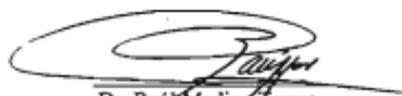
**CO-DIRECTOR**

  
\_\_\_\_\_  
Dr. I. José Luis González Durán

**CO-DIRECTOR**

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Samuel Salazar García

**ASESOR**

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Raúl Medina Torres

Xalisco, Nayarit, Mayo del 2006

CC. Dr. Clemente Lemus Flores. Secretario de Investigación y Posgrado de la UAN.



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT**  
**POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS**

---

CBAP/047/06

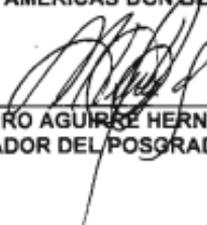
Tepic, Nayarit; a 13 de Junio de 2006

**C. ING. ALFREDO GONZÁLEZ JÁUREGUI**  
**DIRECTOR DE ADMINISTRACIÓN DE ESCOLAR**  
**P R E S E N T E.**

En base al oficio de fecha 31 de mayo del presente año, enviado por los CC. Dr. I. José Luis González Durán, Dr. Samuel Salazar García, Dr. Raúl Medina Torres, donde se nos indica que el trabajo de tesis cumple con lo establecido en forma y contenido, y debido a que ha cumplido con los demás requisitos que pide el Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Nayarit, se está autorizando de nuestra parte que el C. JUAN MANUEL AGUILAR SALINAS continúe ante ustedes con los trámites necesarios para que nos sea autorizada la presentación del examen de grado de Maestría en Ciencias del citado estudiante.

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

**A T E N T A M E N T E**  
**"2006 AÑOS DEL BICENTENARIO DEL NATALICIO**  
**DEL BENEMÉRITO DE LAS AMÉRICAS DON BENITO JUÁREZ GARCÍA".**

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. ARTURO AGUIRRE HERNANDEZ**  
**COORDINADOR DEL POSGRADO CBAP**



C.c.p.- Archivo

## **Agradecimientos**

Al Dr. Samuel Salazar García, investigador del INIFAP, por sus consejos, paciencia, tolerancia y compartir su sabiduría y experiencia, en la realización de esta Tesis.

Al Dr. I. José Luis González Durán, investigador del INIFAP, por su tolerancia, consejos y aportar su reconocida experiencia estadística en la elaboración de mi Tesis.

Al Dr. Raúl Medina Torres, catedrático e investigador de la Unidad Académica de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit, por la aportación en el mejoramiento de esta Tesis.

A la Universidad Autónoma de Nayarit, la cual fue el medio para realizar mis estudios de Licenciatura y de Maestría.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Fondos Mixtos CONACYT-Gobierno del Estado de Nayarit, Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Nayarit (COCYTEN), por el financiamiento otorgado para la realización de esta investigación y elaboración de Tesis.

A los productores Pablo Santana, Antonio Bermúdez, Alberto Ante y Juan Manuel Sánchez, por facilitar sus huertos para realizar esta investigación.

A mis compañeros de generación en la Maestría: Silvia, Lupita, Elifonso, Raúl y David, por su agradable compañía durante el periodo de estudio.

## **Dedicatorias**

A Dios, por darme la vida, paciencia, tolerancia, sabiduría y fuerza para terminar una etapa más en mi vida profesional.

A mis padres, José Luis Aguilar Ramírez y Ma. Guadalupe Salinas Pérez, por el apoyo que siempre me han brindado en cada una de mis decisiones.

A mi esposa, Claudia Elizabeth Cisneros González, por su amor, comprensión, sacrificio, paciencia y apoyo incondicional en esta etapa difícil.

A mis hijos, Alondra Juatziry y Edgar Manuel Aguilar Cisneros, por el amor que me dan, ya que ellos fueron parte esencial en el trayecto de esta etapa.

A mis hermanos, José, Teresa, Luis Enrique, Isidro y Jorge, por su apoyo, comprensión y motivación para seguir adelante.

A mis suegros, Francisco Cisneros López y Antonia González Rodríguez, por su incondicional apoyo, ya que, fueron un gran pilar en la obtención de este grado.

A mi familia, en Irapuato, Querétaro y Nayarit, por la confianza que depositaron en mí.

A mis amigos: Luis Eduardo Cossio Vargas, Melchor Ernesto Ramos López, José León de Alba, José Luis Corona Díaz, Juan Manuel Pérez López y Carla Rodríguez Helgueros, por brindarme su amistad y confianza.

## Contenido

	Pág
Lista de Cuadros.....	viii
Lista de Figuras.....	xii
Introducción General.....	1
Literatura Citada.....	3
<b>Capítulo I. Poda Progresiva de Ramas Principales en Árboles Adultos de Aguacate 'Hass', con Problema de Entrecruzamiento de Copas.....</b>	<b>4</b>
1.1. Resumen.....	4
1.2. Introducción.....	5
1.2.1. Crecimiento del aguacate.....	5
1.2.2. Importancia de la poda.....	6
1.3. Objetivos e Hipótesis.....	8
1.4. Materiales y Métodos.....	9
1.4.1. Características del huerto experimental.....	9
1.4.2. Características de la poda.....	9
1.4.3. Tratamientos.....	9
1.4.4. Aspectos evaluados.....	10
1.4.5. Análisis estadístico.....	11
1.5. Resultados.....	12
1.6. Discusión.....	13
1.7. Conclusiones.....	15
1.8. Literatura Citada.....	16
<b>Capítulo II. Efecto de la Aplicación de Ácido Naftalenacético-1 sobre la Intensidad de Rebrotación en Troncos Podados de Aguacate 'Hass'.....</b>	<b>21</b>
2.1. Resumen.....	21
2.2. Introducción.....	23
2.3. Objetivos e Hipótesis.....	26
2.4. Materiales y Métodos.....	27
2.4.1. Características del huerto experimental.....	27
2.4.2. Tratamientos de poda más ANA en Junio.....	27
2.4.2.1. Aspectos evaluados para la poda en Junio.....	27
2.4.2.2. Análisis estadístico para las variables evaluadas en el mes de Junio.....	28
2.4.3. Tratamientos de poda más ANA en Noviembre.....	28
2.4.3.1. Aspectos evaluados para la poda en Noviembre.....	28
2.4.3.2. Análisis estadístico para las variables evaluadas en el mes de Noviembre.....	28
2.5. Resultados.....	30
2.5.1. Tratamientos de poda más ANA en Junio.....	30
2.5.2. Tratamientos de poda más ANA en Noviembre.....	30
2.6. Discusión.....	32
2.7. Conclusiones.....	33
2.8. Literatura Citada.....	34

<b>Capítulo III.</b>	<b>Efecto de la Poda de Rejuvenecimiento sobre el Desarrollo Vegetativo, Floral y Rendimiento de Árboles de Aguacate.....</b>	<b>39</b>
	3.1. Resumen.....	39
	3.2. Introducción.....	40
	3.2.1. Flujos de crecimiento.....	40
	3.2.2. Desarrollo floral.....	41
	3.2.3. Poda de rejuvenecimiento.....	42
	3.3. Objetivos e Hipótesis.....	44
	3.4. Materiales y Métodos.....	45
	3.4.1. Estudio I. Poda de rejuvenecimiento con cambio de cultivar..	45
	3.4.1.1. Características del huerto experimental.....	45
	3.4.1.2. Descripción de la poda.....	45
	3.4.1.3. Aspectos evaluados.....	45
	3.4.1.4. Análisis de la información.....	47
	3.4.2. Estudio II. Poda de rejuvenecimiento sin cambio de cultivar..	47
	3.4.2.1. Características de los huertos experimentales.....	47
	3.4.2.2. Descripción de la poda.....	48
	3.4.2.3. Aspectos evaluados.....	48
	3.4.2.4. Análisis de la información.....	49
	3.5. Resultados.....	50
	3.5.1. Estudio I. Poda de rejuvenecimiento con cambio de cultivar..	50
	3.5.2. Estudio II. Poda de rejuvenecimiento sin cambio de cultivar..	51
	3.6. Discusión.....	53
	3.7. Conclusiones.....	55
	3.8. Literatura Citada.....	56
<b>Capítulo IV.</b>	<b>Poda en Forma de "Pino" y "Muralla" en Huertos Adultos de aguacate "Hass".....</b>	<b>66</b>
	4.1. Resumen.....	66
	4.2. Introducción.....	68
	4.3. Objetivos e Hipótesis.....	70
	4.4. Materiales y Métodos.....	71
	4.4.1. Características del huerto experimental.....	71
	4.4.2. Descripción de la poda.....	71
	4.4.3. Tratamientos.....	71
	4.4.4. Aspectos evaluados.....	71
	4.4.5. Análisis estadístico.....	72
	4.5. Resultados.....	73
	4.6. Discusión.....	75
	4.7. Conclusiones.....	77
	4.8. Literatura Citada.....	78
<b>Capítulo V.</b>	<b>Análisis Económico de Diferentes Tipos de Poda en Aguacate 'Hass' ...</b>	<b>83</b>
	5.1. Resumen.....	83
	5.2. Introducción.....	84
	5.3. Objetivo e Hipótesis.....	87
	5.4. Materiales y Métodos.....	88
	5.4.1. Características de los huertos experimentales.....	88

5.4.1.1. Poda de rejuvenecimiento con, cambio de cultivar.....	88
5.4.1.2. Podas de rejuvenecimiento, sin cambio de cultivar en diferente año.....	88
5.4.1.3. Poda progresiva de ramas principales.....	88
5.4.1.4. Poda en forma de "pino" y "muralla".....	89
5.4.2. Tratamientos.....	89
5.4.2.1. Poda de rejuvenecimiento, con cambio de cultivar.....	89
5.4.2.2. Podas de rejuvenecimiento, sin cambio de cultivar realizadas en diferentes años.....	89
5.4.2.3. Poda progresiva de ramas principales.....	90
5.4.2.4. Poda en "pino" y "muralla".....	90
5.4.3. Aspectos evaluados.....	90
5.4.3.1. Poda de rejuvenecimiento, con cambio y sin cambio de cultivar.....	90
5.4.3.2. Poda progresiva de ramas principales.....	91
5.4.3.3. Poda en "pino" y "muralla".....	91
5.4.3.4. Relación beneficio-costo para cada tipo de poda.....	92
5.5. Resultados.....	93
5.5.1. Poda de rejuvenecimiento, con cambio de cultivar.....	93
5.5.2. Poda de rejuvenecimiento, sin cambio de cultivar.....	94
5.5.3. Poda progresiva de ramas principales en árboles adultos.....	95
5.5.4. Poda en forma de "pino" y "muralla".....	95
5.6. Discusión.....	97
5.7. Conclusiones.....	99
5.8. Literatura Citada.....	100

## Lista de Cuadros

No	Pág.
1-1	Efecto de la poda progresiva sobre el número y crecimiento de brotes (diámetro y longitud), en árboles podados y sin podar, a los 294 días después de la poda en La Yerba 2004..... 18
1-2	Efecto de la poda progresiva de ramas principales sobre el desarrollo de frutos. Poda realizada en Junio 2004..... 18
1-3	Efecto de la poda progresiva de ramas principales, sobre el rendimiento y tamaño del fruto en aguacate 'Hass' en el huerto La Yerba, 2004..... 19
1-4	Rendimiento de fruto por año y acumulado de dos años en árboles de aguacate 'Hass', a los que se les realizó poda progresiva, en el huerto La Yerba..... 19
2-1	Efecto de la aplicación de ANA en ramas principales podadas sobre la longitud de los brotes producidos a los 38 días después de la poda. Poda efectuada del 11-19 Junio 2004. Evaluación realizada el 27 Julio 2004..... 35
2-2	Efecto del ANA en ramas principales podadas sobre el desarrollo de los brotes, en la parte alta, media y baja de la rama podada. Poda efectuada del 11-19 Junio 2004. Evaluación realizada 134 días después de la poda (31 Oct. 2004)..... 35
2-3	Efecto del ANA en ramas principales podadas sobre el desarrollo de los brotes, en la parte alta, media y baja de la rama podada. Poda efectuada del 11-19 de Junio 2004. Evaluación realizada 264 días después de la poda (10 Marzo 2005)..... 36
2-4	Efecto del ANA a ramas principales podadas sobre la velocidad de rebrotación, número de brotes y desarrollo de los brotes. Poda efectuada del 11-19 Junio 2004. Evaluación realizada 264 días después de la poda y aplicación de ANA (31 Oct. 2004)..... 36
2-5	Efecto del ANA en ramas principales podadas sobre el número y crecimiento de brotes en la parte alta de la rama podada. Poda efectuada del 11-19 Junio 2004. Evaluación realizada 264 días después de la poda (10 Marzo

	2005).....	37
2-6	Efecto del ANA en ramas principales podadas sobre el número y crecimiento de brotes en la parte media de la rama podada. Poda efectuada del 11-19 Junio 2004. Evaluación realizada 264 días después de la poda (10 Marzo 2005).....	37
2-7	Efecto del ANA en ramas principales podadas sobre el número y crecimiento de brotes en la parte baja de la rama podada. Poda efectuada del 11-19 Junio 2004. Evaluación realizada 264 días después de la poda (10 Marzo 2005).....	38
3-1	Características de los huertos utilizados en la poda de rejuvenecimiento con y sin cambio de cultivar.....	58
3-2	Promedio del orden de ramas y flujos vegetativos, en árboles con poda de rejuvenecimiento más cambio de cultivar a 'Hass' (Evaluación realizada el 15 Nov. 2005). La Yerba 2004.....	59
3-3	Efecto de la poda de rejuvenecimiento (realizada en el 2000) más cambio de cultivar a 'Hass' (realizado en el 2001), sobre el crecimiento vegetativo de la copa del nuevo cultivar, a los tres años después del injerto. La Yerba. 2004.....	59
3-4	Efecto de la poda de rejuvenecimiento (realizada en el 2000) más cambio de cultivar (realizado en el 2001), sobre el rendimiento por árbol de la nueva copa ('Hass'), tres años después del injerto. La Yerba, 2004.....	60
3-5	Promedio del orden de ramas y flujos de crecimiento vegetativo, en huertos con poda de rejuvenecimiento, sin cambio de cultivar, realizada en diferente año. (Evaluación realizada el 15 Nov. 2005).....	60
3-6	Efecto de la fecha en que se realizó la poda de rejuvenecimiento, sin cambio de cultivar, sobre el desarrollo vegetativo de la nueva copa. Evaluación realizada en el 2004 para cero, dos y tres años después de la poda. Para uno y cuatro años después de la poda, la evaluación se realizó en el 2005.....	61
3-7	Efecto de la poda de rejuvenecimiento realizada en distintos años sobre el rendimiento por árbol de la nueva copa. Evaluación realizada en el 2004 para	

	zero, dos y tres años después de la poda. Para uno y cuatro años después de la poda, la evaluación se realizó en el 2005. Huertos podados: Platanitos 2004, Xalisco 2002 y La Yerba 2001.....	62
4-1	Efecto de la poda en forma de "pino" o de "muralla" sobre el crecimiento de los brotes, en ramas podadas y sin podar, a los 142 y 325 días después de la poda, en el huerto Platanitos. (Fecha de poda 27-31 Dic. 2003).....	80
4-2	Efecto de la poda en forma de "pino" o de "muralla" sobre el crecimiento de brotes vegetativos en la parte de la copa del árbol que fue podada ("pino" y "muralla") y la que no recibió poda, a los 142 y 325 días después de la poda, en el huerto Platanitos. (Fecha de poda 27-31 Dic. 2003).....	80
4-3	Efecto del tipo de poda sobre el crecimiento del fruto en diferentes fechas de evaluación en la parte de la copa del árbol no podada. Huerto Platanitos. 2004.....	81
4-4	Efecto del tipo de poda sobre la producción de fruto de diferentes tamaños. Huerto Platanitos, 2004.....	82
5-1	Gastos generados en un huerto de aguacate al que se aplicó poda de rejuvenecimiento más cambio de cultivar. Huerto establecido a 8 X 8 (156 árboles / ha). La Yerba 2004.....	101
5-2	Comparación económica de la poda de rejuvenecimiento, con cambio de cultivar (de 'Choquette' a 'Hass') en árboles de aguacate, tres años después de injertado. Huerto establecido a 8 X 8 (156 árboles/ha). La Yerba, 2004.....	101
5-3	Gasto de agua para las aspersiones foliares con agroquímicos según el tipo de poda. Se consideraron huertos establecidos a 10 X 10 m (100 árboles /ha).....	102
5-4	Gastos generados por la poda de rejuvenecimiento sin cambio de cultivar, en un huerto de aguacate 'Hass' establecido a 8 X 8 m (156 árboles/ha). La Yerba, 2004.....	102
5-5	Comparación económica, durante los primeros cuatro años, de la poda de rejuvenecimiento sin cambio de cultivar, en árboles de aguacate 'Hass'. Huertos establecidos a 8 X 8 m (156 árboles/ha).....	

	Huertos establecidos a 8 X 8 m ( 156 árboles/ha).....	103
5-6	Gastos generados por la poda progresiva de ramas principales en árboles de aguacate 'Hass' establecidos a 10 X 10 m (100 árboles/ha.). La Yerba, 2004.	104
5-7	Rentabilidad de la poda progresiva de ramas principales en árboles de aguacate 'Hass' de 25 años de edad, según el rendimiento y tamaño de fruto de la primera cosecha después de la poda, obtenida de la mitad de la copa no podada. Huerto establecido a 10 X 10 m (100 árboles/ha). Huerto La Yerba, 2004.....	104
5-8	Gastos generados por la poda en forma de "pino" o "muralla", en un huerto de aguacate 'Hass' establecidos a 6 X 6 m (275 árboles /ha). Platanitos, 2004.....	105
5-9	Rentabilidad de la poda en "pino" y en "muralla" en árboles de aguacate 'Hass', según el rendimiento y tamaño de fruto de la primera cosecha después de la poda. Huerto establecido a 6 X 6 m (277 árboles/ha).....	105

## Lista de Figuras

No	Pág.
1-1 (A) Vista del huerto de aguacate 'Hass' con poda progresiva realizada el 19 de Junio del 2004, y (B) a los 134 días después de la poda. Huerto La Yerba 2004.....	20
3-1 Estructura jerárquica de flujos de crecimiento vegetativo en una rama primaria en árboles de aguacate 'Choquette' con poda de rejuvenecimiento más cambio de cultivar 'Hass', a los tres años de realizada la poda.....	63
3-2 Contribución porcentual de las distintas ramas que componen la copa de un árbol de aguacate 'Choquette' con poda de rejuvenecimiento más cambio de cultivar 'Hass', a los tres años de realizada la poda.....	64
3-3 Desarrollo floral de yemas apicales de los flujos de crecimiento vegetativo de invierno y verano en tres huertos de aguacate. Uno de aguacate 'Choquette' que recibió poda de rejuvenecimiento y que al año fue injertado con el cultivar 'Hass' (la edad de la copa del nuevo cultivar fue de tres años); y dos huertos de aguacate 'Hass' con poda de rejuvenecimiento pero sin cambio de cultivar (la edad de la nueva copa fue de dos y tres años). Escala visual de desarrollo floral de Salazar-García et al., (1998): 1 = Yema cerrada y puntiaguda localizada dentro de las dos últimas hojas sin expandir del brote; 3 = Yema cerrada y puntiaguda, senescencia parcial de las escamas de la yema; 8 = Obvia elongación de los ejes secundarios (estado coliflor), los ejes terciarios todavía están cubiertos por sus brácteas. Se observan flores pequeñas sin abrir; 11 = Antesis. Rompimiento de la yema vegetativa en el ápice de la inflorescencia indeterminada; se inicia el flujo vegetativo.....	65

## Introducción General

El aguacate es una planta Dicotiledónea que pertenece al orden de las Ranales y a la familia de las Lauráceas y fue clasificado como *Persea americana* por Miller. Galán (1998), menciona que su sistema radical es prácticamente superficial, el cual carece de pelos absorbentes, pero tiene numerosas ramificaciones secundarias, en las cuales se realiza la absorción de agua y nutrientes. El tallo es leñoso y rugoso medianamente duro.

Las hojas son alternas, multiformes con longitudes que varían de 10 a 40 cm. El árbol se caracteriza por ser una planta siempre verde, que generalmente presenta dos o más flujos de crecimiento vegetativo durante un ciclo de crecimiento anual. Las inflorescencias están compuestas por flores pequeñas que se encuentran en forma de triplets. Las flores del aguacate presentan dicogamia, ya que, las partes femeninas y masculinas de la flor maduran en momentos diferentes. El fruto es una baya con una sola semilla, y la pulpa puede tener un contenido de proteínas de 1% a 4%, hidratos de carbono de 0.25% a 7%, contenido de aceite de 3% a 30%, vitaminas A, B<sub>6</sub>, E y ácido ascórbico, además de que no contiene colesterol (Knight, 2002).

En México en el año de 1990 se cultivaban 83,000 ha de aguacate y para el año 2002 había una superficie de 98,000 ha. Esto demuestra que en 13 años ocurrió un aumento de 15,000 ha de aguacate en el territorio nacional (INEGI, 2003).

En 1997 hubo una producción de 2.3 millones de toneladas de aguacate en el mundo, de la cual México aportó 782 mil toneladas, lo que representa un 34%, ubicándolo como el primer productor mundial (Téliz-Ortiz *et al.*, 2000).

Actualmente México cuenta con una superficie plantada de 98,000 ha, y un volumen de producción anual superior a 928 mil ton (SAGARPA, 2001). El cv. Hass es el más cultivado en el Mundo, y en México, los estados de Michoacán y Nayarit son los principales productores de este cultivar; otros estados productores son Jalisco, Puebla, Veracruz y el Estado de México.

En Nayarit existen 2,318 ha de aguacate en producción, de las cuales el 95% es cultivado sin riego y con precipitaciones que van de 1200 a 1500 mm anuales (INEGI, 2004). Los principales Municipios productores de este cultivo en Nayarit son: San Blas, Xalisco y Tepic, con una superficie de 905, 788 y 497 ha, respectivamente (SAGARPA, 2001); el resto se produce en los municipios de: Ruiz, Santa María del Oro, Santiago, Ixtlán del Río, Ahuacatlán, Compostela, Rosamorada y San Pedro Lagunillas (121 ha).

El aguacate constituye una fuente importante de divisas para el país, ya que, en la actualidad los precios internacionales del aguacate son muy atractivos para los productores de México, por lo que mejorar la producción y calidad de la cosecha son una prioridad de la industria aguacatera nacional (Salazar-García, S. 2003. Comunicación Personal).

En Nayarit el cultivo del aguacate ha adquirido mayor importancia en los años recientes. Por lo que se tienen huertos desde recién establecidos, hasta huertos con más de 20 años de edad. Las condiciones en la que se establece este cultivo son lomeríos, en suelos someros con un sustrato de piedra pómez, generalmente bajo condiciones de temporal.

En Nayarit no existe la tecnología para el manejo de la copa de los árboles, por lo que los huertos presentan árboles con crecimientos vigorosos que en poco tiempo presentan ramas que se entrecruzan en el árbol y entre árboles, generando un enorme sombreado dentro del huerto y dentro de la copa de los árboles. Esta situación ocasiona que el fruto se encuentre en la periferia de la copa de los árboles, por lo que la producción de fruto se localiza en las partes más altas de los árboles donde hay mayor intercepción solar.

Esta investigación tuvo como objetivo general evaluar el efecto de distintos tratamientos de poda sobre el desarrollo de los brotes, crecimiento, rendimiento y tamaño de fruto en árboles de aguacate 'Hass' en Nayarit.

### Literatura Citada

- FAO. 1996. Internet Website.
- Galán S., V. 1998. Los Frutales tropicales en los subtrópicos. I. Aguacate-Mango-Litchi y Longan. Ediciones Mundi-Prensa, España. 133 p.
- INEGI. 2004. Anuario Estadístico Nayarit. Año Agrícola 2001-2002.
- INEGI. 2003. Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos.
- Knight, R.J. 2002. History, distribution and uses. *In* The Avocado. Botany, production and uses. Edit. By Whiley, A.W., B. Schaffer, and B.N. Wolstenholme. CAB International. New York, USA. 416 p.
- SAGARPA. 2001. Sistema de Información Agropecuaria de Consulta 1998-2000 (SIACON). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México.
- Téliz-Ortiz D., G. Mora-Aguilera, y L. Morales-García. 2000. Importancia histórica y socioeconómica del aguacate. *In*: El Aguacate y su Manejo Integrado. D. Téliz (coord.). Ed. Mundi-Prensa, México. 219 p.

## CAPÍTULO I

### **Poda Progresiva de Ramas Principales en Árboles Adultos de Aguacate 'Hass', con Problema de Entrecruzamiento de Copas**

#### **1.1. Resumen**

En Nayarit, la mayoría de los huertos de aguacate tienen más de 20 años de edad y no se les ha realizado ningún tipo de poda. Esto ocasiona problemas de iluminación debido al gran tamaño que presentan los árboles y al entrecruzamiento de sus copas. Lo anterior dificulta las labores culturales, así como el control fitosanitario; además, la cosecha se encarece y se vuelve muy riesgosa para el cosechador. El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de la poda progresiva de ramas principales, sobre el crecimiento, rendimiento y tamaño del fruto en árboles de aguacate 'Hass' en Nayarit. Se realizó una poda progresiva de las ramas principales del árbol, podando todas las ramas primarias de la sección Sur de la copa de cada árbol y se evaluó el efecto de esta poda sobre el número y crecimiento de brotes (diámetro y longitud), así como en el tamaño y rendimiento del fruto. La emergencia de brotes se presentó únicamente en las ramas podadas y presentaron un crecimiento vigoroso que no afectó el rendimiento. La poda progresiva incrementó el diámetro del fruto en los meses de Septiembre y Octubre. El rendimiento no fue afectado por la poda progresiva. La poda progresiva no redujo la producción de fruto y pudiera incrementar el número de frutos de tamaño grande.

## 1.2. Introducción

### 1.2.1. Crecimiento del aguacate.

Wolstenholme (1988), menciona que durante la fase inicial vegetativa, el árbol de aguacate concentra la dominancia apical del crecimiento en dirección vertical. Esta etapa juvenil retrasa la floración hasta que se asegura un "lugar en el sol", después de una considerable inversión en madera para soporte mecánico.

El tronco del árbol de aguacate es monopódico, el cual crece rítmicamente desarrollando grupos de ramas morfológicamente idénticas al tronco, lo que ocasiona que en pocos años los árboles alcancen una gran altura (Hallé et al., 1978). El aguacate presenta dos tipos de ramificaciones: a) ramificación proléptica, en la que un brote se desarrolla sólo después de un periodo de dormancia de una yema latente, y b) ramificación siléptica, en la que no hay periodo de dormancia y el crecimiento lateral es contemporáneo con el eje del brote padre (Thorp, 1992).

El porte del árbol de aguacate varía desde una forma erecta, casi piramidal, hasta formas bajas extendidas (Galán, 1998). Los árboles pueden alcanzar más de 20 m de altura y un ancho variable de 10 a 12 m (Rodríguez, 1982). En Nayarit los huertos de aguacate de más de 15 años de edad presentan alturas superiores a 15 m y problemas de sombreado (emboscamiento); es decir, presentan el problema de entrecruzamiento de ramas entre árboles y dentro de la misma copa.

Según Bender (1994), en los huertos emboscados se complica y encarece la aplicación de productos químicos y labores de cosecha, la cual se vuelve lenta y peligrosa. Un paso fundamental para cualquier productor que quiera mejorar la producción de fruto es controlar el vigor vegetativo del árbol.

Los árboles en buenas condiciones extienden sus copas hasta el suelo y tienen una mayor área, esto equivale a una mayor capacidad fotosintética (Whiley et al., 1988). Los azúcares, que son el producto final de la fotosíntesis, son la única fuente de energía para el árbol y son críticos para todos los procesos, desde crecimiento de raíces hasta la producción de frutos (Hofshi, 1999). El crecimiento de los árboles limita la penetración de luz solar, que es captada sólo en la parte alta de los árboles y en algunos costados del bloque del huerto, por lo que,

según Stassen et al. (1995), la floración y producción de fruto se concentra en la parte alta del árbol y cada vez más alejada del tronco.

### 1.2.2. Importancia de la poda.

Stassen et al. (1999), mencionan que en huertos viejos donde nunca se realizó poda, el entrecruzamiento de los árboles llevó a la pérdida de la capacidad productiva, reduciendo inicialmente el calibre de los frutos y luego la productividad, al perderse la capacidad productiva en el interior de la copa. Según Bower y Cutting (1992), los mayores calibres de fruto requieren una maximización en la división celular. Cabe mencionar que cualquier reducción de recursos (hormonas de crecimiento, nutrientes del suelo y agua) durante este proceso podría disminuir el tamaño potencial de los frutos.

La poda es una de las actividades más importantes que se debe realizar en el establecimiento y desarrollo de huertos frutales, puesto que tiene una incidencia fundamental sobre la producción. Resulta evidente que la poda no puede suplir la deficiencia de otras actividades que también son clave, como el riego, la fertilización y la protección fitosanitaria del cultivo.

La principal razón para "abrir" un huerto de aguacate con copas "entrecruzadas" es optimizar la penetración e intercepción de la luz solar. Según Jackson (1986), la poda estimula la iniciación de yemas florales, ya que hay un mayor ingreso de luz al interior de la copa del árbol, estimulando el crecimiento de un mayor número de brotes.

La poda presenta ventajas adicionales en el manejo de los huertos. France (1947), menciona que al mantener podado un huerto se tiene un buen acceso para realizar diversas labores culturales, tales como control de maleza, riego, aplicación de fertilizantes y materiales orgánicos, control de plagas y enfermedades y la cosecha de fruto.

La poda, cuando se realiza en el momento adecuado, y con la técnica apropiada a las condiciones del huerto, no limita el rendimiento. Cossio-Vargas (2002) reporta que la poda lateral en árboles de aguacate 'Hass' con entrecruzamiento inicial de las copas no afectó el rendimiento del fruto, en comparación con el control (198 y 180 kg/árbol, respectivamente).

Una alternativa para huertos con más de 15 años de edad, cuyos árboles presentan problemas de sombreado, es la eliminación parcial o progresiva de ramas primarias. Davie et al. (1995) recomiendan realizar la poda sólo en una parte del total de las ramas del árbol, para evitar un desequilibrio entre la parte aérea del árbol y el sistema radical. Estos autores mencionan que los árboles tratados con este tipo de poda incrementaron en 35% el tamaño del fruto, respecto a los árboles no podados, con un peso de 139 g y 103 g, respectivamente.

La poda progresiva de la copa es útil para renovar la copa de los árboles de aguacate, minimizando el problema del vigor excesivo de los rebrotes y sin disminuir el rendimiento. Esta poda frena el desarrollo vigoroso de los brotes debido a que la parte no podada del árbol se convierte en una zona de demanda de nutrimentos, ocasionando que los fotosintatos se transporten principalmente a la zona no podada del árbol y a los frutos y sólo una parte hacia el desarrollo de los nuevos brotes de las ramas podadas.

Cutting (1996), menciona un buen sistema de manejo de la copa que consiste en seleccionar tres o cuatro ramas principales bien espaciadas, como los componentes estructurales principales del árbol, y que formarán la estructura básica en forma de vaso.

En México no existe información sobre la poda progresiva, por lo que los productores de Nayarit, tradicionalmente realizan la poda de rejuvenecimiento de la copa, cuando los árboles de sus huertos presentan grandes alturas con problemas de entrecruzamiento de copas y la producción de fruto se localiza en la parte alta de los árboles. La poda de rejuvenecimiento consiste en eliminar toda la copa de los árboles avejentados, y genera una inversión elevada debido al costo de la poda, la remoción de madera podada y el aclareo de los nuevos brotes producidos en respuesta a la poda. Cabe mencionar que debido a la rebrotación vigorosa los árboles con este tipo de poda en tres o cuatro años están nuevamente entrecruzados, ya que no se aplica ninguna técnica para el control del vigor de la nueva copa.

La producción de fruto en árboles con poda de rejuvenecimiento es nula o muy baja durante uno a tres años. La producción de fruto se recupera hasta el cuarto o quinto año, por lo que la inversión se recupera hasta seis años después de la poda. Lo anterior representa una pérdida económica para el productor debido a la inversión inicial para realizar la poda y a la disminución de rendimiento.

### 1.3. Objetivo e Hipótesis

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la poda progresiva de ramas principales sobre el crecimiento, rendimiento y tamaño del fruto en árboles de aguacate 'Hass' en Nayarit.

La hipótesis planteada fue que la poda progresiva de ramas principales no afectaba el rendimiento y tamaño de fruto.

## 1.4. Materiales y Métodos

### 1.4.1. Características del huerto experimental.

El trabajo se realizó en un huerto comercial de aguacate 'Hass' de 25 años de edad propiedad del Sr. Pablo Santana, establecido en marco real a 10 x 10 m (100 árboles/ha), localizado en La Yerba, Mpio. de Tepic, Nayarit El huerto se ubicó a una altitud de 950 metros sobre el nivel del mar (msnm), precipitación anual promedio de 1225 mm, no disponía de riego y presentaba problemas de iluminación (entrecruzamiento de ramas entre árboles).

### 1.4.2. Características de la poda.

La poda progresiva consiste en eliminar, en forma gradual las ramas primarias del árbol. Esta poda es apropiada para se debe realizar en huertos con árboles viejos e improductivos de más de 15 años de edad.

Para seleccionar las ramas que deberían ser podadas, se tomó como criterio la orientación de las hileras de los árboles. Con la ayuda de una brújula se podaron todas aquellas ramas primarias localizadas en la parte sur de cada árbol, a 1.0-1.5 m de altura desde el nivel del suelo al sitio de corte. Dada la latitud en la que se ubica Nayarit, el podar el Sur de los árboles evitaba problemas de intercepción solar por la parte no podada.

Las ramas seleccionadas fueron podadas en el primer año. El resto de ramas, ubicadas en la parte Norte del árbol, serán podadas una vez que los nuevos brotes de las ramas de la zona podada entren en producción, tal como se observa en la Figura 1-1.

Las ramas primarias de los árboles fueron podadas con una motosierra de 18" marca Stihl, modelo MS-210. Las ramas delgadas y de la parte alta del árbol se podaron con una motosierra telescópica marca Stihl, modelo HT-75.

### 1.4.3. Tratamientos.

En Junio 2004, se marcaron 70 árboles de aguacate 'Hass'; a 50 de ellos se les realizó una poda progresiva el 19 de Junio del mismo año. Para evaluar el efecto de la poda, se seleccionó

una muestra de veinte árboles por tratamiento, siendo estos: (1) Árboles podados y (2) Árboles sin podar.

#### **1.4.4. Aspectos evaluados.**

**Número de brotes.** Se contabilizó el número de brotes emergidos en cada una de las ramas podadas a los 294 días después de realizada la poda.

**Crecimiento de brotes.** Se midió la longitud de los brotes emergidos en las ramas podadas a partir del inicio del brote hasta la yema apical, así como el diámetro a 5 cm del sitio de emergencia del brote. En los árboles control (sin podar), se marcaron al azar 12 brotes en toda la copa del árbol y se les midió el crecimiento de la misma forma que a los brotes de las ramas podadas. Las mediciones se realizaron con un calibrador electrónico digital de 150 mm, marca Truper, modelo CALID-6MP.

**Crecimiento de fruto.** Esta medición se realizó en los tres últimos meses antes de la cosecha (30 Agosto, 30 Septiembre y 30 Octubre del 2004), en una muestra de siete árboles por tratamiento. En cada árbol se marcaron cuatro frutos, teniendo un total de 28 frutos, a los que se les realizaron mediciones para determinar su crecimiento (longitud y diámetro), con el calibrador electrónico mencionado anteriormente.

**Tamaño de fruto.** Al momento de la cosecha se determinó el tamaño del fruto de acuerdo a las clasificaciones de tamaño usadas por la empacadora de la USPR Aguacate Hass de Nayarit. La escala de medición utilizada fue: Canica (< 135 g), Segunda (135 – 169 g), Primera (170 – 210 g), Extra (211 – 265 g) y Súper extra (> 266 g). Estas determinaciones se realizaron en 20 árboles por cada tratamiento.

**Rendimiento de fruto.** Para esta variable se utilizó una báscula con la que se obtuvo el rendimiento de fruto para cada árbol. El rendimiento de fruto se determinó en los 20 árboles de cada tratamiento. La cosecha se llevó a cabo el 3 de Diciembre de 2004. En el caso de los árboles con poda progresiva la cosecha se realizó en la parte no podada de los árboles (parte norte de cada árbol). La cosecha del 2005 se realizó en Octubre.

#### 1.4.5. Análisis estadístico.

Se utilizó un diseño completamente al azar con 28 repeticiones (frutos) para crecimiento de frutos y con 20 repeticiones para rendimiento y tamaño de fruto. Se realizó análisis de varianza y una prueba de medias de Duncan,  $P=0.05$ , con el programa estadístico SAS (2005).

Debido a que las observaciones contenían valores cero, para realizar el análisis de la varianza en las variables número de brotes, crecimiento de brotes y producción de fruto, se realizó una transformación de datos por medio de la raíz cuadrada, del valor de cada observación más 0.5 (Steel y Torrie, 1985). Lo anterior para cumplir con el supuesto de que los errores experimentales se distribuyen en forma normal, e independiente, con media  $\mu$  y varianza  $\sigma^2$ . Los análisis estadísticos se llevaron a cabo en las variables transformadas, para que se cumplieran todos los supuestos; si embargo, los resultados se presentan con los valores reales.

### 1.5. Resultados

**Número de brotes.** Se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos, en los cuales sólo las ramas podadas presentaron emergencia de brotes (Cuadro 1-1).

**Crecimiento de brotes.** Esta variable mostró diferencias significativas entre los tratamientos. El tratamiento con poda progresiva fue el único que presentó crecimiento de brotes, tanto en diámetro como en longitud) ya que los árboles control no presentaron emergencia de brotes laterales de los troncos no podados (Cuadro 1-1).

**Crecimiento de fruto.** La longitud del fruto medida en Septiembre y Octubre fue afectada significativamente por la poda. Los frutos de árboles podados presentaron 93.34 y 96.69 mm, respectivamente. Sin embargo, en la medición de Agosto no hubo diferencias significativas entre los tratamientos. El diámetro del fruto fue estadísticamente igual para los dos tratamientos, en las mediciones realizadas en Agosto, Septiembre y Octubre (Cuadro 1-2).

**Tamaño del fruto.** La poda progresiva tuvo efecto en los tamaños extremos de la clasificación utilizada. Los frutos más pequeños (canica) sólo se presentaron en los árboles no podados. Para los frutos más grandes (súper extra) se tuvo una situación opuesta; los árboles podados fueron los únicos que produjeron frutos de este tamaño. Para todos los demás tamaños de fruto los rendimientos fueron estadísticamente iguales para árboles podados y el control. Cuando se consideró en forma conjunta los frutos pequeños (canica + segunda) y a los frutos grandes (primera + extra + súper extra) tampoco se observó diferencia entre tratamientos (Cuadro 1-3).

**Rendimiento de fruto.** La poda progresiva no disminuyó significativamente el rendimiento de fruto en el año de la poda (2004). Los árboles podados produjeron 27.3 kg/árbol, mientras que los no podados tuvieron 23.5 kg/árbol (Cuadro 1-2). Para la cosecha del 2005 el rendimiento de fruto de árboles podados fue similar al del control. En árboles podados se tuvo una cosecha de 70.4 kg/árbol y en árboles control el rendimiento fue de 80.75 kg/árbol (Cuadro 1-4).

El rendimiento acumulado de fruto de los años 2004 y 2005 no fue estadísticamente diferente y fueron de 97.70 y 104.25 kg/árbol para árboles podados y el control, respectivamente (Cuadro 1-4).

## 1.6. Discusión

El mayor número y crecimiento de brotes que presentaron las ramas primarias podadas, pudo ser debido al exceso de reservas en el tronco y raíces después de la poda. Esto porque al momento de realizar el corte de ramas se elimina la mitad del árbol y las reservas se concentran tanto en emergencia y crecimiento de los nuevos brotes, como en el resto de la copa que no fue podada y en la producción de frutos. Sin embargo, en los árboles que no se podaron el crecimiento de los brotes se presentó como un nuevo flujo vegetativo, el cual fue de menor crecimiento que cualquier brote que se desarrolló en las ramas primarias podadas.

La poda genera una emergencia excesiva de brotes vigorosos, por lo que es necesario realizar aclareo de brotes y despuntes después de la poda para controlar este vigor vegetativo o buscar alguna alternativa, por medio de algún biorregulador de crecimiento que permita disminuir la emergencia de brotes y frenar el crecimiento de los mismos

La poda progresiva aumentó el crecimiento longitudinal del fruto en 6.57 mm, respecto al control, antes de la cosecha. Esto coincide con lo reportado por Jaque (2001), en Quillota, Chile y por Davie et al. (1995), quienes reportaron un incremento en el tamaño de fruto en los árboles con poda progresiva. Lo anterior puede ser explicado debido a que hubo un mayor flujo de carbohidratos del árbol hacia el fruto y no sólo hacia el crecimiento de los brotes emergidos después de la poda.

La poda progresiva incrementó la producción de fruto de tamaños grandes, lo que se reflejó en el aumento de la producción de fruto en tamaño súper extra y la ausencia de fruto tamaño canica. Esto coincide con lo reportado por Jaque (2001), en Chile.

La producción total de fruto por árbol no resultó afectada por la poda. Esto coincide con lo reportado por Cossio-Vargas (2002) y puede ser explicado debido a que la producción de frutos se concentra en la parte no podada de la copa del árbol, en la cual el área de la copa donde ocurre la floración es menor que la de los árboles sin podar. Sin embargo, los árboles podados presentaron menor caída de frutos y los frutos fueron de mayor tamaño, en comparación con los árboles sin podar, por lo que el rendimiento se compensó si se considera kilogramos de frutos/árbol.

La poda progresiva presenta ciertas ventajas para el productor de aguacate ya que logra reducir de manera gradual el tamaño de los árboles en huertos envejecidos. Esto representa una inversión inicial menor, que si se realiza en forma total. Una ventaja adicional, es que el rendimiento de fruto no se reduce, de tal manera que el ingreso obtenido por la venta de la cosecha no se disminuye, lo cual permite recuperar en un periodo más corto la inversión inicial. El tamaño de fruto se incrementó al realizar la poda, por lo que los precios del fruto de tamaños grandes podrían aumentar el ingreso, con respecto a los árboles no podados. Además la cosecha de frutos se hace más fácil y segura, ya que los frutos se localizan en partes más asequibles. En el Capítulo quinto se presenta un análisis económico comparativo que describe las ventajas económicas de la poda progresiva.

### 1.7. Conclusiones

1. La poda progresiva de ramas principales fue una buena alternativa para rejuvenecer la copa de árboles viejos (de más de 20 años) e improductivos, minimizando las pérdidas de producción.
2. La poda progresiva incrementó la producción de fruto tamaño súper extra, lo que puede aumentar en el ingreso del productor.
3. La poda progresiva aumentó el número de brotes. Sólo hubo emergencia de brotes en las ramas primarias podadas. En ramas no podadas y en árboles control no se presentó emergencia de brotes.

### 1.8. Literatura Citada

- Bender, G. 1994. Thinning and pruning can increase production. *California Grower* 18(12): 21-22.
- Coger, J., and J.G.M. Cutting. 1992. The effect of selective pruning on yield and fruit quality in 'Hass' avocado. *Acta Horticulturae* 296: 55-58.
- Cossio-Vargas, L.E. 2002. Comportamiento fenológico del aguacate 'Hass' y su respuesta a la aplicación de reguladores del crecimiento para manipular los crecimientos vegetativo y reproductivo. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma de Nayarit. Facultad de Agricultura. Xalisco. Nayarit. México. 72 p.
- Cutting, J.G.M. 1996. Californian practices need interpretation. *J. New Zealand Avocado Industry*. Pp. 9-10.
- Davie, S.J., P.J.C. Stassen, M. van der Walt, and B. Snijder. 1995. Girdling avocado trees for improved production. *South African Avocado Growers' Assn. Yearbook* 18:51-53.
- France, J.G. 1947. Practical points in avocado pruning. *California Avocado Society. Yearbook* 31:89-91
- Galán, S.V. 1998. Los frutales tropicales en los subtropicos. I. Aguacate-Mango-Litchi y Longan. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. España. 133 p.
- Hallé, F., R.A. Oldeman, and P.B. Tomlinson. 1978. *Tropical trees and forest and architectural analysis*. Springer-Verlag. 441 p.
- Hofshi, R. 1999. Some economic reasons to consider canopy management. *Proc. Avocado Brainstorming* 99. October 27-28. 45-48 pp.
- Jackson, D. 1986. *Temperate and subtropical fruit production*. New Zealand Horticultural Books. 289 p. Citado por Castro R, X. A. 2000. Evaluación del comportamiento que presenta la conducción en seto de árboles de palto cv. Hass en alta densidad. Taller de Licenciatura. Facultad de Agronomía. Área de Fruticultura. Universidad Católica de Valparaíso. Quillota. Chile. 122 p.
- Jaque, S.M.E. 2001. Evaluación técnica del comportamiento de paltos (*Persea americana* Mill) cv. Hass en dos edades sometidos a un sistema de poda en seto. Taller de Licenciatura. Facultad de Agronomía. Área de Fruticultura. Universidad Católica de Valparaíso. Quillota, Chile. 96 p.

- Rodríguez, S.F. 1982. El aguacate. Ed. Agt.-1ª Edición. México. 167 p.
- Stassen, P.J.C., B. Snijder, and Z.J. Bard. 1999. Results obtained by pruning overcrowded avocado orchards. Rev. Chapingo Serie Horticultura 5:165-171.
- Stassen, P.J.C., S.J. Davie, and B. Snijder. 1995. Training young 'Hass' avocado trees into a central leader for accommodation in higher density orchards. Proc. World Avocado Congr. III. 1995:251-254.
- Steel, R.G.D., y J.H. Torrie. 1985. Bioestadística: Principios y Procedimientos. Ed. Mc Graw-Hill. 2ª Edición. Bogota, Colombia. 622 p.
- Thorp, T.G. 1992. A study of modular growth in avocado (*Persea americana* Mill). Thesis of Doctor of Philosophy. Faculty of Agricultural and Natural Resource Sciences. University of Adelaide. South Australia. 107 p.
- Wolstenholme, B.N. 1988. An overview of avocado technology towards 2000. Aust. Avocado Growers' Federation Bicentennial Conference. 4-13 pp.
- Wiley, A.W., J.B. Saranah, B.W. Cull, and K.G. Pegg. 1988. Manage avocado tree growth cycles for productivity gains. Queensland Agr. J. 114(1):29-36.

Cuadro 1-1. Efecto de la poda progresiva sobre el número y crecimiento de brotes (diámetro y longitud), en árboles podados y sin podar, a los 294 días después de la poda en La Yerba 2004.

Tratamiento	N	NBN	DB (mm)	LB (mm)
Ramas podadas	20	3.3 a <sup>2</sup>	15.97 a	114.06 a
Ramas sin podar (árboles control)	20	0 b	0 b	0 b
Pr>F		0.0001	0.0001	0.0001

N = Número de repeticiones (árboles).

NBN = Número de brotes nuevos.

DB = Diámetro de brote.

LB = Longitud de brote.

<sup>2</sup> Separación de medias en columnas por la prueba del rango múltiple de Duncan,  $P = 0.05$ .

Cuadro 1-2. Efecto de la poda progresiva de ramas principales sobre el desarrollo de frutos. Poda realizada en Junio 2004.

Tratamiento	N	Agosto 2004		Septiembre 2004		Octubre 2004	
		Long (mm)	Diám (mm)	Long (mm)	Diám (mm)	Long (mm)	Diám (mm)
Con poda	28	63.78 a <sup>2</sup>	90.01 a	66.69 a	93.34 a	69.22 a	96.69 a
Sin poda	28	62.49 a	86.53 a	64.35 a	88.31 b	67.38 a	90.12 b
Pr>F		0.2808	0.1068	0.0653	0.0221	0.2451	0.0107

N = Número de frutos medidos en siete árboles.

Con poda = Los frutos fueron medidos en la parte no podada del árbol.

Sin poda = Frutos medidos en toda la copa del árbol (testigo).

<sup>2</sup> Separación de medias en columnas por la prueba del rango múltiple de Duncan,  $P = 0.05$ .

Cuadro 1-3. Efecto de la poda progresiva de ramas principales, sobre el rendimiento y tamaño del fruto en aguacate 'Hass' en el huerto La Yerba, 2004.

Tratamiento	N	Rendimiento total kg/árbol	Rendimiento según el tamaño de fruto (kg)						
			Canica	Segunda	Primera	Extra	Súper-extra	(CS)	(PESE)
			< 135 g	135-169 g	170-210 g	211-265 g	> 266 g	<135-169 g	170>266g
Con poda	20	27.30 a <sup>a</sup>	0.000 b	2.924 a	14.625 a	6.825 a	2.924 a	2.924 a	24.373 a
Sin poda	20	23.50 a	1.7414 a	6.094 a	11.315 a	4.352 a	0.000 b	7.835 a	15.667 a
Pr>F		0.7483	0.0084	0.1685	0.5876	0.3595	0.0083	0.0908	0.3672

N = Número de repeticiones (árboles).

Con poda = Los frutos fueron medidos en la parte no podada del árbol.

CS = La suma de los tamaños canica más segunda.

PESE= La suma de los tamaños primera, extra y súper extra.

<sup>a</sup> Separación de medias en columnas por la prueba del rango múltiple de Duncan,  $P = 0.05$ .

Cuadro 1-4. Rendimiento de fruto por año y acumulado de dos años en árboles de aguacate 'Hass', a los que se les realizó poda progresiva, en el huerto La Yerba.

Tratamiento	N	Rendimiento (kg/árbol)		Rendimiento acumulado (kg/árbol)
		2004	2005	
Con poda	20	27.30 a	70.40 a	97.70 a
Sin poda	20	23.50 a	80.75 a	104.25 a
Pr > F	20	0.7483	0.4506	0.8842

<sup>a</sup> Separación de medias en columnas por la prueba del rango múltiple de Duncan,  $P = 0.05$ .



**Figura 1-1.** (A) Vista del huerto de aguacate 'Hass' con poda progresiva realizada el 19 de Junio del 2004, y (B) a los 134 días después de la poda. Huerto La Yerba, 2004.

## CAPÍTULO II

### **Efecto de la Aplicación de Ácido Naftalenacético-1 sobre la Intensidad de Rebrotación en Troncos Podados de Aguacate 'Hass'**

#### **2.1. Resumen**

En el Estado de Nayarit la mayoría de los huertos con más de 20 años de edad presentan problemas de intercepción solar debido a la gran altura de los árboles y al entrecruzamiento de ramas por lo que es necesario recurrir a la poda. Un problema que resulta de la poda es que se promueve la emergencia de un gran número de brotes con un crecimiento vigoroso que limita la producción de frutos. La eliminación manual de esos brotes es costosa, además de que representa una pérdida de nutrimentos por la inversión que realizó el árbol en su crecimiento. Por lo tanto, es necesario desarrollar alternativas para controlar la emergencia de brotes, disminuir su número y limitar su crecimiento. Los biorreguladores del crecimiento pueden ser utilizados con ese propósito. Los objetivos de esta investigación fueron: a) evaluar el efecto de la aplicación de ácido naftalenacético-1 (ANA) sobre la velocidad de emergencia de los brotes en ramas principales podadas de árboles de aguacate 'Hass' y, b) cuantificar el efecto de la aplicación de ANA en ramas principales podadas sobre el número de brotes producidos, su posición en el tronco y su crecimiento. El estudio se llevó a cabo en un huerto comercial de aguacate 'Hass' de 25 años de edad en el que se realizó una poda progresiva de ramas primarias en Junio de 2004 y otra en el mes de Noviembre del mismo año, en otro grupo de árboles del mismo huerto. Se podó la parte sur de la copa del árbol, dejando ramas de 1 a 1.5 m a partir del suelo. Inmediatamente después de la poda se aplicó a los troncos pintura vinilica mezclada con 10,000 mg/L de ANA. Como control se dejaron ramas sólo podadas y sin ANA en la poda realizada en el mes de Junio. Se utilizó un diseño completamente al azar, con 20 repeticiones (árboles) por tratamiento. Para la poda realizada en Noviembre, las dosis de ANA fueron 2,500 y 5,000 mg/L. El control fue podado y no recibió ANA ni pintura. Se utilizó un diseño completamente al azar, con ocho repeticiones (árboles) por tratamiento. El control inició la emergencia de brotes a los 88 días de realizada la poda y la aplicación de 5,000 mg/L

ANA retardó más la brotación, con 218 días después de la poda. La aplicación de 2,500 mg/l ANA en Noviembre, y 10,000 mg/l ANA en Junio fueron estadísticamente iguales con 162 y 134 días, respectivamente. El Control fue el que mostró mayor desarrollo de brotes (longitud y diámetro).

## 2.2. Introducción

En Nayarit la mayoría de los huertos tienen más de 20 años de edad y la altura de los árboles suele ser mayor de 15 m. El gran tamaño de los árboles ocasiona problemas de entrecruzamiento de ramas entre árboles vecinos y entre las ramas de su misma copa, evitando la penetración de la luz solar y reduciéndose la capacidad fotosintética (Whiley et al., 1988). Como la luz solar sólo es interceptada por la parte alta de los árboles y en ocasiones por las orillas del huerto, la floración y cosecha se concentran en esas partes del árbol, disminuyendo el rendimiento y tamaño de fruto, además de dificultar la cosecha y las labores culturales (Stassen et al., 1995).

Anteriormente, la poda en el aguacate era una práctica no aceptada. Sin embargo, en la actualidad, no hay duda que es una de las actividades más importantes y tiene una incidencia fundamental sobre la cosecha y rentabilidad del huerto. Aunque necesaria, la poda no puede suplir las deficiencias de otras labores importantes como el riego, la fertilización y la protección fitosanitaria del cultivo, entre otras.

La principal razón para "abrir" un huerto de aguacate con copas entrecruzadas es optimizar la penetración e intercepción de la luz solar. La poda estimula el crecimiento y desarrollo de los brotes, así como la iniciación de yemas florales, ya que hay un mayor ingreso de luz al interior de la copa del árbol (Jackson, 1986).

Para reducir la altura de los árboles, los productores de aguacate de Nayarit practican la poda de rejuvenecimiento, la cual consiste en la eliminación de toda la copa del árbol, dejando un tocón de 0.70 a 1 m de altura. Esto tiene como consecuencia la nula o escasa producción de fruto por lo menos durante dos años y luego el rendimiento aumenta paulatinamente, conforme pasan los años.

Una alternativa para huertos de más de 15 años de edad, los cuales usualmente presentan problemas de sombreado (emboscamiento), es la eliminación parcial o progresiva de algunas ramas primarias. La poda progresiva consiste en podar severamente sólo una parte del total de las ramas del árbol, para evitar un desequilibrio entre la parte aérea del árbol y el sistema radical (Davie et al., 1995). Con esta técnica se podan todas las ramas principales de la mitad de la copa del árbol a una altura de 1 a 1.5 m sobre el nivel del suelo y el resto de las ramas de

la copa se podan una vez que los brotes nuevos de la primera parte podada entran a la etapa reproductiva. Esta poda es útil para renovar la copa de los árboles de aguacate, sin el inconveniente de una disminución drástica del rendimiento.

Un problema que ocurre después de la poda severa de troncos o ramas primarias es la intensa rebrotación en los tocones de las ramas podadas. Esto aumenta los costos de la poda debido a la mano de obra para realizar aclareos y despunte de brotes. También, se propicia la dominancia apical y el rápido crecimiento de los brotes dominantes. La aplicación de algún biorregulador vegetal podría ser una herramienta útil para frenar y reducir la dominancia vegetativa de los brotes.

Las hormonas o biorreguladores vegetales son sustancias orgánicas, diferentes de los nutrientes, producidos en determinados tejidos de las plantas. Los biorreguladores de las plantas, son compuestos sintéticos, que aplicados exógenamente modifican el desarrollo de la planta, los cuales imitan bioquímicamente la acción de las hormonas (Whiley et al., 2002).

El ácido naftalenacético (ANA) es una auxina sintética, que es más estable que las auxinas naturales (Bidwell, 1993) y que aplicada en altas concentraciones inhibe la brotación de las yemas laterales en troncos de aguacate. Como consecuencia se reduce la emergencia de brotes nuevos y estos emergerán en las partes bajas de las ramas podadas, retardando y minimizando la dominancia apical.

Boswell et al. (1977) fueron los primeros investigadores que trabajaron sobre el uso de ANA en aguacate. Estos investigadores evaluaron el efecto de diferentes productos químicos inhibidores de la brotación en tocones de árboles de aguacate con poda de rejuvenecimiento, entre ellos 2.5% ANA en una solución de sal de sodio en 50% de pintura de látex blanca. Se encontró que para el cuarto y quinto mes no había ocurrido emergencia de brotes en los troncos tratados. En el octavo mes no había brotes en el 84% de los troncos tratados con un brote por tronco en promedio, mientras que en los troncos del control presentaban brotes en todos los troncos con un promedio de 35.2 brotes por tronco. El efecto de la aplicación de ANA se prolongó hasta los 11 meses, en que había 4.2 brotes por tronco, mientras que el control continuaba con 35.2. A los 15 y 19 meses había 15.2 y 22.8 brotes en los troncos

tratados, y aunque el número fue inferior a los 35.2 de los troncos testigos, no fueron significativamente diferentes a los troncos del tratamiento control (sin ANA).

Boswell (1984) evaluó el efecto de 1% ANA en dos soluciones diferentes, sal de sodio y ester etílico, en tocones de aguacate, para eliminar la emergencia de brotes después de una poda de rejuvenecimiento. Las aplicaciones de ANA, en las dos soluciones evaluadas, impidieron la emergencia de brotes hasta seis semanas después de la aplicación.

Para disminuir el vigor de la brotación que se obtendrá como consecuencia de la poda en aguacate es recomendable dejar cierta cantidad de follaje, ya que el exceso de reservas existentes en los troncos y raíces se distribuye a ese follaje, para las diferentes funciones fisiológicas de la planta y sólo una parte se concentra en la emergencia de nuevos brotes. Además, para evitar una brotación excesiva cerca de los sitios de corte, se puede pintar en los últimos 20 o 30 cm de la rama con una solución de pintura a base de látex más 1% de ácido naftalenacético, ya que esta auxina reduce la emergencia de brotes y promueve la brotación en las partes bajas de la rama podada (Partida, 1996). Sin embargo, la respuesta puede variar dependiendo del tipo de cultivar de aguacate y las condiciones de cultivo.

### 2.3. Objetivos e Hipótesis

La presente investigación tuvo los siguientes objetivos: a) evaluar el efecto de la aplicación de ácido naftalenacético-1 (ANA) sobre la velocidad de emergencia de los brotes en ramas principales podadas de árboles de aguacate 'Hass' y, b) cuantificar el efecto de la aplicación de ANA en ramas principales podadas sobre el número de brotes producidos, su posición en el tronco y su crecimiento.

La hipótesis planteada fue:

La aplicación de ANA reduce la velocidad de emergencia de brotes, provocando que esta ocurra en las partes bajas de las ramas podadas y además controla el crecimiento de los brotes.

## 2.4. Materiales y Métodos

### 2.4.1. Características del huerto experimental.

El trabajo se realizó en un huerto comercial de aguacate 'Hass' de 25 años de edad, propiedad del Sr. Pablo Santana, localizado en La Yerba, Mpio. de Tepic, Nayarit, México, a una altitud de 950 metros sobre el nivel del mar. El huerto estaba establecido en marco real a 10 x 10 (100 árboles/ha), no disponía de riego y presentaba problemas de iluminación (entrecruzamiento de ramas entre árboles).

### 2.4.2. Tratamientos de poda más ANA en Junio.

En Junio del 2004, a 50 árboles de aguacate 'Hass', se les realizó una poda progresiva, en la cual se eliminaron todas las ramas primarias de la sección sur de cada árbol. De estos 50 árboles podados, se tomó una muestra de 20 árboles con al menos dos ramas principales podadas para aplicar los siguientes tratamientos: Ramas podadas más 10,000 mg/L de ANA y Control (ramas podadas y sin ANA). El ANA se aplicó inmediatamente después de la poda mezclado con pintura blanca marca Comex. Se aplicó cubriendo todo el tocón de la rama podada. Se aplicó un sellador en la zona del corte de las ramas podadas para protegerlas.

#### 2.4.2.1. Aspectos evaluados para la poda en Junio.

**Longitud de brotes:** A los 38 días después de la poda, se les midió la longitud a todos los brotes emergidos en las ramas podadas, con y sin ANA, con un calibrador electrónico digital de 150 mm, modelo CALID-6MP, marca Truper.

**Posición de emergencia de los brotes.** Se cuantificó la emergencia de brotes en: el tercio alto, medio y bajo de las ramas podadas con y sin ANA.

**Crecimiento de brotes.** Se midió el crecimiento de los brotes en diferentes fechas (diámetro y longitud de cada brote) con un calibrador digital de 150 mm, modelo CALID-6MP, marca Truper. Estas mediciones se realizaron a los 38 y 134 días después de la poda y aplicación del ANA (27 Jul. 04 y 31 Oct. 04, respectivamente). El diámetro de los brotes se midió a los 5 cm del sitio de emergencia del brote, la longitud a partir del inicio del brote hasta la yema apical.

#### **2.4.2.2. Análisis estadístico para las variables evaluadas en el mes de Junio.**

Se utilizó un diseño completamente al azar con 20 repeticiones (árboles). Y un análisis de varianza con una prueba de medias de Duncan,  $P = 0.05$ , con el programa estadístico SAS versión 2004.

#### **2.4.3. Tratamientos de poda más ANA en Noviembre.**

En Noviembre del 2004 se realizó una poda progresiva en otro grupo de árboles del mismo huerto. La muestra fue de ocho repeticiones (árboles) por dosis de ANA evaluada, las cuales fueron 2,500 y 5,000 mg/L de ANA, más el Control (ramas podadas y sin ANA).

La aplicación de ANA se realizó inmediatamente después de la poda, en la misma forma que se describió para la poda en Junio (2.3.2).

##### **2.4.3.1. Aspectos evaluados para la poda en Noviembre.**

*Velocidad de emergencia de los brotes.* Se cuantificó a intervalos mensuales los días transcurridos después de la poda y aplicación de ANA, hasta la emergencia de los brotes.

*Número de brotes:* Se contabilizó el número de brotes emergidos en toda la rama podada, con y sin aplicación de ANA.

*Posición de emergencia de los brotes.* Se consideró la emergencia de los brotes en el tercio alto, medio y bajo de las ramas podadas, con y sin ANA.

*Crecimiento de brotes.* Se midió la longitud a partir del inicio del brote hasta la yema apical, así como el diámetro a 5 cm del sitio de emergencia del brote. Las mediciones se hicieron con un calibrador electrónico digital de 150 mm, modelo CALID-6MP, marca Truper.

#### **2.4.4. Análisis estadístico para las variables evaluadas en el mes de Noviembre.**

Se utilizó un diseño completamente al azar con ocho repeticiones (árboles). Se realizó análisis de varianza y una prueba de medias de Duncan,  $P = 0.05$ , con el programa estadístico SAS versión 2004.

En las aplicaciones de 2,500 y 5,000 mg/L de ANA varias de las observaciones contenían valores cero, por lo que para realizar el análisis de varianza en las variables número de brotes y crecimiento, se realizó una transformación de datos por medio de la raíz cuadrada de la suma de cada observación más 0.5. Con el objetivo de cumplir con el supuesto de que los errores experimentales se distribuyen en forma normal, independiente con media  $\mu$  y varianza  $\sigma^2$  (Steel and Torrie, 1985).

Los análisis estadísticos y la determinación de diferencias significativas se llevaron a cabo en los datos transformados. Los resultados se presentan con los datos originales.

## 2.5. Resultados

### 2.5.1. Tratamientos de poda más ANA en Junio.

*Longitud de brotes después de la poda.* En la evaluación realizada 38 días después de la poda progresiva (fecha de poda del 11-19 Junio 2004), se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. Los brotes de las ramas sólo podadas (control), presentaron la mayor longitud de brotes (19.59 cm), comparado con 10,000 mg/L de ANA (0.15 cm) (Cuadro 2-1).

*Posición de emergencia de los brotes.* En la rama podada más ANA no hubo brotes en la parte superior del tronco podado. La emergencia de brotes ocurrió en el tercio medio y el tercio bajo de la rama. La rama podada sin ANA presentó emergencia de brotes a lo largo de la rama podada (Cuadro 2-2).

*Crecimiento de los brotes.* A los 134 días después de la poda más ANA se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. En el tercio alto de la rama, el tratamiento control fue el único que presentó desarrollo de brotes, ya que en el tratamiento con 10,000 mg/L de ANA no hubo brotación (Cuadro 2-2). En el tercio medio de la rama podada el control fue el que presentó el mayor crecimiento de brotes, con un diámetro de 5.08 cm y una longitud de 23.21 cm, comparado con el tratamiento con ANA, que mostró un diámetro de 1.51 cm y una longitud de 5.92 cm (Cuadro 2-2). En el tercio bajo de la rama podada sólo hubo diferencias significativas para la longitud del brote, siendo mayor (20.21 cm) en el control, que en los troncos tratados con 10,000 mg/L de ANA (5.08 cm) (Cuadro 2-2).

La última evaluación sobre el crecimiento de brotes se realizó 264 días después de la poda. En el tercio de la parte alta del tronco no hubo emergencia de brotes nuevos en ninguno de los tratamientos. Por otra parte, la nueva emergencia de brotes ocurrida en los tercios medio y bajo no mostró diferencias entre tratamientos (Cuadro 2-3).

### 2.5.2. Tratamientos de poda más ANA en Noviembre.

*Velocidad de emergencia de los brotes.* El control fue el que presentó la emergencia de brotes en menos tiempo (88 días) después de la aplicación de ANA. La dosis de 5,000 mg/L

ANA mostró emergencia de brotes a los 218 días. Sin embargo, los tratamientos de 2,500 y 10,000 mg/L no mostraron diferencias significativas con una emergencia de brotes a los 134 y 162 días después de la aplicación de ANA, respectivamente (Cuadro 2-4).

**Número de brotes.** El control presentó el mayor número de brotes por rama (0.96), y fue estadísticamente igual a la aplicación de 2,500 mg/L ANA en Noviembre y 10,000 mg/L ANA en Junio. La dosis que presentó menor número de brotes fue la de 5,000 mg/L ANA con 0.21 brotes (Cuadro 2-4).

**Crecimiento de brotes.** En cuanto al crecimiento de los brotes en toda la rama podada, el control y la dosis de 2,500 mg/L tuvieron los mayores crecimientos, presentando un diámetro promedio de 7.53 a 12.1 mm y una longitud promedio de 42.4 a 80.6 cm. Las dosis de 5,000 y 10,000 mg/L tuvieron el menor crecimiento de brotes comparado con los tratamientos mencionados anteriormente (Cuadro 2-4).

**Posición de emergencia y crecimiento de brotes.** La dosis de 10,000 mg/L de ANA fue la única que no presentó emergencia de brotes en el tercio alto de la rama podada. El tratamiento control fue el que presentó más brotes (1.25); los otros tratamientos fueron estadísticamente iguales con un máximo de 0.12 brotes pero inferiores al tratamiento control. El diámetro y la longitud de brotes también mostraron diferencias significativas entre tratamientos. El control fue el que mostró el mayor crecimiento de brotes con 14.14 mm y 83.95 cm, respectivamente. Los otros tratamientos fueron estadísticamente iguales pero inferiores al control con un diámetro promedio de 1.09 mm y una longitud de 6.62 cm (Cuadro 2-5).

En el tercio medio de la rama podada todos los tratamientos presentaron emergencia de brotes y el número de brotes producidos no mostró diferencias significativas entre tratamientos. Sin embargo, el crecimiento de brotes (diámetro y longitud) fue superior en el control, y la dosis de 2,500 mg/L ANA. Las dosis de 5,000 y 10,000 mg/L presentaron los menores crecimientos de brotes, mostrando un diámetro promedio de 2.46 mm y una longitud de 10.66 cm (Cuadro 2-6).

En el tercio bajo de la rama podada, todos los tratamientos presentaron emergencia de brotes y no hubo diferencias entre tratamientos respecto al número de brotes producidos ni al crecimiento (diámetro y longitud) de brotes (Cuadro 2-7).

## 2.6. Discusión

En la poda progresiva un problema muy importante es controlar la emergencia y desarrollo de los brotes que se presenta después de la poda, posterior a la realización de la poda. La aplicación de ácido naftalenacético-1 (ANA) resultó una buena alternativa para controlar la velocidad de emergencia y el crecimiento de los brotes. El ANA redujo el número de brotes emergidos y provocando que la emergencia se presente en las partes bajas de las ramas podadas, tal como lo menciona Partida (1997).

La aplicación de 2,500 mg/L ANA controló efectivamente la emergencia y desarrollo de los brotes en todo el tocón de la rama podada y tuvo un efecto vigente a los ocho meses. Esto coincide con lo reportado para aguacate por Boswell et al. (1977), aunque ellos usaron una ANA en una concentración 10 veces superior (2.5%) a la usada en el presente trabajo. Los autores mencionados encontraron que los tocones no tuvieron emergencia de brotes durante el cuarto y quinto mes, y a partir del octavo mes se observó 2.8% de emergencia de brotes.

Las dosis de ANA a usar, en combinación con la poda progresiva de ramas principales, es un factor fundamental para controlar la emergencia de los brotes y el desarrollo de los mismos. El control de la rebrotación debe ser moderado ya que si la rama tratada con ANA presenta muy pocos brotes después del cuarto o quinto mes, esto pudiera afectar el tiempo en que los nuevos brotes entran en la etapa reproductiva (más de dos años), o bien causar la muerte de la rama.

Un aspecto que todavía falta por investigar es la respuesta a la poda según la etapa fenológica y época del año en que se realice. Árboles en etapas fenológicas de bajas reservas de carbohidratos en ramas y raíces pudieran necesitar de menos dosis de ANA, comparado con épocas de mayor abundancia de reservas almacenadas.

## 2.7. Conclusiones

1. La dosis de 2,500 mg/L ANA mostró un control moderado en la velocidad de emergencia y desarrollo de brotes ya que, atrasó 74 días la producción de brotes en ramas principales podadas, respecto al control.
2. La aplicación de pintura con 2.500 mg/L ANA pudiera ser la mejor alternativa para controlar la rebrotación en ramas podadas de aguacate 'Hass' en Nayarit.
3. La dosis de 10,000 mg/L ANA tuvo un control muy severo sobre la velocidad de emergencia y el desarrollo de los brotes, por lo que parece de poco uso práctico para el control de la rebrotación en ramas podadas.
4. La velocidad de emergencia y el crecimiento de los brotes se redujo conforme se incrementó la dosis de ANA.

## 2.8. Literatura Citada

- Bidwell, R.G.S. 1993. Fisiología vegetal. Primera Edición. Editorial AGT S.A. España. 784 p.
- Boswell, S.B., B.W. Lee, and C.D. McCarty. 1977. Chemical inhibition of sprouting of avocado stumps. *HortScience* 12(3):248-249.
- Boswell, S.B., B.O. Bergh, and R.H. Whitsell. 1984. Control of sprouts on topworked avocado stumps with NAA formulations. *California Avocado Soc. Yrbk* 68:187-189.
- Davie, S.J., P.J.C Stassen, and W.M. Snijder B. 1995. Girdling avocado trees for improved production. *South African Avocado Growers' Assn.* 18:51-53
- FAO. 1996. Internet Website.
- Jackson, D. 1986. Temperate and subtropical fruit production. New Zealand Horticultural Books. 289 p. Citado por Castro R,X.A. 2000. Evaluación del comportamiento que presenta la conducción en seto de árboles de palto cv. Hass en alta densidad. Taller de Licenciatura. Facultad de Agronomía. Área de Fruticultura. Universidad Católica de Valparaíso. Quillota, Chile. 122 p.
- Partida, G. 1996. Avocado canopy management for greater yield and orchard efficiency. *California Avocado Soc. Yrbk.* 80:117-131.
- SAGARPA. 2001. Sistema de Información Agropecuaria de Consulta 1998-2000 (SIACON). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México.
- Stassen, P.J.C., S.J. Davie, and W.M. Snijder. 1995. Training young Hass Avocado trees into a central leader for accommodation in higher density orchards. *Proc. World Avocado Congress III 1995.* p. 251-254.
- Steel, R.G.D., y J.H. Torrie. 1985. Bioestadística: Principios y procedimientos. Ed. Mc Graw-Hill. 2ª Edición. Bogota, Colombia. 622 p.
- Téliz-Ortiz D., G. Mora-Aguilera, L. Morales-García. 2000. Importancia histórica y socioeconómica del aguacate. *In: El aguacate y su manejo integrado.* D. Téliz (coord.). Ed. Mundi-Prensa. 1ª Edición. México. 219 p.
- Whiley, A.W., B. Schaffer, and B.N. Wolstenholme. 2002. Crop Management. *In: The avocado: Botany, production and uses.* Ed. CABI. UK. 416 p.
- Whiley, A.W., J.B. Saranah, B.W. Cull, and K.G. Pegg. 1988. Manage avocado tree growth cycles for productivity gains. *Queensland Agr. J.* 114(1):29-36.

Cuadro 2-1. Efecto de la aplicación de ANA en ramas principales podadas sobre la longitud de los brotes producidos a los 38 días después de la poda. Poda efectuada del 11-19 Junio 2004. Evaluación realizada el 27 Julio 2004.

Tratamiento	Número de brotes	Longitud de brote (cm)
Rama podada sin ANA	2.70	19.59 a <sup>2</sup>
Rama podada + 10,000 mg/L ANA	0.05	0.15 b
Pr > F	0.0011	0.0003

<sup>2</sup> Separación de medias en columnas por la prueba del rango múltiple de Duncan,  $P = 0.05$ .

Cuadro 2-2. Efecto del ANA en ramas principales podadas sobre el desarrollo de los brotes, en la parte alta, media y baja de la rama podada. Poda efectuada del 11-19 Junio 2004. Evaluación realizada 134 días después de la poda (31 Oct. 2004).

Dosis de ANA (mg/L)	Tercio de la rama podada					
	Alto		Medio		Bajo	
	Diámetro (mm)	Longitud (cm)	Diámetro (mm)	Longitud (cm)	Diámetro (mm)	Longitud (cm)
0	3.73 a <sup>2</sup>	16.54 a	5.08 a	23.21 a	4.31 a	20.21 a
10,000	0.00 b	0.00 b	1.51 b	5.92 b	2.89 a	5.08 b
Pr > F	0.0001	0.0025	0.0019	0.0188	0.2083	0.0111

<sup>2</sup> Separación de medias en columnas por la prueba del rango múltiple de Duncan,  $P = 0.05$ .

Cuadro 2-3. Efecto del ANA en ramas principales podadas sobre el desarrollo de los brotes, en la parte alta, media y baja de la rama podada. Poda efectuada del 11-19 Junio 2004. Evaluación realizada 264 días después de la poda (10 Marzo 2005).

Dosis de ANA (mg/L)	Tercio de la rama podada					
	Alto		Medio		Bajo	
	Diámetro (mm)	Longitud (cm)	Diámetro (mm)	Longitud (cm)	Diámetro (mm)	Longitud (cm)
0	NB	NB	7.05 a <sup>2</sup>	25.90 a	9.23 a	49.67 a
10,000	NB	NB	8.09 a	43.43 a	8.52 a	42.78 a
Pr > F	--	--	0.8314	0.4669	0.8022	0.7557

NB = No hubo brotes nuevos

<sup>2</sup> Separación de medias en columnas por la prueba del rango múltiple de Duncan,  $P = 0.05$ .

Cuadro 2-4. Efecto del ANA en ramas principales podadas sobre la velocidad de rebrotación, número de brotes y desarrollo de los brotes. Poda efectuada del 11-19 Junio 2004. Evaluación realizada 264 días después de la poda y aplicación de ANA (31 Oct. 2004).

Dosis de ANA (mg/L)	DDAEB <sup>2</sup>	Número de brotes	Diámetro de brotes (mm)	Longitud de brotes (cm)
2,500 (Noviembre)	162 b <sup>7</sup>	0.79 ab	7.53 a	42.40 a
5,000 (Noviembre)	218 a	0.21 b	2.40 b	15.50 b
10,000 (Junio)	134 bc	0.50 ab	1.83 b	8.10 b
Control	88 c	0.96 a	12.10 a	80.60 a
Pr > F	0.0038	0.0584	0.0012	0.0008

<sup>2</sup> DDAEB = Días después de la aplicación a la emergencia de brotes

<sup>7</sup> Separación de medias en columnas por la prueba de Duncan,  $P = 0.05$ .

Cuadro 2-5. Efecto del ANA en ramas principales podadas sobre el número y crecimiento de brotes en la parte alta de la rama podada. Poda efectuada del 11-19 Junio 2004. Evaluación realizada 264 días después de la poda (10 Marzo 2005).

Dosis de ANA (mg/L)	Parte alta		
	Número de brotes	Diámetro de brotes (mm)	Longitud de brotes (cm)
2,500 (Noviembre)	0.12 b <sup>2</sup>	0.89 b	3.00 b
5,000 (Noviembre)	0.12 b	1.09 b	6.62 b
10,000 (Junio)	0.00 b	0.00 b	0.00 b
Control	1.25 a	14.14 a	83.95 a
Pr>F	0.0128	0.0021	0.0015

N = Número de repeticiones (ramas).

<sup>2</sup> Separación de medias en columnas por la prueba de Duncan,  $P = 0.05$ .

Cuadro 2-6. Efecto del ANA en ramas principales podadas sobre el número y crecimiento de brotes en la parte media de la rama podada. Poda efectuada del 11-19 Junio 2004. Evaluación realizada 264 días después de la poda (10 Marzo 2005).

Dosis de ANA (mg/L)	Parte Media		
	Número de brotes	Diámetro de brotes (mm)	Longitud de brotes (cm)
2,500 (Noviembre)	1.00 a	9.52 ab	50.35 ab
5,000 (Noviembre)	0.25 a	1.55 b	6.75 b
10,000 (Junio)	1.00 a	2.46 b	10.66 b
Control	1.37 a	15.97 a	114.06 a
Pr>F	0.3186	0.0210	0.0128

N = Número de repeticiones (ramas).

<sup>2</sup> Separación de medias en columnas por la prueba de Duncan,  $P = 0.05$ .

Cuadro 2-7. Efecto del ANA en ramas principales podadas sobre el número y crecimiento de brotes en la parte baja de la rama podada. Poda efectuada del 11-19 Junio 2004. Evaluación realizada 264 días después de la poda (10 Marzo 2005).

Dosis de ANA (mg/L)	Parte Baja		
	Número de brotes	Diámetro de brotes (mm)	Longitud de brotes (cm)
2,500 (Noviembre)	1.25 a	12.16 a	74.04 a
5,000 (Noviembre)	0.25 a	4.57 a	33.12 a
10,000 (Junio)	0.50 a	3.03 a	13.87 a
Control	0.25 a	6.12 a	43.87 a
Pr>F	0.0742	0.1171	0.1717

N = Número de repeticiones (ramas).

<sup>a</sup> Separación de medias en columnas por la prueba de Duncan,  $P = 0.05$ .

## CAPITULO III

### **Efecto de la Poda de Rejuvenecimiento sobre el Desarrollo Vegetativo, Floral y Rendimiento de Árboles de Aguacate**

#### **3.1. Resumen**

Debido al crecimiento excesivo de la copa los árboles de aguacate después de 20 años de edad comienzan a perder rendimiento, debido a la decreciente intercepción de luz en las hojas. También se encarecen las aplicaciones de productos químicos y las labores de cosecha, por lo que el cultivo pierde rentabilidad. En un intento por resolver este problema los productores de aguacate realizan podas de rejuvenecimiento, que provocan pérdidas severas de rendimiento. La poda de rejuvenecimiento también es aprovechada para realizar cambio de cultivar mediante injertos. Este método de poda aunque utilizado por un gran número de productores, no tiene un soporte de investigación o evaluación. Los objetivos de este trabajo fueron: a) Evaluar el efecto de la poda de rejuvenecimiento con cambio de cultivar, a los tres años después del injerto, sobre el crecimiento vegetativo y desarrollo floral, así como el rendimiento del aguacate 'Hass'; b) Evaluar el efecto de la poda de rejuvenecimiento sin cambio de cultivar realizada en varios años sobre el crecimiento vegetativo desarrollo floral y el rendimiento del aguacate 'Hass'. Se encontró que en los primeros tres años después de la poda de rejuvenecimiento, el árbol mostró intenso crecimiento a expensas de la floración y producción de fruto. En el cuarto año el rendimiento de fruto de los árboles podados (89.75 kg/árbol) fue superior al de los árboles sin podar (23.50 kg/árbol).

### 3.2. Introducción

El aguacate (*Persea americana* Mill.) es un árbol tropical que se originó en las selvas altas tropicales de México y Guatemala, y según Galán (1988), el porte del árbol varía desde una forma erecta, casi piramidal, a formas bajas extendidas. Rodríguez (1982) menciona que los árboles pueden alcanzar hasta 20 m de altura y un ancho variable de 10 a 12 m.

La dominancia apical vegetativa se debe, en gran parte, a la gran concentración de fitohormonas (auxinas) en el meristemo apical del brote (Rodríguez 1982); la concentración en otras partes de la rama es menor. Una característica del aguacate es que su crecimiento es activo todo el año, tanto en yemas, brotes, flores y frutos; a estas fases se les denomina estados fenológicos.

En general, la fructificación tiene un fuerte efecto en la distribución de fotosintatos. Aún cuando la semilla y la pulpa de los frutos tienen prioridad ante los brotes apicales y hojas, existe una fuerte competencia entre la producción de fruto y el crecimiento vegetativo, para asegurar este último un "lugar en el sol" (Whiley et al., 1988).

En Nayarit el problema de la altura en los árboles es importante, puesto que los productores no realizan un manejo de la copa de los árboles. El gran porte de los árboles ocasiona que se dificulte la realización de labores culturales (control de plagas y enfermedades), así como las labores de la cosecha, volviéndose cada vez más costosa y peligrosa para los cosechadores. Esto ha traído como consecuencia que la rentabilidad del cultivo haya disminuido, por lo que la mayoría de los productores realizan podas de rejuvenecimiento, eliminando toda la copa del árbol a 1.0 a 1.5 m de altura. Debido al crecimiento vegetativo vigoroso posterior a la poda de rejuvenecimiento se pierde la producción durante tres o cuatro ciclos, hasta que los nuevos brotes entran en la etapa reproductiva.

#### 3.2.1. Flujos de crecimiento.

Los crecimientos vegetativo y reproductivo están parcialmente separados en tiempo (flujos) y en espacio (Farré et al., 1987; Thorp et al., 1993; Thorp et al., 1994; Whiley et al., 1988). El

flujo vegetativo principal normalmente coincide con la floración, por lo que la yema apical de la inflorescencia normalmente se abre y posteriormente se alarga, dando origen a un nuevo brote vegetal. El aguacate puede tener uno o más flujos vegetativos durante el año (Calabrese, 1992). En Nayarit generalmente se presentan dos flujos de crecimiento vegetativo en el aguacate 'Hass', el primero en la primavera y el segundo en el verano (Cossio-Vargas, 2002).

### 3.2.2. Desarrollo floral.

Las yemas florales del aguacate generalmente producen inflorescencias indeterminadas; esto es, que terminan en una yema vegetativa (Reece, 1942). También existen inflorescencias determinadas, las cuales no presentan crecimiento vegetativo, ya que la yema apical del eje primario corresponde a una flor (Schroeder, 1944; Gardiábal y Rosenberg, 1991).

Las flores se desarrollan en ejes secundarios y terciarios de la inflorescencias, sin efecto sobre el crecimiento de los brotes vegetativos, aunque en algunos brotes se tienen flores en posición terminal, siendo el crecimiento subsiguiente simpoidal (Hallé et al., 1978). Los pasos en el proceso de floración son: inducción, translocación del estímulo de evocación, determinación, iniciación y diferenciación (Salazar-García, 2000). La inducción se define como el evento que dispara la transcripción y expresión de genes de la floración, lo cual ocurre antes de la floración (Davenport, 1986). El ápice del brote cambia del estado vegetativo al estado reproductivo, y después de algún punto, el proceso es irreversible (Lord y Eckard, 1987; Salazar-García et al., 1999). Buttrose y Alexander (1978) encontraron que la temperatura baja y días cortos promovieron la floración; el factor responsable de la iniciación floral fue la ausencia de temperatura elevada (e.g.  $>20^{\circ}\text{C}$ ), más que la presencia de temperatura baja. Entonces el destino del meristemo apical es determinado por un cúmulo de señales, las que son integradas dentro de la planta para iniciar una secuencia de eventos que conducen a la determinación para la floración (Bernier et al., 1993)

El tiempo desde la iniciación floral hasta la antesis puede variar. Según Salazar-García et al. (1998), la duración del proceso está relacionada con las condiciones climáticas prevalecientes durante el desarrollo de la inflorescencia. A pesar de estas variaciones climáticas la iniciación de la inflorescencia generalmente ocurre dos a tres meses durante el

otoño y mediados del invierno (noviembre-enero). Cossio-Vargas (2002), encontró que en el cv. Hass en Nayarit el tiempo de desarrollo de la yema floral hasta la antesis fluctuó de 300 a 360 días, a partir de del 28 de Febrero, fecha en la que emergieron los brotes vegetativos del flujo de invierno.

### 3.2.3. Poda de rejuvenecimiento.

La poda severa de la copa se emplea para rejuvenecer la parte aérea o para cambiar el cultivar por medio de injerto. Esta poda consiste en eliminar la parte aérea de la copa, dejando solamente un tocón entre 50 a 100 cm del suelo al sitio de la poda, con el fin de rejuvenecer árboles viejos e improductivos y disminuir el tamaño del árbol.

Martin (1998), menciona que una alternativa para el control del vigor de los brotes en árboles descopados, es podar los brotes en forma de eje central ó líder central, que consiste en seleccionar un solo brote central, que constituirá la estructura principal del árbol. Los brotes laterales se seleccionan para formar una copa piramidal o cónica. Se debe tener cuidado con la selección de ramas laterales, ya que en ellas ocurrirá la floración y la producción de fruto. Ryugo (1993), menciona que el despunte de brotes laterales se utiliza para acortar la rama secundaria e inducir ramificaciones laterales cerca del punto donde se cortó.

Después de la poda es necesario realizar raleo de brotes, que consiste en realizar un corte en la base del brote no deseado, para eliminarlo y reducir el exceso de éstos. Los brotes en posiciones adecuadas llenarán las partes del nuevo dosel. En el raleo de brotes no se deben dejar tocones cortos en las ramas. Cabe mencionar que la poda no es una actividad que se realice por única ocasión, sino que debe hacerse en forma continua.

La principal desventaja de la poda de rejuvenecimiento o descope, es que la abundancia de reservas (carbohidratos) en el tronco y raíces favorecen un intenso crecimiento vegetativo y un largo periodo improductivo (uno o más años) de los árboles. Si se controla el número y el crecimiento de los rebrotes, es posible disminuir el periodo improductivo. Además, si no se realiza un control adecuado del crecimiento de los rebrotes, en tres o cuatro años, los árboles podados alcanzan un tamaño igual o mayor al que tenían antes de la poda. Gardiázbál y

Wilhelmye (1995), mencionan que el principal problema del descope es el rebrote vigoroso, por lo que los árboles difícilmente empiezan a producir frutos al siguiente año después del descope.

### 3.3. Objetivos e Hipótesis

Los objetivos de la investigación fueron:

a) Evaluar el efecto de la poda de rejuvenecimiento, más cambio de cultivar, a los tres años después del injerto, sobre el crecimiento vegetativo, desarrollo floral y rendimiento del aguacate 'Hass'.

b) Evaluar el efecto de la poda de rejuvenecimiento, sin cambio de cultivar, realizada en varias fechas sobre el crecimiento vegetativo, desarrollo floral y rendimiento del aguacate 'Hass'.

Las hipótesis planteadas son:

a) La poda de rejuvenecimiento con cambio de cultivar afecta el crecimiento vegetativo, desarrollo floral y rendimiento del aguacate 'Hass'.

b) La poda de rejuvenecimiento sin cambio de cultivar afecta el crecimiento vegetativo, desarrollo floral y rendimiento, durante los primeros años posteriores a la poda.

### 3.4. Materiales y Métodos

#### 3.4.1. Estudio I. Poda de rejuvenecimiento con cambio de cultivar.

##### 3.4.1.1. Características del huerto experimental.

Se utilizó un huerto comercial de aguacate 'Choquette' de 25 años, propiedad del Sr. Pablo Santana, establecido en marco real a 8 x 8 (156 árboles/ha). Localizado en La Yerba, Mpio. de Tepic, Nayarit, a una altitud de 950 metros sobre el nivel del mar. Este huerto presentaba problemas de iluminación (entrecruzamiento de ramas entre árboles) y fue descopado en la primavera del 2000 e injertado con el cv. Hass en el 2001. El huerto no dispone de riego (Cuadro 3-1).

##### 3.4.1.2. Descripción de la poda.

Se podaron las ramas primarias de la copa, que eran del cv. Choquette, y se dejaron tocones de un metro de altura como máximo. La poda fue realizada en la primavera del 2000. Al año siguiente (2001) se injertaron varetas de 'Hass' sobre los rebrotes que emergieron de los tocones. El cambio de cultivar se debió a que el aguacate 'Hass' tiene mayor demanda y mejor precio en el mercado.

Los tratamientos evaluados fueron (1) árboles podados después de tres años de haberse reinjertado con el cv. Hass, y (2) árboles de aguacate 'Hass' de 20 años de edad sin podar.

##### 3.4.1.3. Aspectos evaluados.

Se marcaron 60 árboles que habían tenido copa del cv. Choquette, y fueron reinjertados con 'Hass'. De estos árboles se tomó una muestra de 20 árboles para realizar las mediciones del crecimiento vegetativo del árbol a los tres años después del cambio de cultivar; de estos 20 árboles se seleccionaron 5 árboles para determinar otros parámetros.

**Complejidad de la copa.** Se utilizaron cinco árboles en cada tratamiento y en cada uno de ellos se seleccionó una rama primaria y se le cuantificó el número de ramas o brotes de

diferente orden. También se cuantificó el número de flujos vegetativos ocurridos en la vida de la copa del árbol para determinar su relación con la producción de fruto.

**Número de ramas primarias.** Se cuantificó el número de ramas primarias presentes en cada uno de los veinte árboles de cada tratamiento.

**Diámetro y longitud de ramas primarias.** A cada uno de los veinte árboles de cada tratamiento se les midió el diámetro de las ramas primarias con un vernier de madera de 65 cm. La longitud de cada rama primaria por árbol se midió con una regla flexible. El diámetro se midió a 10 cm por encima del injerto y para los árboles sin injertar a 10 cm por encima del sitio donde emergió la rama.

**Diámetro de la copa.** Se midió en cinco árboles de cada tratamiento en dos sentidos, de Norte a Sur y de Este a Oeste. Ambos valores se usaron para calcular el promedio en cada árbol.

**Altura del árbol.** En cinco árboles se midió la altura desde la superficie del suelo hasta la parte más alta del árbol, con un estadal de 2.5 m de longitud.

**Desarrollo floral de yemas apicales.** Para determinar el grado de desarrollo de las yemas florales y su posterior desarrollo a inflorescencias, en cinco árboles del tratamiento de poda de rejuvenecimiento más cambio de cultivar, se tomaron dos yemas apicales de dos brotes por cada árbol (una del flujo vegetativo de invierno y otra del flujo de verano). Los muestreos se realizaron a intervalos mensuales a partir Julio 2004 (yemas de invierno) y Agosto 2004 (yemas de verano) hasta antesis.

Inmediatamente después de colectadas, las yemas se fijaron en FAA (Formaldehído: ácido acético glacial: etanol, en proporción 5-5-90 v/v). Una vez en el laboratorio, las yemas se observaron bajo un microscopio Stereomaster Zoom modelo FW99-25-1217 (Fisher Scientific, USA) y se clasificaron de acuerdo a la escala visual desarrollada por Salazar-García et al. (1998).

**Fecha de floración.** Como fecha de floración se consideró el día en que hubo al menos 100 inflorescencias por árbol en antesis o estado S-11, de acuerdo a la escala visual de Salazar-García et al. (1998).

**Rendimiento de fruto.** En cada uno de los veinte árboles de cada tratamiento se obtuvo la producción de fruto en la época de cosecha (Octubre 2004 a Enero 2005).

#### 3.4.1.4. Análisis de la información.

La composición y estructura de la copa de los árboles podados se graficó para mostrar el grado de complejidad de la copa de árboles podados con cambio de cultivar, así como el desarrollo floral de las yemas apicales. Para el diámetro y longitud de las ramas primarias, así como el rendimiento se realizó un análisis de la varianza, con veinte repeticiones, y separación de medias por la prueba de rango múltiple de Duncan,  $P = 0.5$ , con el programa estadístico SAS. El desarrollo floral de las yemas apicales se describió gráficamente.

### 3.4.2. Estudio II. Poda de rejuvenecimiento sin cambio de cultivar.

#### 3.4.2.1. Características de los huertos experimentales:

**Huerto La Yerba.** Huerto comercial de aguacate 'Hass', propiedad del Sr. Pablo Santana, localizado en La Yerba Mpio. de Tepic, Nayarit. El huerto tiene una altitud de 950 metros sobre el nivel del mar y fue descopado en la primavera del 2001.

**Huerto Xalisco.** Huerto comercial de aguacate 'Hass', propiedad del Sr. Juan Manuel Sánchez, localizado en Xalisco, Nayarit, a una altura de 1064 metros sobre el nivel del mar. Este huerto fue descopado en la primavera del 2002.

**Huerto Platanitos.** Huerto comercial de aguacate 'Hass', propiedad del Sr. Alberto Ante Bermúdez, localizado en Platanitos, Mpio. de Tepic, Nayarit, a 931 msnm. El huerto fue descopado en la primavera del 2004.

En este estudio se usaron huertos podados en diferentes años para obtener datos de producción vegetativa, desarrollo floral y rendimiento en corto plazo. En el Cuadro 3-1 se describen las características de los huertos utilizados en este estudio. La distancia entre árboles fue de 8 x 8 m (156 árboles/ha). Los huertos no disponían de riego y presentaban problemas de iluminación.

### **3.4.2.2. Descripción de la poda.**

La poda de rejuvenecimiento consistió en la eliminación total de la copa del árbol, dejando un tocón de un metro de altura como máximo. Esta poda se realizó en árboles viejos e improductivos, los cuales tenían una edad de más de 20 años al momento de la poda y una altura superior a 15 m.

### **3.4.2.3 Aspectos evaluados.**

En cada uno de los huertos experimentales se marcaron 60 árboles, de los que se tomó una muestra de veinte árboles de aguacate 'Hass' que fueron descopados y que mantuvieron el mismo cultivar en la nueva copa para realizar las mediciones de producción vegetativa, así como para el rendimiento. De esta misma muestra se tomaron cinco árboles para realizar el muestreo de la complejidad de la copa, flujos vegetativos y muestreos de yemas, para determinar la producción vegetativa de los árboles a diferentes años después de la poda de descope.

Los tratamientos a evaluar fueron árboles con diferentes años después de la poda de rejuvenecimiento: (T-1) Cero años después del descope (podados en 2004, evaluado en 2004); (T-2) Un año después del descope (podados en 2004 y evaluados en 2005); (T-3) Dos años después del descope (podados en 2002 y evaluados en 2004); (T-4) Tres años después del descope (podados en 2001 y evaluados en 2004); (T-5) Cuatro años después del descope (podados en 2001 y evaluados en 2005) y (T-6) Control (árboles que nunca recibieron poda).

Los aspectos evaluados, fueron los mismos que en el Estudio I y fueron descritos a detalle en el apartado correspondiente. Para cada tratamiento, se evaluó en cinco árboles la complejidad de la copa, diámetro de la copa y altura del árbol, así como el desarrollo floral de

yemas apicales. Para las variables de crecimiento vegetativo y rendimiento se usaron 20 árboles por tratamiento, y para la medición de los árboles de un año después de la poda se usaron 10 árboles.

**Rendimiento de fruto.** En cada uno de los 20 árboles se obtuvo la producción de fruto en la época de cosecha (Octubre 2004 a Enero 2005).

#### 3.4.2.4. Análisis de la información.

La composición y estructura de la copa de los árboles podados se graficó para mostrar el grado de complejidad de la copa de árboles podados sin cambio de cultivar, así como el desarrollo floral de las yemas apicales. Para las variables diámetro y longitud de ramas primarias así como el rendimiento se realizó un análisis de la varianza con veinte repeticiones y separación de medias por la prueba de rango múltiple de Duncan,  $P = 0.5$ , con el programa estadístico SAS. El desarrollo floral de las yemas apicales se describió gráficamente

### 3.5. Resultados

#### 3.5.1. Estudio I. Poda de rejuvenecimiento con cambio de cultivar.

**Complejidad de la copa.** En la Figura 3-1 se muestra un diagrama sobre la complejidad de la copa del árbol de aguacate de tres años de edad, en la que se observa que conforme crece, aumenta la complejidad de ramas hasta un máximo de 7º orden.

Por otra parte, la proporción o abundancia del tipo u orden de brotes, incrementa el tamaño del árbol (Figura 3-2). La proporción de brotes de 2º orden fue de 1.2% y la de 7º orden fue de 11.2%. La mayor proporción de brotes fue de 5º orden (36.1%). Los árboles con poda de rejuvenecimiento más cambio de cultivar presentaron un menor número de orden de ramas (6º), comparado con los árboles control (9º), con un promedio de 104 y 38, respectivamente. Los árboles con poda más cambio de cultivar presentaron un máximo de 6 flujos vegetativos (Cuadro 3-2).

**Vigor de la copa.** El número de ramas primarias, diámetro y longitud de las ramas primarias, así como el diámetro de la copa y altura del árbol mostraron diferencias significativas entre tratamientos. Los árboles control (sin poda) siempre presentaron mayores dimensiones que los árboles que recibieron poda más cambio de cultivar (Cuadro 3-3).

**Desarrollo floral de yemas apicales.** En la mayoría de los muestreos realizados las yemas del flujo vegetativo de invierno mostraron un mayor desarrollo en comparación con las yemas del flujo de verano. Sin embargo, la fecha de antesis (S-11), fue similar (12-13 Marzo) para los dos flujos (Figura 3-3). En esta misma figura se observa que el desarrollo floral presentó un comportamiento muy similar en cada una de las edades de los huertos, sin importar si hubo o no cambio de cultivar.

**Fecha de floración.** La antesis (S-11) ocurrió en la primera quincena de marzo, tanto en brotes originados en el flujo vegetativo de invierno, como en los de verano (Figura 3-3).

**Rendimiento de fruto.** Los árboles control (sin poda) tuvieron un rendimiento de 23.5 kg/árbol. Sin embargo, tres años después de la poda más cambio de cultivar el rendimiento fue 16.4 kg/árbol, siendo estadísticamente igual a los árboles sin poda (Cuadro 3-4).

### 3.5.2. Estudio II. Poda de rejuvenecimiento sin cambio de cultivar.

**Complejidad de la copa.** A medida que el árbol creció, aumentó la complejidad de las ramas de la copa, de tal manera que a los tres años de edad, se encontraban presentes ramas hasta de 7° orden (Figura 3-1).

Cada una de las ramas de diferente orden contribuyó al tamaño del árbol. En árboles sin podar (control), los brotes de 2° orden contribuyeron con el 1.2% del número total de ramas, mientras que las de 7° orden fue de 11.2%. Las más abundantes fueron las de 5° orden con el 36.1% (Figura 3-2). El mayor crecimiento se encontró a los tres años después de la poda de rejuvenecimiento sin cambio de cultivar, en el cual, los árboles presentaron un número máximo de 6 flujos de crecimiento, con un promedio de 96.6 ramas de 7° orden, (Cuadro 3-5).

**Vigor de la copa.** La evaluación del número de ramas primarias, diámetro y longitud de las ramas primarias, diámetro de la copa y altura del árbol se realizó utilizando datos de 2004 y 2005, tal y como se describió anteriormente. A excepción del número de ramas primarias, en todas estas variables de crecimiento vegetativo hubo diferencias significativas, en las cuales el control fue superior al resto de los tratamientos con un diámetro de ramas primarias de 25 cm, una longitud de ramas primarias de 16.3 m, un diámetro promedio de la copa de 11.4 m y una altura del árbol de 15.8 m. Los árboles con poda de rejuvenecimiento a los cero años, mostraron el menor desarrollo, excepto en la variable número de ramas primarias, ya que, estas no se consideran aún como ramas primarias sino como brotes, presentando una emergencia de estos de 8.6 por rama primaria podada, un diámetro promedio de la copa del árbol de 2.67 m y una altura del árbol de 1.89 m. El vigor de la copa del resto de los tratamientos fue aumentando gradualmente con los años después de la poda (Cuadro 3-6).

**Desarrollo floral de yemas apicales.** En el huerto de poda de rejuvenecimiento más cambio de cultivar a los tres años después del injerto, y en los de poda de rejuvenecimiento sin

cambio de cultivar de dos y tres años de edad, las yemas del flujo de invierno mostraron un mayor desarrollo en comparación con las yemas del flujo de verano. Sin embargo, la fecha de antesis (S-11), fue similar para todos los huertos (Figuras 3-3), cabe mencionar que los árboles de cero y una año de edad no presentaron floración.

**Fecha de floración.** Los tres huertos de poda de rejuvenecimiento con o sin cambio de cultivar, presentaron la antesis en la primera quincena de Marzo (Figura 3-3).

**Rendimiento del fruto.** Para esta variable hubo diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 3-7).

En el año de la poda y un año después, los árboles de aguacate 'Hass' no tuvieron producción de fruto. Los árboles rejuvenecidos mostraron la primera cosecha dos años después de la poda y sólo fue de 7.65 kg/árbol. Los árboles que no fueron podados (Control) produjeron 23.5 kg/árbol. Todos los tratamientos fueron superados por los árboles que tenían cuatro años después de la poda de rejuvenecimiento (89.75 kg/árbol).

### 3.6. Discusión

En la literatura revisada, no se encontró información sobre las variables de desarrollo vegetativo aquí estudiados. Sin embargo, el gran porte de los árboles sin podar (control) se debe a la ausencia de poda durante muchos años. El gran número de ramas primarias en los árboles de cero años de podados fue debido a que estaban presentes un gran número de brotes que emergieron como respuesta a la poda; dichos brotes aún no se consideran ramas. Después del aclareo de brotes se dejan sólo aquellos que formarán la estructura de la nueva copa. El número de brotes que se dejan es variable, de tres a cuatro, pero depende del criterio del productor.

La poda de rejuvenecimiento con cambio de cultivar afecta el crecimiento ya que los árboles desde 0 años hasta cuatro años de podados mostraron un crecimiento vigoroso, tanto en el número de brotes como en el crecimiento de los mismos. Esto se traduce en una menor producción de frutos durante los tres primeros años. El rendimiento de fruto de los árboles podados fue igual al de los árboles control hasta tres años después de la poda. Sin embargo, debe considerarse que esta producción no es deseable, ya que los árboles control se encuentran en una situación productiva indeseable y que se trata de evitar con la poda, por lo que el rendimiento se puede considerar como malo.

La poda de rejuvenecimiento sin cambio de cultivar presentó una situación semejante. Durante el año de la poda y los siguiente cuatro se presentó un crecimiento vegetativo vigoroso y una producción de un gran número de brotes. Esta situación se refleja en una nula producción de fruto en el año de la poda y un año después. La producción de fruto se inició a los dos años de realizada la poda, pero fue menor a la de los árboles control; esta situación continuó hasta el tercer año después de la poda. El rendimiento se incrementó en el cuarto año de la poda, que fue casi 400% mayor que el observado en los árboles control.

En ciertas etapas de su desarrollo floral las yemas del flujo de invierno mostraron un grado de desarrollo más avanzado que las del flujo de verano. Sin embargo, la fecha de antesis fue

similar. Esto coincide con lo reportado por Cossio-Vargas (2002) para aguacate 'Hass' en los municipios de Tepic y Xalisco, Nayarit.

La similitud del desarrollo floral puede ser explicada debido a que ninguno de los huertos incluidos en estos estudios se practicó poda o se manipuló la fecha de floración.

El rendimiento de los árboles es uno de los factores más importantes desde el punto de vista de ganancias. En la poda de rejuvenecimiento, con o sin cambio de cultivar, se ve disminuido el rendimiento de fruto por lo menos dos años. Esto coincide con lo mencionado por Gardiázbab y Wilhelmye (1995) y puede ser debido a que es el tiempo mínimo en que las yemas de los nuevos brotes comienzan su etapa reproductiva. El uso de retardantes del crecimiento podría ser una alternativa para reducir el periodo improductivo de los árboles podados; sin embargo, esto requiere de más investigación. Una manera de evitar las podas severas es adoptar las podas ligeras para controlar el crecimiento vegetativo excesivo.

### 3.7. Conclusiones

1. La principal desventaja inicial de la poda de rejuvenecimiento es el intenso crecimiento vegetativo que resulta de ella.
2. No se observó desarrollo de yemas florales durante los dos primeros años posteriores a la poda de rejuvenecimiento. Después del tercer año no hubo diferencias en la velocidad de desarrollo floral de yemas originadas a partir de brotes de los flujos vegetativos de invierno y verano.
3. La poda de rejuvenecimiento, con o sin cambio de cultivar, resultó en al menos dos años de producción nula o muy baja.
4. La poda de rejuvenecimiento es la práctica de poda más común usada por los productores de aguacate para renovar la copa de árboles muy altos, avejentados e improductivos. El presente trabajo permite concluir en forma general que la poda de rejuvenecimiento sólo es recomendable si se quiere cambiar de cultivar, ya que se pueden tener pérdidas de rendimiento hasta por cuatro años.

### 3.8. Literatura Citada

- Almaguer V., G. 1998. Principios de fruticultura. Serie Textos agronómicos. Editorial Mundi-Prensa. 3ª Edición. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 370 p.
- Bernier, G., A. Havelange, C. Houssa, A. Petitjean, and P. Lejeune. 1993. Physiological signals that induce flowering. *Plant Cell* 5:1147-1155.
- Buttrose, M.S., and D.M. Alexander. 1978. Promotion of floral initiation in 'Fuerte' avocado by low temperature and short daylength. *Scientia Hort.* 8:213-217.
- Calbrese, F. 1992. El Aguacate. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. España. 249 p.
- Cossio-Vargas, L.E. 2002. Comportamiento fenológico del aguacate 'Hass' y su respuesta a la aplicación de reguladores de crecimiento para manipular los crecimientos vegetativo y reproductivo. Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit, México. 128 p.
- Davenport, T.L. 1986. Avocado flowering. *Hort. Rev.* 8:257-259.
- Davies, W.J., and J. Zhang. 1991. Root signals and the regulation of growth and development of plants in drying soil. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 42:55-76.
- Farré J.M., J.M. Hermoso and F. Pliego. 1987. Effects of pre-bloom pruning on leaf nutrient status, growth and cropping of the avocado cv. Hass. *South African Avocado Growers' Assn. Yrbk* 10:71-72.
- Galán S., V. 1998. Los frutales tropicales en los subtrópicos. I. Aguacate-Mango-Litchi y Longan. Ediciones Mundi-Prensa, España. 133 p.
- Gardiázbab, F., and G. Rosenberg. 1991. El cultivo del palto. Quillota. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 201 p.
- Gardiázbab, F., and C. Wilhelmy. 1995. Lo que viene: Poda en paltos. *Empresa y Avance Agrícola* Vol. 5(39):18-19.
- Hallé, F., R.A. Oldeman and P.B. Tomlinson. 1978. Tropical trees and forest and architectural analysis. Springer-Verlag. 441 p.

- Lord, E.M., and K.J. Eckard. 1987. Shoot development in *Citrus sinensis* L. (Washington navel orange). II. Alteration of development fate of flowering shoots after GA<sub>3</sub> treatment. Bot. Gaz. 148:17-22.
- Martin, G. 1998. Mantenimiento de la productividad del aguacate mediante poda y aclareo de árboles. IV Jornadas Andaluzas de frutos tropicales. Mijas. España. 25 Noviembre 1993. pp. 7-11.
- Reece P., C. 1942. Differentiation of avocado blossom buds in Florida. Bot. Gaz. 104: 323-328.
- Rodríguez S., F. 1982. El Aguacate. Ed. Agt. 1ª Edición. México. 167 p.
- Ryugo, K. 1993. Fruticultura Ciencia y Arte. Editorial AGT. México. 460 p.
- Salazar-García, S. 2000. Fisiología reproductiva del aguacate. pp. 57-71. In El aguacate y su manejo integrado. Téliz, D., Coordinador. Ediciones Mundi-Prensa. México, D.F.
- Salazar-García, S., E.M. Lord, and C.J. Lovatt. 1998. Inflorescence and flower development of the 'Hass' avocado (*Persea americana* Mill.) during "on" and "off" crop years. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123:537-544.
- Salazar-García, S., E.M. Lord, and C.J. Lovatt. 1999. Inflorescence development of the 'Hass' avocado: commitment to flowering. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 124:478-482.
- Schroeder, C.A. 1944. The avocado inflorescence. California Avocado Soc. Yrbk. 29:39-40.
- Thorp, T.G., D. Aspinall, and M. Sedgley. 1994. Preformation of node number in vegetative and reproductive proleptic shoot modules of *Persea* (Lauraceae). Annals of Botany 73:13-22.
- Thorp, T.G., D. Aspinall, and M. Sedgley 1993. Influence of shoot age on floral development and early fruit set in avocado (*Persea americana* Mill.) cv. Hass. J Hort Sci. 68 5:645-651.
- Whiley, A.W., J.B. Saranah., B.W. Cull, and K.G. Pegg. 1988. Manage avocado tree growth cycles for productivity gains. Queensland Agr. J. 114(1):29-36.
- Wolstenholme, B.N., and A.W. Whiley. 1990. Prospects for vegetative-reproductive growth manipulation in avocado trees. South African Avocado Growers' Assn Yrbk. 13:21-24.

**Cuadro 3-1. Características de los huertos utilizados en la poda de rejuvenecimiento con y sin cambio de cultivar.**

Huerto	Edad (años)	Asnm <sup>a</sup>	Año de la poda	Cultivar original	Cultivar después de la poda	Edad de la copa (años)	Año de la evaluación
La Yerba	25	950	2000	Choquette	Hass	3	2004
Platanitos	18	931	2004	Hass	Hass	0	2004
Platanitos	18	931	2004	Hass	Hass	1	2005
Xalisco	20	1064	2002	Hass	Hass	2	2004
La Yerba	20	950	2001	Hass	Hass	3	2004
La Yerba	20	950	2001	Hass	Hass	4	2005
La Yerba	25	950	-	Hass	Hass (sin poda)	25	2004

<sup>a</sup>Altura sobre el nivel del mar.

**Cuadro 3-2.** Promedio del orden de ramas y flujos vegetativos, en árboles con poda de rejuvenecimiento más cambio de cultivar a 'Hass' (Evaluación realizada el 15 Nov. 2005). La Yerba, 2004.

Años después de la poda	Máximo orden de ramas	Promedio de ramas <sup>2</sup>	Flujos de crecimiento observados <sup>3</sup>
Tres años después de la poda y cambio de cultivar	6 <sup>o</sup>	104.6	6.2
Control (árboles de 25 años sin podar)	9 <sup>o</sup>	38.0	-

<sup>2</sup> Valor obtenido de la suma de ramas del máximo orden, dividido entre cinco ramas muestreadas.

<sup>3</sup> A partir de donde nace la rama primaria y hasta el último flujo.

**Cuadro 3-3.** Efecto de la poda de rejuvenecimiento (realizada en el 2000) más cambio de cultivar a 'Hass' (realizado en el 2001), sobre el crecimiento vegetativo de la copa del nuevo cultivar, a los tres años después del injerto. La Yerba, 2004.

Tratamiento	Número de ramas primarias	Diám. ramas primarias (cm)	Long. ramas primarias (m)	Diám. de la copa (m)	Altura del árbol (m)
Poda rejuvenec. más cambio de cultivar	1.4 b <sup>2</sup>	17.03 b	3.69 b	4.93 b	4.03 b
Control (árboles de 25 años sin podar)	3.8 a	25.04 a	16.32 a	11.44 a	15.80 a
<b>P<sub>T</sub>&gt;F</b>	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

<sup>2</sup> Separación de medias en columnas por la prueba del rango múltiple de Duncan,  $P = 0.05$ .

Cuadro 3-4. Efecto de la poda de rejuvenecimiento (realizada en el 2000) más cambio de cultivar (realizado en el 2001), sobre el rendimiento por árbol de la nueva copa ('Hass'), tres años después del injerto. La Yerba, 2004.

Tratamiento	N	Rendimiento (kg/árbol)
Rejuvenecimiento más cambio de cultivar	20	16.4 a <sup>2</sup>
Control (árboles de 25 años sin podar)	20	23.5 a
Pr>F		0.3993

N = Número de repeticiones (árboles).

<sup>2</sup> Separación de medias en columnas por la prueba del rango múltiple de Duncan,  $P = 0.05$ .

Cuadro 3-5. Promedio del orden de ramas y flujos de crecimiento vegetativo, en huertos con poda de rejuvenecimiento, sin cambio de cultivar, realizada en diferente año. (Evaluación realizada el 15 Nov. 2005).

Tiempo después de la poda (años)	Variables		
	Máximo orden de ramas	Promedio de ramas <sup>2</sup>	Flujos de crecimiento observados <sup>3</sup>
Cero	4°	2.4	1.0
Uno	5	25.8	3.4
Dos	6°	11.6	3.8
Tres	7°	96.6	6.0
Cuatro	7°	98.2	6.5
Control (árboles de 25 años sin podar)	9°	38.0	-

<sup>2</sup> Valor obtenido de la suma de ramas del máximo orden, dividido entre cinco ramas muestreadas.

<sup>3</sup> A partir de donde nace la rama primaria, hasta el último flujo.

**Cuadro 3-6.** Efecto de la fecha en que se realizó la poda de rejuvenecimiento, sin cambio de cultivar, sobre el desarrollo vegetativo de la nueva copa. Evaluación realizada en el 2004 para cero, dos y tres años después de la poda. Para uno y cuatro años después de la poda, la evaluación se realizó en el 2005.

Años después de la poda de rejuvenecimiento	N	Número de ramas primarias	Diám. ramas primarias (cm)	Long. ramas primarias (m)	Diám. de la copa (m)	Altura total (m)
Cero	20	8.6 a <sup>2</sup>	1.63 e	0.86 f	2.67 e	1.89 f
Uno	10	2.6 b	8.29 d	3.02 e	3.17 e	3.73 e
Dos	20	2.9 b	9.64 d	4.14 d	4.41 d	4.39 d
Tres	20	3.5 b	13.25 c	5.13 c	5.93 c	5.50 c
Cuatro	20	3.1 b	15.68 b	6.61 b	7.87 b	7.00 b
Control (árboles de 25 años sin podar)	20	3.8 b	25.04 a	16.31 a	11.44 a	15.80 a
Pr>F		0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

N = Número de repeticiones (árboles).

<sup>2</sup> Separación de medias en columnas por la prueba del rango múltiple de Duncan,  $P = 0.05$ .

**Cuadro 3-7.** Efecto de la poda de rejuvenecimiento realizada en distintos años sobre el rendimiento por árbol de la nueva copa. Evaluación realizada en el 2004 para cero, dos y tres años después de la poda. Para uno y cuatro años después de la poda, la evaluación se realizó en el 2005. Huertos podados: Platanitos 2004, Xalisco 2002 y La Yerba 2001.

Años después de la poda de rejuvenecimiento	N	Rendimiento (kg/árbol)
Cero	20	0.00 b <sup>2</sup>
Uno	20	0.00 b
Dos	20	7.65 b
Tres	20	12.27 b
Cuatro	20	89.75 a
Control (árboles de 25 años sin podar)	20	23.50 b
Pr>F		0.0001

N = Número de repeticiones (árboles).

<sup>2</sup> Separación de medias en columnas por la prueba del rango múltiple de Duncan,  $P = 0.05$ .

Orden de las ramas

- 2o
- 3o
- 4o
- 5o
- 6o
- 7o

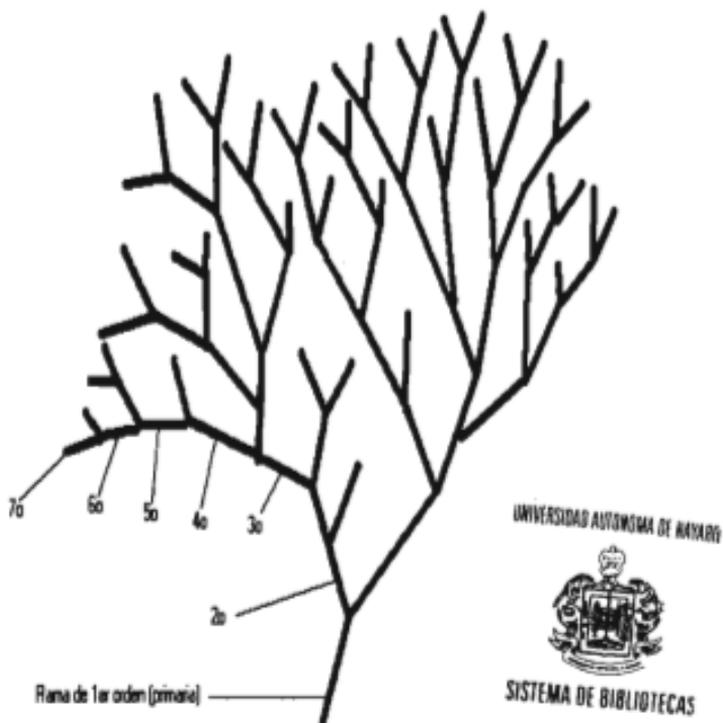


Figura 3-1. Estructura jerárquica de los flujos de crecimiento vegetativo en una rama primaria en árboles de aguacate 'Choquette' con poda de rejuvenecimiento más cambio a cultivar 'Hass', a los tres años de realizada la poda.



Figura 3-2. Contribución porcentual de las distintas ramas que componen la copa de un árbol de aguacate 'Choquette' con poda de rejuvenecimiento más cambio a cultivar 'Hass', a los tres años de realizada la poda.

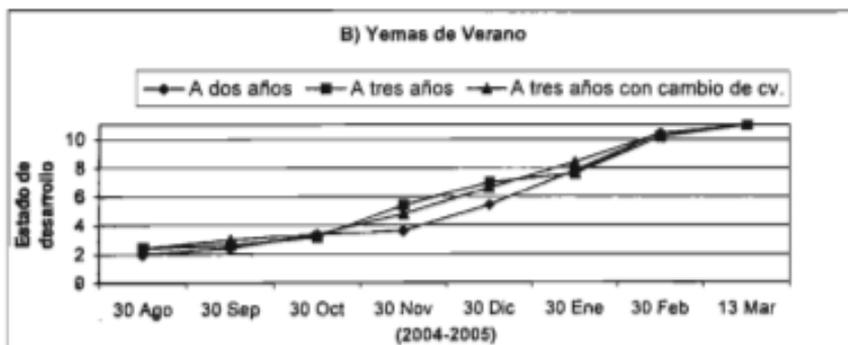
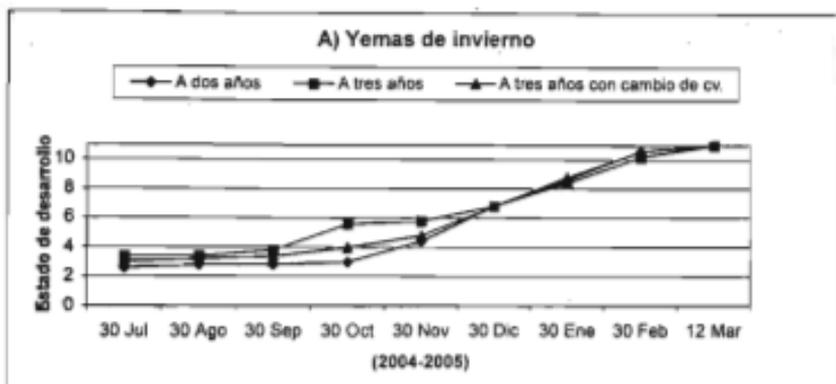


Figura 3-3. Desarrollo floral de yemas apicales de los flujos de crecimiento vegetativo de invierno y verano en tres huertos de aguacate. Uno de aguacate 'Choquette' que recibió poda de rejuvenecimiento y que al año fue injertado con el cultivar 'Hass' (la edad de la copa del nuevo cultivar fue de tres años); y dos huertos de aguacate 'Hass' con poda de rejuvenecimiento pero sin cambio de cultivar (la edad de la nueva copa fue de dos y tres años). Escala visual de desarrollo floral de Salazar-García et al., (1998): 1 = Yema cerrada y puntiaguda localizada dentro de las dos últimas hojas sin expandir del brote; 3 = Yema cerrada y puntiaguda, senescencia parcial de las escamas de la yema; 8 = Obvia elongación de los ejes secundarios (estado coliflor), los ejes terciarios todavía están cubiertos por sus brácteas. Se observan flores pequeñas sin abrir; 11 = Antesis. Rompimiento de la yema vegetativa en el ápice de la inflorescencia indeterminada; se inicia el flujo vegetativo.

## CAPITULO IV

### **Poda en Forma de "Pino" y "Muralla" en Huertos Adultos de Aguacate 'Hass'**

#### **4.1. Resumen**

En el estado de Nayarit existen huertos de aguacate relativamente jóvenes (aprox. 10 años de edad), que presentan problemas iniciales de iluminación insuficiente (entrecruzamiento de ramas entre los árboles), que dificultan las labores culturales. Estos árboles aun no presentan una severa disminución en la producción de fruto; sin embargo, si no se maneja adecuadamente el crecimiento de la copa, se puede presentar este problema. La poda es una buena alternativa para controlar el tamaño del árbol. El objetivo de esta investigación fue: a) Comparar el efecto de la poda en forma de "pino" y en forma de "muralla" en aguacate 'Hass' sobre el desarrollo de brotes, rendimiento y tamaño del fruto. Se realizaron podas en forma de "pino" (diagonal) y de "muralla" (vertical), tomando en cuenta la distancia entre hileras para determinar la altura máxima del árbol. La poda se orientó de Norte a Sur y el primer año se podó un lado de la fila y al siguiente año el lado restante. Los árboles control no fueron podados. En ambos tratamientos de poda se dejó una calle de tres metros entre las filas de árboles. Se utilizaron 20 repeticiones (árboles) por tratamiento. La poda estimuló una intensa brotación de yemas en las ramas podadas y un crecimiento vigoroso de los brotes nuevos. A los 142 días después de la poda los brotes en los árboles podados en forma de "pino" o "muralla" tuvieron brotes con un diámetro de 9.71 mm y 8.57 mm y una longitud de 51.63 cm y 38.84 cm, respectivamente. Los brotes en los árboles no podados presentaron un crecimiento de 5.54 mm de diámetro y una longitud de 12.32 cm. A los 325 días después de la poda, los brotes en árboles que recibieron poda de "pino" tuvieron un diámetro de 65.35 mm y una longitud de 84.82 cm; los brotes en los árboles control presentaron un diámetro de 5.54 mm y una longitud de 12.32 cm. Los frutos de los árboles podados en forma de "pino" presentaron en Octubre (madurez legal) una longitud de 92.92 mm y fue mayor que los frutos de los árboles control, que tuvieron una longitud de 89.33 mm. La producción de fruto fue similar en los árboles podados y el control. La poda incrementó el tamaño del fruto, ya que la suma de los frutos de

mayor tamaño, Primera (170 - 210 g), Extra (211 - 265 g) y Súper extra ( $> 266$  g), en los árboles con poda de "pino" fue de 62.64 kg/árbol, de 47.16 kg/árbol para poda en "muralla" y de 40.36 kg/árbol para el control.

## 4.2. Introducción

El árbol de aguacate se caracteriza por desarrollar una gran altura y diámetro de su copa. Con fines de producción de fruto, esto no es lo más conveniente, ya que un huerto comienza a perder productividad cuando los árboles empiezan a sombreadarse con otros árboles, debido a que la tasa fotosintética se reduce. La luz solar interceptada por las hojas es la energía para la fotosíntesis y tiene un gran efecto en la producción de carbohidratos mediante la regulación de la transpiración. Si la cantidad de luz interceptada disminuye por debajo de los requerimientos óptimos, debido a cualquier factor, la fotosíntesis también disminuye por lo que el sombreado producido por el crecimiento de la copa del mismo árbol o por árboles adyacentes tiene gran efecto en la tasa fotosintética. (Johnson y Lakso, 1991).

Gran parte del éxito en la producción de fruto está en el manejo que se le da al cultivo, tanto en la aplicación de fertilizantes, y control fitosanitario, como en las labores culturales, dentro de las cuales está la poda de la copa.

Almaguer (1998), menciona que la poda es una práctica que consiste en la eliminación de partes de la planta, con el objeto de producir árboles mecánicamente resistentes, floración regular, obtener frutos de mejor calidad, optimizar los costos de producción, reducir los focos de infestación de enfermedades, rejuvenecer árboles, regular el crecimiento vegetativo o estimular la brotación de yemas. Otros investigadores, como Schneider y Scarborough (1985), indican que es la ciencia de quitar parte de una planta para influenciar su forma, desarrollo y producción de fruto.

Según Cutting et al. (1994), la poda puede aumentar la complejidad de la estructura del árbol de aguacate. Esto es benéfico porque al aumentar la complejidad de los árboles, aumenta la cantidad de sitios productivos. La poda de fructificación se utiliza generalmente en árboles de huertos relativamente jóvenes (de 10-15 años de edad); la razón para podar un huerto es para aumentar la penetración de luz.

Una mayor penetración de luz mejora la iniciación y diferenciación de yemas florales, aumentando la floración y el cuajado de frutos (Razeto, 1999). Para lograr la penetración de la

luz solar existen varias estrategias. Según Stassen (1999a), la mejor forma es el sistema de poda en forma de seto, en donde los árboles están más juntos en la hilera pero con un espacio más amplio entre hileras. Además de aumentar la interceptación de la luz este sistema de poda proporciona un mejor acceso para maquinaria y facilita la cosecha. En este método de poda, la altura del árbol no debe exceder el 80% de la distancia entre hileras, para evitar que la punta de los árboles sombree la parte baja de la hilera adyacente. Sin embargo, debe considerarse que los árboles podados en forma piramidal tendrán una mayor interceptación de luz para el huerto en general (Stassen, 1999b).

Whiley et al. (2002) mencionan que en los huertos en forma de seto es conveniente orientar las hileras de Norte a Sur, ya que esto favorece la máxima interceptación de luz solar. El sistema de seto puede podarse mecánicamente y el más común es el de forma de pirámide o pino, el cual es muy utilizado en Australia, Israel y Sudáfrica, donde las condiciones topográficas permiten el acceso de maquinaria.

Jackson (1986) menciona que el incremento de luz en el interior de la copa del árbol estimula un mayor crecimiento de brotes, por lo que los huertos con poda de seto deben podarse por lo menos dos veces al año. La primera poda inmediatamente después de la cosecha (otoño-invierno) y la siguiente en verano. Según las experiencias obtenidas en Chile (hemisferio Sur), la poda de seto se realiza Marzo-Mayo y se repodan brotes en Julio-Septiembre, obteniendo floración en la siguiente primavera. Castro (2000) reporta que en árboles podados en forma de seto, el rendimiento fue mayor que en los árboles no podados. Jaque (2001) menciona que la poda aumentó significativamente el diámetro y longitud del fruto.

Stottlemeyer (1999) indica que en Israel se utiliza la poda de "Pino" y se lleva a cabo en invierno. Los árboles se podan al final de esta estación, después de la cosecha y antes de la floración. Los árboles se podan con un ligero ángulo a los costados de las filas, dejando la parte más ancha en la parte baja del árbol y en la parte de arriba la parte más angosta. Köhne (1998), menciona que si esta poda se realiza en verano (hemisferio Sur), asegura una mejor entrada de luz al interior de la copa, permitiendo la formación de yemas y su posterior iniciación floral, no sólo en las partes periféricas del árbol.

### 4.3. Objetivos e Hipótesis

El objetivo del presente estudio fue: Evaluar el efecto inicial de la poda en forma de "pino" y en forma de "muralla" sobre el desarrollo de brotes, rendimiento y tamaño del fruto en aguacate 'Hass'.

La hipótesis planteada fue: Las podas en forma de "pino" y en forma de "muralla" no afectan el desarrollo de brotes después de la poda, ni tamaño, el rendimiento y tamaño de fruto en aguacate 'Hass'.

## 4.4. Materiales y Métodos

### 4.4.1. Características del huerto experimental.

El estudio se realizó en un mismo huerto comercial de aguacate 'Hass' de 14 años de edad, propiedad del Sr. Antonio Bermúdez Piña, localizado en Platanitos, Mpio. de Tepic, Nayarit. El huerto está establecido a 6 x 6 m, no dispone de riego, presentaba problemas de iluminación (entrecruzamiento de copas entre árboles) y con pendiente pronunciada del terreno (25 a 45°).

### 4.4.2. Descripción de la poda.

Los árboles tenían una altura promedio de 10 m. Del 27 al 31 de Dic. 2003 se podó el primer lado de los árboles. Para realizar la poda en forma de "pino" ó de "muralla" se consideró la distancia entre hileras, para dejar una altura máxima del 80% de la distancia entre éstas (4.8 m); La poda en pino se realizó en forma diagonal y la poda en muralla en forma vertical. La poda se realizó en orientación Norte-Sur, dejando una calle de 3 m entre las hileras. Al año siguiente (20 Dic. 2004) se podó el lado opuesto.

Para la poda, se utilizaron motosierras cortas de 18 pulgadas, marca Sthill, modelo MS-210; y motosierras telescópicas, marca Sthill, modelo HT-75. También, fue necesaria una escalera de extensión y tijera, así como una brújula para determinar la orientación de las hileras.

### 4.4.3. Tratamientos.

Para cada tipo de poda se utilizaron 20 árboles y 20 árboles adicionales como control. Los tratamientos fueron: (1) Poda en forma de "pino"; (2) Poda en forma de "muralla" y (3) Control (Árboles sin podar).

### 4.4.4. Aspectos evaluados.

*Crecimiento de brotes después de la poda.* A los 142 y 325 días después de la poda se midió el diámetro y longitud de los brotes producidos. En cada árbol podado se marcaron tres

ramas de la parte podada y tres ramas de la parte no podada. Después de la emergencia de los brotes en las ramas podadas, se marcaron cuatro brotes por rama, con el fin de determinar el efecto de la poda sobre el desarrollo de los brotes producidos, tanto en ramas podadas como no podadas del mismo árbol. Para realizar estas mediciones se utilizó un vernier digital de 150 mm, marca Truper, modelo CALID-6MP y para la longitud una regla de madera.

**Crecimiento del fruto.** Después de la caída de Junio, se seleccionaron cuatro frutos por árbol y por tratamiento, los cuales se marcaron con listones y se les midió la longitud y diámetro durante los últimos tres meses previos a la cosecha (Agosto, Septiembre y Octubre), con un vernier digital de 150 mm, marca Truper, modelo CALID-6MP.

**Rendimiento y tamaño de fruto.** Al momento de la cosecha, en cada uno de los árboles experimentales se obtuvo el rendimiento en kg/árbol, con una báscula de plataforma. El tamaño de fruto se determinó de acuerdo a las clasificaciones de tamaño de fruto usadas en la empacadora de la USPR Aguacate Hass de Nayarit, localizada en Xalisco, Nayarit. La escala de tamaño utilizada fue: Canica (< 135 g), Segunda (135 – 169 g), Primera (170 – 210 g), Extra (211 – 265 g) y Súper extra (> 266 g).

#### **4.4.5. Análisis estadístico.**

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con 20 repeticiones (árboles), por tratamiento. Para las variables en estudio se realizó un análisis de varianza entre métodos de poda y una prueba de rango múltiple de Duncan,  $P = 0.05$ , para comparar medias de tratamientos con el programa estadístico SAS.

#### 4.5. Resultados

**Crecimiento de brotes después de la poda.** El crecimiento de los brotes vegetativos a los 142 y 325 días después de la poda (Fecha de la poda 27-31 Dic. 2003) fue diferente, tanto entre tipos de poda (Cuadro 4-1), como entre las ramas podadas y no podadas del mismo árbol (Cuadro 4-2). Los brotes de árboles podados en forma de pino mostraron mayor crecimiento, tanto en diámetro como en longitud, que los desarrollados en árboles podados en forma de muralla (Cuadro 4-1). El crecimiento de los brotes en árboles no podados fue menor que cualquiera de los dos métodos de poda.

Algo similar fue registrado para el crecimiento de brotes dentro de la copa de árboles que recibieron poda de "pino" o de "muralla". Los brotes vegetativos de la sección podada de la copa presentaron mayor diámetro y longitud que los brotes de la parte de la copa no podada (Cuadro 4-2)

**Crecimiento del fruto.** El diámetro del fruto, en el mes de Agosto y Octubre fue similar para todos los tratamientos, así como la longitud del fruto en la evaluación de Septiembre.

Previo a la cosecha (medición de Octubre), el fruto con mayor longitud lo tuvo el tratamiento de poda en forma de "pino", comparado con la poda en "muralla" y el control; estos dos últimos fueron estadísticamente iguales (Cuadro 4-3).

**Rendimiento y tamaño de fruto.** El método de poda no tuvo efecto significativo sobre la producción total de fruto fluctuando de 78 a 103 kg/árbol (Cuadro 4-4). Esto representa una ventaja significativa al manejo de copa en árboles de mediana edad, ya que la producción total no fue afectada por el método de poda (Cuadro 4-3).

Con relación al tamaño del fruto, el rendimiento de fruto pequeño, de menor precio en el mercado, tuvo el siguiente comportamiento: El tamaño "canica" fue similar en los dos métodos de poda (4.91 y 3.03 kg para poda en "pino" y "muralla, respectivamente). El control mostró la mayor producción de frutos de este calibre (6.89 kg) (Cuadro 4-4).

Para el tamaño "segunda" el comportamiento fue diferente. Los árboles podados en forma de "muralla" presentaron una mayor producción de fruto de este tamaño (52.4 kg) en comparación con los árboles podados en "pino" (30.7 kg) y los árboles control (31.5 kg) (Cuadro 4-4).

Al considerar la suma de la producción de frutos de tamaños canica más segunda (CS), los árboles podados en forma de "muralla" produjeron la mayor cantidad de frutos en este intervalo de tamaño (56.3 kg/árbol) y fueron significativamente mayores al de los árboles podados en forma de "pino" (35.6 kg) y los árboles control (38.4 kg) (Cuadro 4-4).

La producción de frutos de mayor tamaño y precio presentó el siguiente comportamiento: Para tamaño primera, no hubo diferencias significativas entre los dos métodos de poda y el control fluctuando de 36.4 a 54 kg/árbol (Cuadro 4-4). La producción de fruto de tamaño extra fue de 8.6 y 6.5 kg/árbol para poda en "pino" y "muralla", respectivamente, resultando superiora la de los árboles control (3.9 kg/árbol). La producción de fruto tamaño súper extra sólo se presentó en muy pequeña cantidad (1.3 kg/árbol) en los árboles podados en "muralla" (Cuadro 4-4).

La suma del fruto de tamaño Primera + Extra + Súper extra (PESE) fue mayor en los árboles podados, no detectándose diferencias entre tipos de poda (62.64 y 47.16 kg/árbol para poda en "pino" y "muralla", respectivamente Los árboles control sólo produjeron 40.4 kg/árbol en estas categorías de tamaño de fruto (Cuadro 4-4).

#### 4.6. Discusión

Las podas en forma de "pino" y "muralla" son de gran importancia para árboles de huertos jóvenes o adultos que comienzan a presentar problemas de iluminación. Esto porque no es una poda severa y evita las indeseables disminuciones de rendimiento que ocurren en los huertos no podados o en los podados severamente, como la poda de rejuvenecimiento (Ver Capítulo III).

La poda incrementó el diámetro y longitud de los brotes vegetativos. Esto coincide con lo mencionado por Jackson (1986) quien menciona que el incremento en la penetración de la luz en el interior de la copa del árbol estimula un mayor crecimiento de brotes.

Debe resaltarse que en este estudio se podó sólo un lado de la copa de los árboles, ya sea en "muralla" o en "pino"; por lo que el otro lado del árbol permaneció sin podar. Aunque en la literatura consultada no se encontró información al respecto, se observó que dentro del mismo árbol los brotes de las ramas no podadas mostraron un comportamiento similar al de los árboles control (sin poda). Esto puede ser explicado debido a que el mayor crecimiento de brotes se produjo en las ramas podadas, sin afectar los brotes del resto de la copa del árbol no podada.

La poda en "muralla" o seto, no tuvo efecto sobre el crecimiento del fruto, al medirlo tanto en el diámetro como en longitud. Los árboles podados en forma de "pino" tuvieron frutos más grandes que los de los árboles control y los podados en "muralla". Esto concuerda con lo reportado por Stassen (1999b) y por Jaque (2001) en el sentido que la poda en forma de "pino" es la más eficiente para captar luz solar.

El rendimiento total de fruto por árbol no fue afectado por ninguno de los tipos de poda evaluados. Esto difiere con lo reportado por Castro (2000), quien menciona que la poda en forma de muralla incrementó el rendimiento, comparada con los árboles no podados. Esto puede ser explicado debido a que el autor realizó la poda cuando los árboles tenían fruto y en este trabajo se realizaron las podas después de la cosecha y antes de la floración (fin de Dic. 2003). La no disminución de la producción de fruto debido a la poda representa una ventaja significativa para el manejo de copa en árboles de mediana edad en Nayarit, ya que el rendimiento total no se resultó afectado por el método de poda.

El rendimiento de fruto de mayor tamaño (Primera + Extra + Súper extra) de mejor precio en el mercado, fue mayor en los árboles podados que en el control. Esto coincide con lo reportado por Almaguer (1998) quien menciona que un efecto de la poda es la producción de frutos de mejor calidad.

Basados en la información obtenida sobre el rendimiento y tamaño de fruto, el mejor método de poda fue el de "pino". Es necesario continuar con la evaluación del rendimiento de fruto en años subsiguientes, incluyendo el efecto de la poda de la otra sección de la copa del árbol. Sin embargo, la principal incertidumbre de los productores de aguacate 'Hass' de Nayarit era si los métodos de poda evaluados causaban una disminución del rendimiento de fruto en el primer año de la poda, lo cual quedó demostrado que no sucede. En el capítulo siguiente se analiza el aspecto económico de las diferentes técnicas de poda que ayudarán a los productores de aguacate 'Hass' de Nayarit a tomar mejores decisiones, en lo que a poda se refiere.

#### 4.7. Conclusiones

1. La poda en forma de "pino" o "muralla" estimuló el crecimiento vigoroso en los brotes producidos en las ramas podadas, por lo que la poda no debe ser considerada como una factor de manejo de la copa que se utiliza por una sola vez, sino que debe de ser una actividad continua en el manejo del huerto.
2. La poda en "muralla" y "pino" aumentaron 17% y 55%, respectivamente, la producción de fruto de mayor tamaño respecto al control, y no disminuyeron el rendimiento, por lo que puede ser utilizado por los productores sin el temor de disminuir el rendimiento en el primer año, como ocurre con las podas de rejuvenecimiento.

#### 4.8. Literatura Citada

- Almaguer V., G. 1998. Principios de fruticultura. Serie Textos agrónomos. Editorial Mundi-Prensa. 3ª Edición. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 370 p.
- Castro R., X.A. 2000. Evaluación del comportamiento que presenta la conducción de seto en árboles de palto cultivar Hass en alta densidad. Taller de Licenciatura Ing. Agr. Quillota. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 122 p.
- Cutting, J.G.M., B. Cocker, and B.N. Wolstenholme. 1994. Time and type of pruning can affect shoot growth in avocado. *J. Hort. Sci.* 69(1):75-80.
- Jackson, D. 1986. Temperate and Subtropical Fruit Production. 2<sup>nd</sup> Edit. Edited by D.I. Jacson and N.E. Looney. CAB Intl. Oxfordshire, UK. 322 p.
- Jaque S., M.E. 2001. Evaluación técnica del comportamiento de paltos (*Persea americana* Mill.) cultivar Hass en dos edades sometidas a un sistema de poda en seto. Quillota, Chile. 96 p.
- Johnson, R.S. and A.N. Lakso. 1991. Approaches to modeling light interception. *HortScience* 26(8):1002-1004.
- Köhne, J. S. 1998. Distancias de plantación y control del tamaño en paltos en Sudáfrica. Sociedad Gardiábal y Magdahl. Seminario Internacional de Paltos. Viña del Mar 4, 5, y 6 de Noviembre 1998. pp. 73-80.
- Partida, G. 2000. Avocado canopy management at pine tree ranch. *The Avocado California Grower*. No 8:5-6.
- Razeto, B. 1999. Para entender la fruticultura. Tercera Edición. Vértigo, Santiago, Vivarium. 373 p.
- Schneider, G.W., and C.C. Scarborough. 1985. Cultivo de los Frutales. Trad. por Celedonio Sevillano Mayo. Editorial C.E.C.S.A. México. 445 p.
- Stassen, P.J.C. 1999a. Revitalizing avocado jungles. *Grower Resources-Proc of avocado brainstorming*. Stellenbosch, Republic of South Africa. pp. 63-65.
- Stassen, P.J.C. 1999b. Canopy management: a South African point of view. *The California Avocado Grower* 6:1-3.
- Stottlemeyer, D.E. 1999. Impressions of the avocado industry in Israel. *The California Avocado Grower* 6:7-10.

Whaley, A. W, B. Schaffer, and B. N. Wolstenholme. 2002. Crop Management, In: The Avocado: Botany, Production and Uses. Ed. CAB. UK. 416 p.

Cuadro 4-1. Efecto de la poda en forma de "pino" o de "muralla" sobre el crecimiento de los brotes, en ramas podadas y sin podar, a los 142 y 325 días después de la poda, en el huerto Platanitos. (Fecha de poda 27-31 Dic. 2003).

Tipo de poda	142 DDP (Mayo)			325 DDP (Noviembre)		
	NA	DB (mm)	LB (cm)	NA	DB (mm)	LB (cm)
"Pino"	20	9.71 a <sup>2</sup>	51.63 a	20	16.46 a	84.82 a
"Muralla"	20	8.57 b	38.84 b	20	12.45 b	57.98 b
Control (Sin podar)	20	5.54 c	12.32 c	20	7.45 c	19.23 c
Pr>F		0.0001	0.0001		0.0001	0.0001

NA = Número de árboles

DDP = Días después de la poda

DB = Diámetro del brote

LB = Longitud del brote

<sup>2</sup> Separación de medias en columnas por la prueba del rango múltiple de Duncan,  $P = 0.05$ .

Cuadro 4-2. Efecto de la poda en forma de "pino" o de "muralla" sobre el crecimiento de brotes vegetativos en la parte de la copa del árbol que fue podada ("pino" y "muralla") y la que no recibió poda, a los 142 y 325 días después de la poda, en el huerto Platanitos. (Fecha de poda 27-31 Dic. 2003).

Parte de la copa	142 DDP (Mayo)			325 DDP (Noviembre)		
	NR	DB (mm)	LB (cm)	NR	DB (mm)	LB (cm)
Podada	366	12.23 a <sup>2</sup>	72.25 a	335	20.13 a	114.02 a
No podada	623	5.50 b	12.83 b	530	7.48 b	18.97 b
Pr>F		0.0001	0.0001		0.0001	0.0001

NR = Número de repeticiones

DDP = Días después de la poda

DB = Diámetro del brote

LB = Longitud del brote

<sup>2</sup> Separación de medias en columnas por la prueba del rango múltiple de Duncan,  $P = 0.05$ .

**Cuadro 4-3.** Efecto del tipo de poda sobre el crecimiento del fruto en diferentes fechas de evaluación en la parte de la copa del árbol no podada. Huerto Platanitos, 2004.

Tipo de poda	N	Agosto		Septiembre		Octubre	
		D (mm)	L (mm)	D (mm)	L (mm)	D (mm)	D (mm)
"Pino"	80	61.50 a <sup>2</sup>	87.67 a	63.90 a	90.37 a	65.35 a	92.92 a
"Muralla"	80	60.29 a	86.04 a	62.45 b	88.67 a	64.64 a	90.43 b
Control (Sin podar)	80	60.05 a	84.67 b	62.14 b	87.59 a	63.84 a	89.33 b
Pr>F		0.0862	0.0366	0.0338	0.0720	0.1723	0.0052

N = Número frutos medidos en veinte árboles.

D = Diámetro del fruto.

L = Longitud del fruto.

<sup>2</sup> Separación de medias en columnas por la prueba del rango múltiple de Duncan,  $P = 0.05$ .

Cuadro 4-4. Efecto del tipo de poda sobre la producción de fruto de diferentes tamaños. Huerto Platanillos, 2004.

Tipo de poda	N	Rend. total kg/árbol	Rendimiento según el tamaño de fruto (kg)						
			Canica	Segunda	Primera	Extra	Súper-extra	(CS)	(PESE)
			< 135 g	135-169 g	170-210 g	211-265 g	> 266 g	<135-169 g	170>266 g
Pino	20	98.2 a <sup>2</sup>	4.9 b	30.7 b	54.0 a	8.6 a	0.0 b	35.6 b	62.6 a
Muralla	20	103.5 a	3.9 b	52.4 a	39.3 a	6.5 a	1.3 a	56.3 a	47.2 a
Control (Sin podar)	20	78.7 a	6.9 a	31.5 b	36.4 a	3.9 b	0.0 b	38.4 b	40.4 b
Pr>F		0.3156	0.0199	0.0041	0.0721	0.0015	0.0001	0.0246	0.0576

N = Número de repeticiones (árboles).

CS = Tamaños Canica + Segunda.

PESE = Tamaños Primera + Extra + Súper Extra

<sup>2</sup> Separación de medias en columnas por la prueba del rango múltiple de Duncan,  $P = 0.05$ .

## CAPITULO V

### **Análisis Económico de Diferentes Tipos de Poda en Aguacate 'Hass'**

#### **5.1. Resumen**

Esta investigación se realizó en diferentes huertos comerciales de aguacate 'Hass' cultivados sin riego en el Estado de Nayarit. Se realizó un análisis económico de cinco métodos de poda considerando el costo de la poda, rendimiento total por hectárea e ingreso económico según el tamaño de fruto. Los métodos de poda en estudio fueron: (T1) Poda de rejuvenecimiento (descopado) con cambio de cultivar, (T2) Poda de rejuvenecimiento sin cambio de cultivar, (T3) Poda progresiva, (T4) Poda en "pino", (T5) poda en "muralla", y (T6) Control (sin poda). Para poda de rejuvenecimiento con cambio de cultivar se utilizó un huerto de aguacate 'Choquette' de 25 años, establecido en marco real a 8 x 8 (156 árboles/ha). Este huerto fue descopado a 1 m de altura en la primavera del 2000 e injertado con el cv. Hass en el 2001. Para poda de rejuvenecimiento sin cambio de cultivar se utilizaron tres huertos de aguacate 'Hass', descopados en la primavera del 2001, 2002 y 2004, respectivamente. Los tres huertos tenían 18 años de edad y estaban plantados a 8 x 8 m. Para poda progresiva se usó un huerto de cv. Hass de 25 años de edad establecido a 10 x 10 m. Para poda en "pino" y poda en "muralla" se empleó un huerto de aguacate 'Hass' de 14 años de edad, establecido a 6 x 6 m. Como Control se tomaron árboles de los mismos huertos que no fueron podados. Los tratamientos Poda progresiva, Poda en "pino" y Poda en "muralla" mostraron rendimientos más altos que sus controles, así como mayor tamaño de fruto. Los ingresos netos de estos tratamientos fueron 2.73, 35.22 y 16.48 mil pesos/ha más altos que el de sus controles, respectivamente. Los tratamientos de Poda de rejuvenecimiento con y sin cambio de cultivar fueron los que presentaron menor rendimiento y tamaño de fruto; además, tres años después de realizada la poda tuvieron una pérdida de 12.95 y 42.87 mil pesos por hectárea, respectivamente. Desde el punto de vista económico, el mejor método de poda fue el de poda progresiva para árboles de más de 20 años, y el de "pino" para árboles de más de 12 años.

## 5.2. Introducción

El árbol del aguacate durante la fase inicial vegetativa, concentra la dominancia apical del crecimiento en una dirección vertical, esta etapa juvenil retrasa la floración, hasta que se asegura un "lugar en el sol", después de una considerable inversión en madera para soporte mecánico (Wolstenholme, 1988). Hallé et al. (1978) describen que el tronco del árbol de aguacate es monopódico, el cual crece rítmicamente, desarrollando grupos de ramas morfológicamente idénticas al tronco, lo que ocasiona que los árboles en pocos años, alcancen una gran altura. El porte del árbol de aguacate varía desde una forma erecta, casi piramidal, a formas bajas extendidas y puede alcanzar más de 20 m de altura y un ancho variable de 10 a 12 m (Rodríguez, 1982). Los árboles de gran porte suelen ser un problema en huertos comerciales, ya que, la luz solar sólo es captada por la parte superior de la copa de los árboles y en algunos costados del bloque del huerto. Lo anterior ocasiona que la floración y la superficie productiva se presente en las partes apicales de las ramas, las cuales se encuentran en lo más alto de la copa del árbol (Stassen *et al.* 1998). En huertos viejos donde nunca se realizó poda, el entrecruzamiento de los árboles, lleva a la pérdida de la productividad, reduciendo inicialmente el calibre de los frutos y luego el rendimiento, una vez que se pierde la capacidad productiva en el interior de la copa del árbol (Stassen, 1999).

La poda es una de las actividades más importantes en la plantación o desarrollo de cultivos frutales, puesto que tiene una incidencia fundamental sobre la producción de fruto (Bender, 1994). Sin embargo, la poda no puede suplir las deficiencias de otras actividades también claves, como el riego, la fertilización y la protección fitosanitaria del cultivo.

La poda de rejuvenecimiento de la copa es empleada para renovar la parte aérea de la copa de árboles viejos o improductivos o para cambiar el cultivar injertado. Generalmente se realiza en árboles que suelen tener una edad superior a 15 años y una altura mayor que 15 metros. Esta poda consiste en eliminar toda la parte aérea de la copa, dejando un tocón de 50 a 100 cm del suelo al sitio y tiene como objetivo promover la brotación vegetativa de la planta para regular su crecimiento vegetativo en relación a su crecimiento reproductivo (Almaguer, 1998).

Además de la pérdida de rendimiento, la principal desventaja de la poda de rejuvenecimiento es que la abundancia de reservas en el tronco y raíces favorecen un intenso

**crecimiento** vegetativo y un largo periodo improductivo (dos o más años) de los árboles. En **antiguos**, los productores descopan y cambian el cultivar por otro económicamente más **rentable**; esto ocasiona que haya una pérdida de rendimiento de dos a tres años, hasta que los **nuevos injertos** entran en producción.

Otra alternativa de poda para huertos adultos con problemas de sombreado, es la **eliminación** parcial o progresiva de las ramas primarias. Se sugiere realizar la poda sólo en una **parte** del total de las ramas primarias del árbol, para evitar un desequilibrio entre la parte aérea del árbol y el sistema radical (Davie et al., 1995). La poda progresiva tiene como propósito dejar cierta cantidad de follaje y flores, que permitan mantener y controlar el vigor de la brotación que se obtendrá como resultado a la poda (Partida, 1997).

La mayor penetración de luz mejora la diferenciación de yemas florales, aumentando la floración y el cuajado de los frutos (Razeto, 1999). Para lograr la penetración de la luz solar en los huertos existen varias estrategias. La mejor forma es el sistema de seto, en donde los árboles están más juntos en la hilera pero con un espacio más amplio entre hileras (Stassen, 1999). Además de aumentar la interceptación de la luz, este sistema de poda proporciona un mejor acceso para maquinaria y facilita la cosecha. Con esta técnica, la altura del árbol no debe exceder el 80% de la distancia entre hileras, para evitar que la punta de los árboles sombree la parte baja de la hilera adyacente. Esta poda de seto tiene dos modalidades, de acuerdo al ángulo de corte. Si es perpendicular al terreno, se le denomina de "muralla", si se realiza con un ángulo se denomina en "pino".

En Nayarit los huertos de aguacate de más de 15 años de edad, presentan alturas de más de 15 m y problemas de sombreado, debido al entrecruzamiento de ramas entre árboles y dentro de la misma copa. A la mayoría de los huertos no se les ha realizado ningún tipo de poda, por lo que se dificultan las labores culturales y el control fitosanitario; además se encarece la labor de cosecha, haciéndose lenta y peligrosa.

La única poda que los productores en Nayarit practican es la de rejuvenecimiento, que consiste en podar los árboles de aguacate a una altura de 1 m sobre el suelo. Este método de poda es severo y reduce la producción durante varios años. Por lo tanto, es necesario desarrollar alternativas con menor impacto al ingreso del productor. El objetivo de este trabajo

Se realizó un análisis económico de dos estrategias de poda: una para árboles muy altos y otra para árboles de altura intermedia.

podar...

...

...

...

...

...

...

### 5.3. Objetivo e Hipótesis

El objetivo de este trabajo fue realizar un análisis económico para los siguientes tipos de poda: "poda progresiva de ramas principales, poda en forma de "pino", poda en forma de "muralla", poda de rejuvenecimiento con cambio de cultivar, y poda de rejuvenecimiento sin cambio de cultivar (poda típica de los productores).

La hipótesis planteada fue que al menos uno de los tipos de poda (progresiva de ramas principales, en forma de "pino" o en forma de "muralla"), minimizará la pérdida de rendimiento y del ingreso económico neto ocasionada por la poda de rejuvenecimiento en árboles de aguacate 'Hass'.

## 5.4. Materiales y Métodos

### 5.4.1. Características de los huertos experimentales.

#### 5.4.1.1. Poda de rejuvenecimiento, con cambio de cultivar.

Se utilizó un huerto de aguacate 'Choquette' de 25 años, propiedad de Pablo Santana, establecido en marco real a 8 x 8 m (156 árboles/ha), ubicado en La Yerba, Mpio. de Tepic, Nayarit, a una altitud de 950 metros sobre el nivel del mar (msnm) y cultivado sin riego. Este huerto fue descopado en la primavera del 2000 e injertado con el cv. Hass en el 2001. Se seleccionaron 20 árboles para cuantificar la cosecha realizada de Octubre 2004 a Enero 2005.

#### 5.4.1.2. Podas de rejuvenecimiento, sin cambio de cultivar en diferente año.

Para evaluar esta poda se seleccionaron tres huertos de aguacate 'Hass' sin riego que habían sido podados en años sucesivos. Los huertos en estudio fueron: 1) La Yerba, huerto comercial localizado en La Yerba, Mpio. de Tepic a una altura de 950 msnm, propiedad del Sr. Pablo Santana; este huerto fue descopado en la primavera del 2001. 2) Xalisco, huerto comercial ubicado en Xalisco, Mpio. de Xalisco, a una altura de 1064 msnm, Propiedad del Sr. Juan Manuel Sánchez y fue descopado en la primavera del 2002. 3) Platanitos, huerto comercial establecido en Platanitos, Mpio. de Tepic, a una altura de 931 msnm, propiedad del Sr. Alberto Ante Bermúdez y que fue descopado en la primavera del 2004. La distancia entre árboles era de 8 x 8 m, con una edad mínima de 18 años. En cada uno de los huertos se seleccionaron 20 árboles de aguacate 'Hass' para determinar el rendimiento de fruto durante Octubre 2004 a Enero 2005, y en Octubre 2005.

#### 5.4.1.3. Poda progresiva de ramas principales.

Se realizó en un huerto comercial de aguacate 'Hass' de 25 años de edad, sin riego, propiedad del Sr. Pablo Santana y establecido en marco real a 10 x 10 (100 árboles/ha), localizado en La Yerba, Mpio. de Tepic a 950 msnm. La poda de la primera mitad de la copa se realizó en Junio 2004 y la cosecha en Febrero 2005 (Ver Capítulo I).

Se podaron 50 árboles, de los cuales se tomó una muestra de 20 árboles para realizar las mediciones. Se dejaron 20 árboles como sin podar, que se utilizaron como control.

#### **5.4.1.4. Poda en forma de "pino" y "muralla".**

Estos dos tipos de poda se realizaron en un huerto comercial de aguacate 'Hass' de 14 años de edad, propiedad del Sr. Antonio Bermúdez Piña, localizado en Platanitos, Tepic, Nayarit. El huerto estaba establecido a 6 x 6 m y no disponía de riego.

La poda se realizó en árboles con alturas máximas de 10 m. Se seleccionaron 20 árboles para la poda en forma de "pino" y 20 para poda en forma de "muralla".

Para realizar las podas en forma de "pino" y "muralla" se consideró la distancia entre las hileras, para dejar una altura máxima del árbol del 80% de la distancia entre hileras de árboles (4.8 m). Se podó el 27 Dic. 2003, en forma diagonal para pino y en forma vertical para muralla. Para realizar la poda se consideró la orientación de las hileras, las cuales quedaron orientadas de Norte a Sur y una calle de 3 m entre las hileras. En el primer año sólo se podó la mitad del árbol, para no afectar el rendimiento. La mitad restante se podó posteriormente. Se cosechó el 15 Diciembre 2004.

### **5.4.2. Tratamientos.**

#### **5.4.2.1. Poda de rejuvenecimiento con cambio de cultivar.**

Este tipo de poda se evaluó en árboles de aguacate 'Choquette' con poda de rejuvenecimiento más cambio de cultivar a 'Hass', a los tres años después de la poda y reinjertación. Como control se tomaron árboles adultos de aguacate 'Hass' y sin podar de 25 años de edad.

#### **5.4.2.2. Podas de rejuvenecimiento, sin cambio de cultivar realizadas en diferentes años.**

Se emplearon árboles de aguacate 'Hass' a los que se les realizó poda de rejuvenecimiento de la copa y no se hizo cambio de cultivar. Las evaluaciones se realizaron a los cero uno, dos,

tres y cuatro años después de la poda. Como control se tomaron árboles adultos de aguacate 'Hass' sin podar de 25 años de edad.

#### **5.4.2.3. Poda progresiva de ramas principales.**

Este tratamiento se evaluó en árboles de aguacate 'Hass' de 25 años de edad con poda progresiva de ramas principales. Como control se tomaron árboles adultos de aguacate 'Hass' sin podar de 25 años de edad.

#### **5.4.2.4. Poda en "pino" y "muralla".**

Los tratamientos a evaluar fueron: a) árboles de aguacate 'Hass' de 14 años de edad con poda en forma de pino; b) árboles de aguacate 'Hass' de 14 años de edad con poda en forma de muralla, y c) Control, árboles de aguacate 'Hass' de 25 años de edad sin podar. La poda se realizó en árboles con alturas de 10 m máximo.

### **5.4.3. Aspectos evaluados.**

#### **5.4.3.1. Poda de rejuvenecimiento, con cambio y sin cambio de cultivar.**

**Costo de la poda.** Para calcular los gastos generados por la poda, se consideró que el número de árboles que dos personas podan en una jornada de ocho horas son (10 árboles), incluyendo el picado de las ramas podadas, según información aportada por el productor. El costo por jornal fue de \$ 120.00 y cuando el productor no disponía de equipo, la renta de la motosierra fue de \$ 100.00/día. Este cálculo se realizó para un huerto establecido a 10 x 10 m (100 árboles/ha). Para árboles podados y que se les realizó cambio de cultivar, se les agregó los gastos generados por el injerto del nuevo cultivar.

Para el injertado del nuevo cultivar se consideró el número de varetas porta-yemas necesarias para injertar 100 árboles, considerando dos a tres injertos por árbol (información proporcionada por el productor) así como el costo para realizar el injerto (\$ 5.00/injerto).

**Gasto de agua para aspersiones.** Según información proporcionada por los productores, el gasto de agua utilizado para realizar las aspersiones foliares en los árboles de 25 años de edad es de 20.0 L/árbol; en árboles de un año el gasto es de 2.0 L/árbol; en árboles de dos el gasto

es de 4.0 L/árbol; en árboles de tres años el gasto es de 6.0 L/árbol; en árboles de cuatro años de edad con o sin cambio de cultivar, el gasto es de 8.0 L/árbol (Cuadro 5.3).

#### 5.4.3.2. Poda progresiva de ramas principales.

**Costo de la poda.** Para obtener los gastos generados por este tipo de poda, se consideró que dos personas podan 15 árboles en una jornada de ocho horas/día, incluyendo el picado de las ramas podadas. El costo por jornal fue de \$ 120.00 y el cálculo se hizo para un huerto establecido a 10 x 10 m (100 árboles/ha). La renta de una motosierra corta fue de \$ 100.00 por día.

**Gasto de agua para aspersiones.** Se consideró el gasto diferencial de agua utilizada para realizar una aspersión foliar en un huerto con árboles de 25 años de edad con y sin este tipo de poda. En la que los árboles sin podar gastan 3.5 L/árbol y los árboles con poda progresiva gastan 2.5 L/árbol, el número de aspersiones consideradas fue de cuatro al año. En el caso de árboles podados la aspersión se realizó en la parte no podada del árbol. Dicha información fue proporcionada por el propietario del huerto.

#### 5.4.3.3. Poda en "pino" y "muralla".

**Costo de la poda.** Para realizar esta evaluación se consideró que dos personas podan 20 árboles en una jornada de ocho horas, incluyendo el picado de las ramas podadas: Se requieren 26 jornales aproximadamente para podar un huerto de una hectárea establecido a 6 x 6 (276 árboles/ha). Dentro de este análisis se consideró también un costo por jornal de \$ 150.00 (el costo del jornal varía con las localidades). La renta de la motosierra tuvo un costo de \$ 100.00 por día. Para llevar a cabo la poda se ocuparon dos motosierras, una corta y una telescópica, por lo que la renta del equipo fue de \$ 200.00 por día.

**Gasto de agua para aspersiones.** Se calculó el gasto de agua necesario para realizar las aspersiones foliares en árboles con poda en forma de "pino" y en forma de "muralla", en las que el consumo de agua para realizar las aspersiones en los dos tipos de poda fue de 3.0 L/árbol, y se consideraron cuatro aspersiones al año. La información fue proporcionada por el propietario del huerto en estudio.

#### **3.4.3.4. Relación beneficio-costo para cada tipo de poda.**

En cada uno de los árboles y huertos en evaluación, se obtuvo el rendimiento total de fruto. En el caso de los árboles que recibieron poda progresiva, en forma de pino y en forma de muralla, se calculó la proporción de fruto en los diferentes tamaños. Con este propósito, se obtuvo el peso individual de 100 frutos por árbol seleccionados al azar. Los intervalos de peso utilizados fueron los de la empacadora de la USPR Aguacate Hass de Nayarit: canica (<135 g), segunda (135-169 g), primera (170-210 g), extra (211-265 g) y súper extra (>266 g).

Los precios que se pagan por cada tamaño de fruto son diferentes. Los tamaños canica (C) y segunda (S) se consideraron a un precio más bajo (\$ 2.00 por kilogramo); los tamaños primera (P), extra (E) y súper extra (SE) se calcularon a \$ 7.00 por kilogramo. Estos precios son los que se utilizaron para calcular los costos y beneficios de la poda.

## 5.5. Resultados

### 5.5.1. Poda de rejuvenecimiento con cambio de cultivar.

**Costo de la poda.** Se necesitaron 30 jornales (dos por día) para realizar una poda de rejuvenecimiento, incluyendo el picado de ramas podadas, en un huerto de 1 ha, establecido a 8 x 8 m. El costo de la poda de rejuvenecimiento fue de \$ 3,600.00/ha, si el productor contaba con motosierra. Cuando se rentó el equipo se sumaron 100.00/día (15 días para podar 1 ha), por lo que el costo total de la poda fue \$ 5,100.00/ha. Para el cambio del cultivar se necesitaron tres injertos por árbol podado, con un costo de \$ 5.00 por injerto; esto hizo un total de 469 injertos/ha, lo cual generó un costo de \$ 2,345.00/ha. El costo total por hectárea de la poda y el cambio de cultivar fue \$ 7,445.00 (Cuadro 5-1).

**Relación beneficio-costo.** El ingreso neto depende del rendimiento de fruto expresado en ton/ha, tanto para árboles podados, como sin podar. La evaluación aquí descrita se llevó a cabo tres años después del cambio de cultivar reinjertado. Se observó una sensible baja en el rendimiento total de fruto del cv. Hass, de más de 75% respecto al control ('Choquette' sin podar). Los árboles podados e injertados con 'Hass' presentaron un rendimiento de 2,569 kg/ha, en tanto que los árboles 'Choquette' no podados produjeron 23,437 kg/ha. El precio del fruto de aguacate en huerta fue de \$ 5.00/kg para aguacate 'Hass' y de \$ 1.00/kg para 'Choquette'. Por lo que el ingreso bruto fue de \$ 12,845 y \$ 23,437 por hectárea para árboles podados y control respectivamente. Tomando en consideración el costo de la poda e injerto (\$ 7,445/ha), el ingreso neto es de \$ 5,400/ha para árboles podados e injertados; el ingreso neto de control, es igual al ingreso bruto ya que no tiene gastos adicionales. Tomando en cuenta el costo de la poda más la injertación y el precio del fruto se presentó una pérdida de \$ 12,995.00/ha con respecto al control, por realizar este tipo de poda (Cuadro 5-2).

**Gasto de agua para aspersiones.** Se requieren 20 litros de agua para realizar una aspersión foliar a un árbol de 25 años de edad. A los tres años de realizada la poda de rejuvenecimiento y el cambio de cultivar, se requieren 8 litros de agua/árbol para la aspersión foliar; lo que representa un ahorro del 60% de la solución agroquímica a aplicar. Este ahorro es por cada aplicación que realice el productor durante esa etapa de desarrollo del cultivo (Cuadro 5-3).

### **5.5.2. Poda de rejuvenecimiento, sin cambio de cultivar.**

**Costo de la poda.** Se requieren 30 jornales (dos por día) para realizar una poda de rejuvenecimiento, incluyendo el picado de ramas podadas, en un huerto de una ha, con árboles de más de 20 años de edad, establecida a 8 X 8. El costo del jornal fue de \$ 120.00, por lo que el costo de esta actividad fue de \$ 3,600.00/ha, si el productor cuenta con motosierra. Cuando se renta equipo se suman 100.00/día (15 días para podar un ha), por lo que el costo de la renta de la motosierra es de \$ 1,500.00, esto genera un costo de poda total de \$ 5,100.00/ha (Cuadro 5-4).

**Relación beneficio costo.** No hubo producción de fruto en el año que se realizó la poda, ni al año siguiente. El control presentó un rendimiento de 2.35 kg/ha, por lo que, para el año de la poda, se tiene una pérdida en el ingreso igual al precio de la fruta producida por el control más el costo de la poda (\$ 5,100.00); el precio de la fruta fue de \$ 5.00/kg, por lo que la pérdida total en el ingreso para el año de la poda es de \$ 16,850.00/ha. El año siguiente al de la poda, la pérdida es de \$ 11,750.00/ha. Durante los años dos y tres posteriores a la poda, la pérdida en el ingreso es menor, ya que se tiene una producción de fruta (1.2 y menos de 2.0 ton/ha respectivamente); las pérdidas para esos dos años son de \$ 5,770.00 y \$2,165.00/ha respectivamente. En el año cuatro, la producción de fruto de los árboles podados fue superior al control, por lo que el ingreso en ese año fue \$ 58,365.00 superior al control. La pérdida acumulada por la poda de rejuvenecimiento fue para el año cero de \$ 16,850, para el año uno de \$ 28,600, para el año dos de \$ 34,370, para el año tres de \$ 36,535 y para el año cuatro, se recuperó la pérdida acumulada y se tuvo una ganancia de \$ 21,830 (cuadro 5-5)

**Gasto de agua para aspersiones.** Se tuvo un ahorro del 60.0% en el gasto generado por las aspersiones foliares con productos químicos a los cuatro años de edad. En los huertos con árboles de menor edad el ahorro aumentó, ya que, a menor área foliar mayor ahorro de agua para aspersiones foliares, en comparación con el gasto generado en los árboles adultos de 25 años de edad y sin podar, este ahorro es por cada aplicación que realice el productor durante el ciclo del cultivo (cuadro 5-3).

### **5.5.3. Poda progresiva de ramas principales en árboles adultos.**

**Costo de la poda.** Este tipo de poda se debe de realizar de forma manual; se requieren de 14 jornales para podar una hectárea en siete días, trabajando dos personas por día, en un huerto establecido a 10 X 10 (100 árboles/ha), con un costo de \$ 23.80/árbol y un costo total de \$ 2,380.00, de los cuales 1,600.00 son de la poda y 700.00 de la renta de una motosierra corta a \$ 100.00 por día (Cuadro 5-6).

**Relación beneficio costo.** Al realizar esta poda no se observó una diferencia apreciable en el rendimiento total de fruto. El rendimiento fue de 2.35 ton/ha para árboles sin podar y para árboles podados de 2.73. La producción de frutos de mayor tamaño (P+E+SE) se incrementó con la poda progresiva, y la producción de fruto de tamaño pequeño (C+S) fue mayor en los árboles sin podar (Control). Considerando los precios diferenciales para ambos grupos de tamaño de fruto, el ingreso neto fue de \$ 12,550 y 15,280 para árboles control y árboles podados respectivamente, con un aumento en el ingreso de \$ 2,730 por ha (Cuadro 5-7).

**Gasto de agua para aspersiones.** En cuanto al gasto de agua con productos químicos generado para las aspersiones foliares, en árboles adultos de 25 años de edad sin podar se utilizan 20.0 litro por árbol, con un gasto de 2,000 L/ha y en los árboles con poda progresiva el gasto es de 10.0 L/árbol, esto equivale a 1,000 L/ha, en cada una de las aplicaciones que se realicen al año, este gasto en la poda progresiva generó un ahorro del 50.0% en cada una de las aplicaciones foliares (Cuadro 5-3).

### **5.5.4. Poda en forma de "pino" y "muralla".**

**Costo de la poda.** Para realizar alguna poda de estos tipos (pino o muralla), se necesitan 26 jornales (dos/día) para podar una ha de árboles plantados a 6 x 6 m (256 árboles/ha), con un gasto de \$ 3,900.00 cuando se cuenta con el equipo necesario y cuando se necesita rentar el equipo se incrementan \$ 2,600.00, generando un gasto total de \$ 6,500.00/ha, con un costo para podar de \$ 23.43/ árbol (Cuadro 5-8).

**Relación beneficio costo.** El rendimiento total de fruto en árboles que recibieron poda de muralla y pino se incrementó de 21.85 en el control a 28.72 y 27.26 ton/ha, al igual que la producción de frutos de tamaño P+E+SE (11.2 en el control a 13.09 y 17.38 ton/ha). Tomando en cuenta los precios diferenciales para ambos tamaños de fruto, el ingreso bruto fue de \$

99,700, \$ 122,890 y \$ 141,420, para árboles control, y árboles podados en muralla y pino respectivamente. Considerando el costo de la poda (\$ 6,500/ha) el ingreso neto para la poda de muralla y pino fue de \$ 116,390/ha y \$ 134,920/ha, lo que representa un aumento en el ingreso de \$ 16,690/ha y \$ 35,220/ha (Cuadro 5-9).

**Gasto de agua para aspersiones.** En cuanto al gasto de agua con productos químicos para la aplicación de aspersiones foliares, para asperjar árboles con alguno de estos dos tipos de poda ("pino" y "muralla", a 6 x 6 m, 277.77 árboles/ha), se utilizan 3 litros para su aspersión y los árboles de 25 años de edad sin podar (a 10 x 10 m, 100 árboles/ha) necesitan 20 litros por árbol en cada una de la aplicaciones foliares; lo que genera un ahorro del 60.0%, en la aplicación foliar en árboles con alguna de estas podas (Cuadro 5-3), este ahorro es por cada aplicación que realice el productor durante el ciclo del cultivo.

## 5.6. Discusión

Las podas de rejuvenecimiento que realiza frecuentemente el productor en Nayarit, limitan el rendimiento durante los primeros tres años, lo que representa una fuerte pérdida del ingreso del productor.

Las podas de rejuvenecimiento, con y sin cambio de cultivar presentaron rendimientos nulos en el año de la poda y en el siguiente. A los dos y tres años después de la poda los rendimientos todavía fueron muy bajos, 1.196 y 1.917 ton/ha, lo cual fue resultado del crecimiento vegetativo intenso producido por la dominancia apical de las ramas y de que la mayoría de las reservas localizadas en la raíz y en tronco fueron destinadas hacia el crecimiento vegetativo, estimulado por la presencia de luz y la poda severa de las ramas primarias (Bender, 1994).

Contrario a lo esperado por muchos productores de aguacate, la poda progresiva no disminuyó el rendimiento de fruto. Además, la poda progresiva aumentó la producción de fruto de los tamaños primera, extra y súper extra. Esto pudo ser debido a que la brotación vegetativa no fue tan intensa, ya que las ramas principales de la copa del árbol que no fueron podadas diluyeron el vigor y la dominancia apical (Stassen et al., 1995). Además al permitir el paso de luz a la mitad de la copa que permanece en el árbol, se estimuló la floración y el crecimiento de fruto (Whiley et al., 1988).

El costo de la poda progresiva no afectó el ingreso neto de manera importante, de tal manera que el beneficio neto fue de 2.73 mil pesos por hectárea, en el año mismo de la poda. Esta situación contrastó con la poda de rejuvenecimiento, que no presentaron cosecha en el primer año de la poda. La poda progresiva parece ser la opción más viable para huertos cuyas ramas principales están desnudas y las copas han formado un "techo" o "sombrija" a gran altura.

Las podas en "pino" y "muralla" tuvieron un efecto similar a la poda progresiva. Árboles de 10 a 12 años, plantados a mayor densidad (6 x 6 m) al ser podados incrementaron también su rendimiento total y el tamaño del fruto. Esta respuesta fue debida a las mismas razones que las mencionadas para la poda progresiva, el amortiguamiento del vigor que se produce como respuesta a la poda de parte de la copa del árbol no podada.

El beneficio neto de la poda en muralla y pino fue de \$ 16,690 y \$ 35,220 respectivamente en el mismo año de la poda. Esto representó una buena opción para el productor, ya que se mantiene control sobre la altura del árbol, sin reducir el rendimiento y el ingreso económico. Estos tipos de poda pueden emplearse en huertos que todavía poseen follaje en la parte media de la copa del árbol.

La poda en "muralla" y en "pino" pudiera realizarse utilizando podadora mecánica, sin embargo, debido a las condiciones topográficas en las que se cultiva el aguacate en Nayarit, esto no es posible, por lo que se tienen que realizar en forma manual.

## 5.7. Conclusiones

1. La poda progresiva resultó muy buena alternativa para regresar a la alta productividad a huertos avejentados, sombreados y con ramas primarias desnudas, ya que controló el tamaño del árbol, no redujo el rendimiento de fruto pero incrementó su tamaño así como el ingreso económico del productor.
2. La poda en forma de "pino" o de "muralla", fue una excelente opción para mantener bajo control el porte de los árboles que todavía son productivos y de 12 a 15 años de edad, ya que aumentó el rendimiento y tamaño del fruto, comparado con el control.
3. La poda de "pino" presentó un mayor ingreso neto por hectárea (\$ 35,220) que la poda de "muralla" (\$ 16,690).
4. La poda de rejuvenecimiento no fue redituable para el productor, ya que limitó la producción de fruto desde el año en que se realizó la poda hasta tres años después. El rendimiento de fruto fue más de cuatro veces mayor en árboles podados que en los árboles control hasta el cuarto año después de la poda (10.481 y 2.35 ton/ha respectivamente). Este rendimiento permitió recuperar la pérdida acumulada y tener una ganancia de \$ 21,830.

## 5.8. Literatura Citada

- Almaguer V., G. 1998. Principios de fruticultura. Serie Textos agronómicos. Editorial Mundo-Prensa. 3ª Edición. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 370 p.
- Bender, G. 1994. Thinning and pruning can increase production. *California Grower* 18(12):21-22.
- Davie, S.J., P. Stassen, and W.M. Snijder B. 1995. Girdling avocado trees for improved production. *South African Avocado Growers' Assn.* No 18:51-53
- Hallé F., R., A. Oldeman, and P. B. Tomlinson. 1978. Tropical trees and forest and architectural analysis. Springer-Verlag. 441 p.
- INEGI. 2004. Anuario Estadístico Nayarit. Año Agrícola 2001-2002.
- Partida, G. 1997. Avocado canopy management for greater yield and orchards efficiency. *California Avocado Soc. Yrbk.* 80:117-131.
- Razeto, B. 1999. Para entender la Fruticultura, 3era Edición. Ed. Vértigo, Santiago, Chile. 303 pp.
- Rodríguez, S.F. 1982. El Aguacate. Ed. Agt. 1ª Edición. México. 167 p.
- SAGARPA. 2001. Sistema de Información Agropecuaria de Consulta 1998-2000 (SIACON). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México
- Stassen, P.J.C. 1999. Revitalizing avocado jungles. *Grower Resources-Proc. of avocado brainstorming.* Stellenbosch, Republic of South Africa. pp. 63-65.
- Stassen, P.J.C., S.J. Davie, and B. Snijder. 1995. Training young Hass Avocado trees into a central leader for accommodation in higher density orchards. *Proc. Third World Avocado Congress III, 1995:251-254.*
- Whiley, A.W., J.B. Saranah, B.W. Cull, and K.G. Pegg. 1988. Manage avocado tree growth cycles for productivity gains. *Qld. Agric. J.* 114(1):29-36.
- Wolstenholme, B.N. 1988. An overview of avocado technology towards 2000. *Aust. Avocado Growers' Federation Bicentennial Conference.* pp. 4-13.

**Cuadro 5-1.** Gastos generados en un huerto de aguacate al que se aplicó poda de rejuvenecimiento más cambio de cultivar. Huerto establecido a 8 x 8 (156 árboles/ha). La Yerba, 2004.

Jornales /ha	Costo /jornal (\$)	Días para podar 1 ha	Injertos /ha	Costo /injerto (\$)	Renta de equipo (\$) /día	Costo /árbol (\$)	Costo por actividad (\$)
30	120	15	-	-	-	47.72	3,600
			469	5.00	-	-	2,345
					100.00	-	1,500
TOTAL							7,445

**Cuadro 5-2.** Comparación económica de la poda de rejuvenecimiento, con cambio de cultivar (de 'Choquette' a 'Hass') en árboles de aguacate, tres años después de injertado. Huerto establecido a 8 x 8 (156 árboles/ha). La Yerba, 2004.

Concepto	Poda de rejuvenecimiento más cambio de cultivar	Control ('Choquette' sin podar)
Residimiento de fruto (ton/ha)	2,569	23,437
Precio (\$/ton)	5,000	1,000
Ingreso bruto (\$/ha)	12,845	23,437
Costo de poda + injertos (\$)	7,445	0
Ingreso neto (\$/ha)	5,400	23,437
Pérdida con la poda más cambio de cultivar (\$/ha)	-12,955	-

**Cuadro 5-3.** Gasto de agua para las aspersiones foliares con agroquímicos según el tipo de poda. Se consideraron huertos establecidos a 10 x 10 m (100 árboles/ha).

Tipo de poda	Litros / ha*	% de ahorro/ha
Rejuvenecimiento, con cambio de cultivar	800	60
Rejuvenecimiento, sin cambio de cultivar	-	-
- Cero años después de la poda	0	100
- Un año después de la poda	200	90
- Dos años después de la poda	400	80
- Tres años después de la poda	600	70
- Cuatro años después de la poda	800	60
Progresiva de ramas principales	1,000	50
En forma de "pino" y "muralla"	800	60
Control (árboles de 25 años de edad sin podar)	2,000	0

\* Gasto de agua para una aplicación

**Cuadro 5-4.** Gastos generados por la poda de rejuvenecimiento sin cambio de cultivar, en un huerto de aguacate 'Hass' establecido a 8 x 8 m (156 árboles/ha). La Yerba, 2004.

Jornales/ha	Costo /jornal (\$)	Días para podar 1 ha	Renta de equipo /día (\$)	Costo/árbol (\$)	Costo por actividad (\$)
30	120.00	15	-	32.69	3,600
			100.00	-	1,500
Costo total					5,100

**Cuadro 5-5.** Comparación económica, durante los primeros cuatro años, de la poda de rejuvenecimiento sin cambio de cultivar, en árboles de aguacate 'Hass'. Huertos establecidos a 8 x 8 m (156 árboles/ha).

Concepto	Tiempo después de la poda (años)					Control (sin podar) <sup>y</sup>
	Año de la poda	Uno	Dos	Tres	Cuatro	
Rendimiento de fruto (ton/ha)	0	0	1.196	1.917	14.023	2.350
Pérdida de rendimiento acumulado (ton/ha)	2.350	4.700	5.854	6.287	-5.386	-
Precio (\$/ton) <sup>z</sup>	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
Ingreso bruto (\$/ha)	0	0	5,980	9,585	70,115	11.750
Costo de la poda de rejuvenecimiento (\$)	5,100	-	-	-	-	-
Ingreso neto (\$/ha)	-5,100	0	5,980	9,585	70,115	11.750
Pérdida anual por la poda de rejuvenec. (\$/ha)	16.850	11.750	5.770	2.165	+58.365	-
Pérdida acumulada por la poda de rejuvenec. (\$/ha)	16.850	28.600	34.370	36.535	+21.830	-

<sup>z</sup> Precio del fruto sin distinción del tamaño.

<sup>y</sup> Árboles de aguacate 'Hass', 25 años de edad, sin podar. Huerto La Yerba.

Cuadro 5-6. Gastos generados por la poda progresiva de ramas principales en árboles de aguacate 'Hass' establecidos a 10 x 10 m (100 árboles/ha.). La Yerba, 2004.

Jornales/ha	Costo/jornal (\$)	Días para poda una ha	Renta de equipo (\$)	Costo/árbol \$	Costo por actividad (\$)
14	120.00	7	-	23.80	1,680
			100	7.00	700
Costo total (\$)					2,380

Cuadro 5-7. Rentabilidad de la poda progresiva de ramas principales en árboles de aguacate 'Hass' de 25 años de edad, según el rendimiento y tamaño de fruto de la primera cosecha después de la poda, obtenida de la mitad de la copa no podada. Huerto establecido a 10 x 10 m (100 árboles/ha)<sup>2</sup>. Huerto La Yerba, 2004.

Concepto	Tratamiento	
	Control (sin poda)	Poda progresiva
Rendimiento de fruto (ton/ha)	2.35	2.73
Producción tamaño P+E+SE (ton/ha)	1.57	2.44
Precio del fruto (\$/ton)	7,000	7,000
<i>Ingreso bruto (\$/ha)</i>	10,990	17,080
Producción tamaño C+S (ton/ha)	0.78	0.29
Precio del fruto (\$/ton)	2,000	2,000
<i>Ingreso bruto (\$/ha)</i>	1,560	580
Ingreso bruto (P+E+SE) + (C+S) (\$/ha)	12,550	17,660
Costo de la poda progresiva (\$/ha)	0.00	2,380
<i>Ingreso neto total (\$/ha)</i>	12,550	15,280
Beneficio neto por usar la poda progresiva (\$/ha)	-	2,730

<sup>2</sup> Poda realizada en Junio 2004, cosecha en Enero 2005.

Cuadro 5-8. Gastos generados por la poda en forma de "pino" o "muralla", en un huerto de aguacate 'Hass' establecido a 6 x 6 m (275 árboles /ha). Platanitos, 2004.

Jornales/ha	Costo/jornal (\$)	Días para podar 1 ha	Renta de equipo (\$)	Costo/árbol (\$)	Costo por actividad (\$)
26	150	13	-	23.42	3,900
			200 <sup>2</sup>	9.46	2,600
				Costo total (\$)	6,500

<sup>2</sup> Renta diaria de dos motosierras (corta y telescópica).

Cuadro 5-9. Rentabilidad de la poda en "pino" y en "muralla" en árboles de aguacate 'Hass', según el rendimiento y tamaño de fruto de la primera cosecha después de la poda. Huerto establecido a 6 x 6 m (277 árboles/ha)<sup>2</sup>.

Concepto	Tratamientos <sup>2</sup>		
	Control (sin podar)	Poda en "Pino"	Poda en "Muralla"
Rendimiento de fruto (ton/ha)	21.85	27.26	28.72
Producción tamaño P+E+SE (ton/ha)	11.20	17.38	13.09
Precio del fruto (\$/ton)	7,000	7,000	7,000
<i>Ingreso bruto (\$/ha)</i>	78,400	121,660	91,630
Producción tamaño C+S (ton/ha)	10.65	9.88	15.63
Precio del fruto (\$/ton)	2,000	2,000	2,000
<i>Ingreso bruto (\$/ha)</i>	21,300	19,760	31,260
Ingreso bruto (P+E+SE) + (C+S) (\$/ha)	99,700	141,420	122,890
Costo de la poda (\$/ha)	0.00	6,500	6,500
<i>Ingreso neto (\$/ha)</i>	99,700	134,920	116,390
<b>Beneficio neto por usar la poda (\$/ha)</b>	-	35,220	16,690

<sup>2</sup> Poda realizada en Diciembre 2003; cosecha en Diciembre 2004