



**COLEGIO DE POSTGRADUADOS**  
INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

**CAMPUS MONTECILLO**

**POSTGRADO DE RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD**

**FRUTICULTURA**

**EFFECTO DE LA CARGA DE FRUTOS EN EL  
CRECIMIENTO VEGETATIVO, REPRODUCTIVO, Y  
DINÁMICA NUTRIMENTAL EN ÁRBOLES DE AGUACATE  
'HASS'**

**IVAN MAYAHUA QUIAHUA**

**T E S I S**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL**

**PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO**

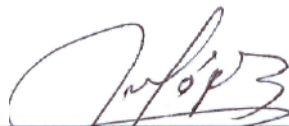
**2010**

La presente tesis titulada EFECTO DE LA CARGA DE FRUTOS EN EL CRECIMIENTO VEGETATIVO, REPRODUCTIVO, Y DINÁMICA NUTRIMENTAL EN ÁRBOLES DE AGUACATE 'HASS', realizada por el alumno IVAN MAYAHUA QUIAHUA, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS  
RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD  
FRUTICULTURA

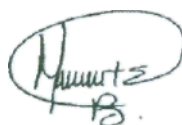
CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO



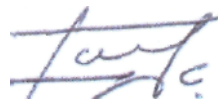
DR. ALFREDO LOPEZ JIMÉNEZ

ASESOR



DRA. MARÍA DE LA CRUZ ESPÍNDOLA BARQUERA

ASESOR



M.C. DAVID JAÉN CONTRERAS

## DEDICATORIAS

A mi madre Leonor, por haberme apoyado en todo este tiempo de la vida, por ponerme siempre el ejemplo de ser y estar.

A mi esposa Rosaisela y a mi hija Camila, dos motivos por el cual hice la maestría...

A mis hermanos Dulce y Osvaldo, que siempre están ahí...motivando el día a día.

A toda mi familia, tíos, tías, abuela, abuelo, primos...

A Homero...compañía incondicional

A todos los amigos de ayer, hoy....y que siguen siendo...

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por haberme apoyado durante dos años con la beca para realizar los estudios, estas instituciones deben prevalecer siempre en cualquier sociedad.

Al Colegio de Postgraduados campus Montecillo, por darme todas las facilidades para realizar los estudios de maestría, una excelente institución.

Al instituto del IREGEP, especialmente al área Fruticultura, por haberme dado todas las facilidades.

A mi consejo particular, que sin duda no hubiera hecho nada durante dos años sin ellos, siempre disponibles para cualquier duda, mostrando el camino a seguir: Dr. Alfredo López Jiménez, Dra. María de la Cruz Espíndola, al M.C. David Jaén Contreras.

A la Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX, S. C. por darme las facilidades de trabajar en la huerta de aguacate en el campo experimental “La Labor”.

Al laboratorio de Nutrición con el M.C. David Jaén Contreras y el Sr. Arturo Veloz, por siempre estar dispuestos para la realización de los análisis que implicaron este proyecto de investigación.

A todos los amigos del colegio que en sobradas ocasiones ofrecieron su ayuda para realizar actividades del proyecto, pero que además siempre hicieron el ambiente más armónico: María Emma, Moisés, Alejandro, Goyo Luna, Rusbel, Ángel, Marcos, Héctor.

A Olga y a Rocío, secretarias de Fruticultura, hasta el último momento, en verdad muchas gracias.

A todos los trabajadores del huerto de Fruticultura, que siempre mostraron disposición, pero sobre todo camaradería.

## Resumen

Con el propósito de identificar la relación de la carga de frutos de árboles de aguacate 'Hass' en los flujos vegetativos, tipo de inflorescencias y dinámica nutrimental durante el inmediato ciclo de producción, se realizó de marzo 2007 a marzo del 2008 este estudio en un huerto ubicado en Temascaltepec, Edo. Mex. Se utilizaron 30 árboles, los cuales fueron catalogados de acuerdo a su última cosecha (2006) para formar tres tratamientos, 1) tratamiento carga alta (TCA) ( $\leq 100$  kg árbol<sup>-1</sup>), 2) tratamiento de carga baja (TCB) ( $>50$  kg árbol<sup>-1</sup>) y 3) tratamiento carga intermedia (TCI) (50 -100 kg árbol<sup>-1</sup>). Los árboles emitieron tres flujos vegetativos, en invierno, verano y otoño. El efecto residual de la carga de frutos alta, se manifestó en mayor número de inflorescencias en comparación a TCI y TCB. Las inflorescencias indeterminadas, fueron de mayor proporción que las determinadas. Con relación a la dinámica nutrimental del aguacate 'Hass', sabemos que está influida por factores como manejo del huerto, condiciones ambientales, del suelo, fenología del cultivo y la carga de frutos. Se determinaron las concentraciones de N, P K, Ca, Mg, Mn, Cu, Zn, Fe y B en hojas de flujo de invierno y verano de los tratamientos TCA, TCI, y TCB. La concentración de N fue igual en los tres tratamientos en ambos flujos; lo mismo ocurrió para P, Mg y Zn. Respecto a K, se encontró que el TCA y TCB resultan superiores al TCI en el mes de mayo, en flujo de invierno. Para Ca, se observó que el TCA y TCI son superiores al TCB, en el mes de enero en el flujo de invierno; en el flujo de verano, TCI y TCB son superiores en agosto y noviembre respectivamente. Para Mn, el TCI es superior en febrero (flujo de invierno); y TCI es superior en julio y febrero en flujo de verano. Cu tuvo una concentración superior en el TCI y TCB en el mes de noviembre, y en enero, en el TCB para el flujo de invierno; en el flujo de verano el TCB es superior en julio, agosto y enero. Fe (flujo de Invierno), tiene una mayor concentración en el mes de enero en al TCB, y TCI es superior en febrero. Respecto a B, el TCB fue superior en junio en el flujo de invierno.

Palabras clave: Flujo vegetativo, dinámica nutrimental, floración, alternancia productiva

## Abstrac

In order to identify the relationship of the crop load in the flush vegetative, type of inflorescence and nutrient seasonal variation, took place from March 2007 to March 2008, this study in an orchard located in Temascaltepec, Edo. Mex. Were used 30 trees which were classified according to their last harvest to design the treatments, 1) High cop load treatment (TCA) ( $\square 100 \text{ kg tree}^{-1}$ ), 2) Low crop load (TCB) ( $>50 \text{ kg tree}^{-1}$ ), and 3) Intermediate crop load (TCI) ( $50 -100 \text{ kg tree}^{-1}$ ). Trees issued three vegetative flushes in winter, summer and autumn. The residual effect of high crop load, there was a greater number of clusters compared with TCI and TCB. Indeterminate inflorescences were proportionally greater than those measured. Indeterminate inflorescences were proportionally greater than those measured. With regard to the nutrient dynamics of 'Hass' avocado, we know that is influenced by factors such as orchard management, environmental conditions, soil, plant phenology and crop load. The concentrations of N, P, K, Ca, Mg, Mn, Cu, Zn, Fe and B in leaves of winter and summer flush respecting the treatment of TCA, TCI, TCB. The concentration of N was not different in the three treatments in both flush in the months of evaluation, that the same occurred for P, Mg and Zn. Respect to K, we found that the TCA and TCB are superior to TCI in the month of May in the winter flush. For Ca, we observed that the TCA and TCB TCI are higher than in January in the flow of winter flow in the summer, TCI and TCB are higher in August and November respectively. For Mn, the TCI is higher than in February (winter flush) and TCI is higher in July and February in summer flush. Cu concentration was higher in the TCI and TCB in the month of November and January in the TCB for the flush of winter flush in the summer the TCB is higher in July, August and January. Fe (Winter flush), has a higher concentration in the month of January in the TCB, TCI is higher than in February. Regarding B, the TCB was higher in June in the winter flush.

Keywords: Flush vegetative, nutrient seasonal variation flowering, alternate bearing

## INDICE DE CONTENIDO

<b>CAPITULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL.....</b>	<b>1</b>
1.1 Literatura Citada.....	5
<b>CAPITULO II. EFECTO DE LA CARGA DE FRUTOS EN EL CRECIMIENTO VEGETATIVO Y REPRODUCTIVO EN ÁRBOLES DE AGUACATE ‘HASS’ .....</b>	<b>7</b>
2.1Resumen.....	7
2.2 Abstract.....	8
2.3 Introducción.....	9
2.4 Revisión de Literatura.....	11
2.5 Materiales y Métodos.....	19
2.6 Resultados y Discusión.....	23
2.7 Conclusiones.....	32
2.8 Literatura citada.....	33
<b>CAPITULO III. DINÁMICA NUTRIMENTAL EN ÁRBOLES DE AGUACATE HASS EN TEMASCALTEPEC, EDO. MEX.....</b>	<b>36</b>
3.1 Resumen.....	36
3.2 Abstract.....	37
3.3 Introducción.....	38
3.4 Revisión de Literatura.....	41
3.5 Materiales y Métodos.....	52
3.6 Resultados y Discusión.....	55
3.7 Conclusiones.....	89

3.8 Literatura citada.....	91
<b>CAPITULO IV. DISCUSIÓN GENERAL.....</b>	<b>96</b>
4.1 Literatura citada.....	98
<b>CAPITULO V. APÉNDICE.....</b>	<b>99</b>



## INDICE DE CUADROS

<b>CAPITULO II</b>		<b>Página</b>
Cuadro 2.1	Rendimiento de los árboles en estudio en los ciclos 2006-07 y 2007-08.....	19
Cuadro 2.2	Promedio de brotes vegetativos por rama de 1m de longitud, por tratamiento y por flujo en Temascaltepc, Edo. de México. 2007.....	22
Cuadro 2.3	Número y tipo de inflorescencia en 4 ramas por árbol, flujo y tratamiento.....	25
Cuadro 2.4	Flujo de crecimiento y tipo de inflorescencia emitida en cada flujo por 4 ramas.....	27
Cuadro 2.5	Número de brotes por árbol (4 ramas), flujo y por tratamiento en el invierno 2006-2007 y verano 2007.....	27
<b>CAPITULO III</b>		
Cuadro 3.1.	Niveles de abastecimiento nutrimental sugeridos por Emblenton y Jones (1966), para determinar el estado nutrimental del árbol de aguacate.....	48

## INDICE DE FIGURAS

### CAPITULO II

Página

Figura 2.1	<b>Fenología del aguacatero 'Hass' en Temascaltepec, Edo. Mex. 2007-2008. La floración de agosto-septiembre fue casi nula (solo 3-4 inflorescencias).....</b>	23
------------	---	----

### CAPITULO III

Figura 3.1	<b>Fenología del aguacate cv Hass ubicado en Temascaltepec Edo. Mex. y época de colectas de muestras foliares por flujo.....</b>	52
Figura 3.2	<b>Dinámica nutrimental de N en tres tratamientos en un año de evaluación del flujo de invierno.....</b>	56
Figura 3.3	<b>Dinámica nutrimental de N en tres tratamientos en un año de evaluación del flujo de verano.....</b>	58
Figura 3.4	<b>Dinámica nutrimental de P en tres tratamientos en un año de evaluación del flujo de invierno.....</b>	60
Figura 3.5	<b>Dinámica nutrimental de P en tres tratamientos en un año de evaluación del flujo de verano.....</b>	61
Figura 3.6	<b>Dinámica nutrimental de K en tres tratamientos en un año de evaluación del flujo de invierno.....</b>	63
Figura 3.7	<b>Dinámica nutrimental de K en tres tratamientos en un año de evaluación del flujo de verano.....</b>	65
Figura 3.8	<b>Dinámica nutrimental de Ca en tres tratamientos en un año de evaluación del flujo de invierno.....</b>	67
Figura 3.9	<b>Dinámica nutrimental de Ca en tres tratamientos en un año de evaluación del flujo de verano.....</b>	68
Figura 3.10	<b>Dinámica nutrimental de Mg en tres tratamientos en un año de evaluación del flujo de invierno.....</b>	70
Figura 3.11	<b>Dinámica nutrimental de Mg en tres tratamientos en un año de evaluación del flujo de verano.....</b>	72
Figura 3.12	<b>Dinámica nutrimental de Mn en tres tratamientos en un año de evaluación del flujo de invierno.....</b>	74
Figura 3.13	<b>Dinámica nutrimental de Mn en tres tratamientos en un año de evaluación del flujo de verano.....</b>	75
Figura 3.14	<b>Dinámica nutrimental de Cu en tres tratamientos en un año de evaluación del flujo de invierno.....</b>	77
Figura 3.15	<b>Dinámica nutrimental de Cu en tres tratamientos en un año de evaluación del flujo de verano.....</b>	79
Figura 3.16	<b>Dinámica nutrimental de Zn en tres tratamientos en un</b>	

	año de evaluación del flujo de invierno.....	81
Figura 3.17	<b>Dinámica nutricional de Zn</b> en tres tratamientos en un año de evaluación del flujo de verano.....	82
Figura 3.18	<b>Dinámica nutricional de Fe</b> en tres tratamientos en un año de evaluación del flujo de invierno.....	84
Figura 3.19	<b>Dinámica nutricional de Fe</b> en tres tratamientos en un año de evaluación del flujo de verano.....	85
Figura 3.20	<b>Dinámica nutricional de B</b> en tres tratamientos en un año de evaluación del flujo de invierno.....	87
Figura 3.21	<b>Dinámica nutricional de B</b> en tres tratamientos en un año de evaluación del flujo de verano.....	88

## INDICE DE APÉNDICE

<b>Cuadro</b>		<b>Página</b>
Cuadro A3.2	Concentración (%) de N en los meses de evaluación del flujo de verano.....	99
Cuadro A3.3	Concentración (%) de N en los meses de evaluación del flujo de verano.....	99
Cuadro A3.4	Concentración (%) de P en los meses de evaluación del flujo de invierno.....	99
Cuadro A3.5	Concentración (%) de P en los meses de evaluación del flujo de verano.....	100
Cuadro A3.6	Concentración (%) de K en los meses de evaluación del flujo de invierno.....	100
Cuadro A3.7	Concentración de (%) de K en los meses de evaluación del flujo de verano.....	100
Cuadro A3.8	Concentración de (%) de Ca en los meses de evaluación del flujo de invierno.....	101
Cuadro A3.9.	Concentración (%) de Ca en los meses de evaluación del flujo de verano.....	101
Cuadro A3.10	Concentración (%) de Mg en los meses de evaluación del flujo de invierno.....	101
Cuadro A3.11	Concentración (%) de Mg en los meses de evaluación del flujo de verano.....	102
Cuadro A3.12	Concentración (%) de Mn en los meses de evaluación del flujo de invierno.....	102
Cuadro A3.13	Concentración (ppm) de Mn en los meses de evaluación del flujo de verano.....	102
Cuadro A3.14	Concentración (ppm) de Cu en los meses de evaluación del flujo de invierno.....	103
Cuadro A3.15	Concentración (ppm) de Cu en los meses de evaluación del flujo de verano.....	103
Cuadro A3.16	Concentración (ppm) de Zn en los meses de evaluación del flujo de invierno.....	103
Cuadro A3.17	Concentración (ppm) de Zn en los meses de evaluación del flujo de verano.....	104
Cuadro A3.18	Concentración (ppm) de Fe en los meses de evaluación del flujo de invierno.....	104
Cuadro A3.19	Concentración (ppm) de Fe en los meses de evaluación del flujo de verano.....	104
Cuadro A3.20	Concentración (ppm) de B en los meses de	

	evaluación del flujo de invierno.....	105
Cuadro A3.21	Concentración (ppm) de B en los meses de evaluación del flujo de verano.....	105

## CAPITULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL

La alternancia productiva es un problema fisiológico común para muchas especies frutícolas comerciales, se caracteriza por un año de alta producción (“on”), seguido por uno o más años de bajo rendimiento (“off”) (Bukovac, *et al.*, 2006). En aguacate, una fuerte promoción de brotes vegetativos produce una baja producción de inflorescencias en un año con abundante producción de fruta, y lo contrario ocurre para el año de cosecha escasa, resultando en una gran producción de inflorescencias y escasos brotes vegetativos (Salazar-García y Lovatt, 2000).

La alternancia puede ser iniciada por condiciones climáticas como heladas, altas temperaturas, sequía, que causan la abscisión de frutos y flores,. Una vez que inicia la alternancia, hay un efecto de carga de cosecha entre factores endógenos del árbol, que finalmente impacta la intensidad floral y la producción de fruta (Lovatt, 2005).

En el cultivo del aguacate, la alternancia es un problema importante, pues puede presentar de uno a seis flujos vegetativos por año, dependiendo de las condiciones ambientales, y este crecimiento cíclico puede acrecentar el fenómeno de alternancia (Thorp, 1992). La mayoría de las inflorescencias que produce el aguacatero son indeterminadas, las cuales terminan con una yema vegetativa y ocasionalmente, se forma un nuevo brote floral, y contribuyen con el 72.7 % del rendimiento del aguacatero ‘Hass’ (Salazar-García y Lovatt, 1998). Las inflorescencias determinadas son las que terminan con una yema floral, que amarran más fruta, pero en número son menores en un árbol de aguacate.

Una alta productividad en el año de cosecha “on” (66 kg/árbol/año), reduce significativamente la intensidad de floración para el siguiente año productivo

(Salazar-García *et al.*, 1998). Esta reducción fue asociada con una disminución de inflorescencias (13% del total brotes/rama). Además, se reporta que los brotes vegetativos de inflorescencias indeterminadas emitidos durante la primavera no producen fruta madura en el verano.

Por otra parte, la concentración de los macroelementos como N, P, K, en hojas de aguacatero, disminuye conforme tienen más edad, por el contrario, las concentraciones de Ca, Mg, Fe, Cu, y Zn, se incrementan (Gutiérrez, 1986). También se señala que para B, no varía significativamente con la etapa fenológica, aunque en la época de otoño-invierno, se pudo observar una pequeña baja del nivel en hojas. Esta época coincide con la floración de otoño y el amarre, así como también, en el inicio del crecimiento vegetativo de la época de invierno-primavera (dic-mar).

La etapa crítica del aguacatero en relación a demanda de nutrimentos es la época en donde hay traslape de la floración de otoño y la floración principal, que es en invierno, puesto que en esta etapa, la demanda por nutrimentos se incrementa para la formación, amarre y crecimiento de frutos (Gutiérrez, 1986).

Se sabe que los frutos en el cultivo del aguacatero, se caracterizan por su intensa demanda metabólica, ya que el fruto nunca para de crecer, independientemente de la velocidad de crecimiento, este es uno de los factores citados como posible explicación de la alternancia productiva (Wright, 1989).

Otros factor que modifica o influencia la dinámica nutrimental es el de las semillas, que son una fuente importante de hormonas en la planta, este factor se relaciona

con efectos negativos sobre floración y exacerbo de la alternancia productiva (Wright, 1989).

También, se dice que el nivel de almidón del brote es mayor a inicios del flujo de primavera en ambos años “on” y “off”, decreciendo este rápidamente así como el flujo ocurre y los niveles de azúcares en particular almidón en el brote, alcanzan las concentraciones más bajas al final del crecimiento del flujo de primavera (Robinson *et al.*, 2002).

Los carbohidratos juegan un papel muy importante en la promoción de brotes vegetativos y consecuentemente en inflorescencias, se dice que los carbohidratos se acumulan más en árboles de baja producción en un año, y para el siguiente, producen mucho más brotes vegetativos e inflorescencias, lo contrario para árboles que no acumulan carbohidratos debido a la demanda que tienen por la carga de frutos y producen menos brotes e inflorescencias (Scholefield *et al.*, 1985).

El problema acentuado de la alternancia productiva en las plantaciones de aguacate, motiva a expertos a realizar estudios en donde tratan de identificar los factores que influyen en este fenómeno, además de cómo se relacionan. Por esto, se realizó este trabajo con la finalidad de conocer cuál es la relación de la carga de frutos con el crecimiento vegetativo y reproductivo de árboles de aguacate ‘Hass’ y como es la dinámica nutrimental de macros y microelementos en estos árboles en un ciclo de producción (mes a mes), en condiciones ambientales del Estado de México.



El estudiar estos factores, resultara en un conocimiento que de bases para formar una estrategia con la finalidad de disminuir o combatir el fenómeno de la alternancia productiva.

## 1.1. Literatura Citada

- Bukovac, J. M., Sabbatini, P., Schwallier, G.P. 2006. Modifying alternate bearing of spur-type 'Delicious' apple with Ethephon. *HortScience* 41(7): 1606-1611.
- Gutiérrez R. N. 1986. Dinámica nutrimental en árboles de aguacate cv. Fuerte tratados contra *Phytophthora cinnamomi* Rands. Tesis Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México
- Wright, C. J. 1989. Interactions between vegetative and reproductive growth. In: Wright, C. J. (ed.) Manipulation of fruiting. pp. 15-27. Butterworths
- Lovatt J. C. 2005. Eliminating alternate bearing of the 'Hass' avocado. California Avocado Commission. 75-86.
- Robinson, P. W., Mickelbart M. V., Liu, X., Adams, C., Witney G., and Arpaia L. M. 2002. Development of a phenological of avocado tree growth in California. *Acta Hort.* 575 (2): 859-864.
- Salazar-García, S., and C. J. Lovatt. 2000. Use of GA<sub>3</sub> to manipulate flowering and yield of 'Hass' avocado. *Journal American Society Horticulturae Science.* 125:25-30.
- Salazar-García, S., Lord, E. M., Lovatt, C. J. 1998. Inflorescence and flower development of the 'Hass' avocado (*Persea americana* Mill.) during "on" and "off" crop years. *Journal American Society Horticulturae Science.* 123:537-544.
- Scholefield, P. B., M. Sedgley, and D. McE. Alexander. 1985. Carbohydrate cycling in relation to shoot growth, floral initiation and development and yield in the avocado. *Scientia Hort.* 275: 425-434.
- Thorp, T.G. 1992. A study of modular growth in avocado (*Persea Americana* Mill.) Ph.D. dissertation. Department of Horticultural, Viticulture and Oenology. Waite Agricultural Research Institute. The University of Adelaide, South Australia.

Wright, C. J. 1989. Interactions between vegetative and reproductive growth. In.  
Wright, C. J. (ed.) Manipulation of fruiting. pp. 15-27. Butterworths.

## **CAPITULO II. EFECTO DE LA CARGA DE FRUTOS EN EL CRECIMIENTO VEGETATIVO Y REPRODUCTIVO EN ÁRBOLES DE AGUACATE 'HASS'.**

### **2.1 Resumen**

El aguacate es un fruto muy importante en la dieta humana, además de que es un cultivo que genera una cantidad importante de empleos e ingresos económicos. Este frutal, de acuerdo al manejo y condiciones ambientales, puede desarrollar el fenómeno conocido como alternancia productiva, que provoca que en un año por consecuencia de algún factor (ambiental, plaga, suelo) produzca una cosecha abundante y al siguiente ciclo produce una cosecha modesta e inclusive nula. Con el propósito de identificar la relación de la carga de frutos de árboles de aguacate 'Hass' en los flujos vegetativos y en el tipo de inflorescencias, se realizó de marzo 2007 a marzo del 2008, un experimento en un huerto ubicado en Temascaltepec, Edo. Mex. Se utilizaron 30 árboles, los cuales fueron catalogados de acuerdo a su última cosecha (2006) para formar los tratamientos, 10 como de carga alta ( $\leq 100$  kg árbol<sup>-1</sup>), 10 como de carga baja ( $>50$  kg árbol<sup>-1</sup>) y 10 como de carga media (50 -100 kg árbol<sup>-1</sup>). Los árboles emitieron tres flujos vegetativos, uno en invierno, otro en verano, y el de otoño. Se cuantificaron los flujos de invierno 2006-2007 y verano 2007 para el número de brotes vegetativos, e inflorescencias. El efecto residual de la carga de frutos alta, se manifestó en mayor número de inflorescencias en comparación a los tratamientos de carga media y baja. Las inflorescencias indeterminadas, fueron de mayor proporción que las determinadas, en los tres tratamientos.

Palabras clave: Alternancia, flujos vegetativos, inflorescencias.

## 2.2 Abstract

The avocado is a very important fruit in the human diet, besides which it is a culture that generates an important quantity of employments and economic income. This fruit tree, in agreement to the managing and environmental conditions, can develop the phenomenon known as productive alternation, which provokes that in one year for consequence of some factor (environmental, plague, soil) produces an abundant crop and to the following cycle it produces a modest crop and inclusive void. Relation of the load of fruits of trees of avocado 'Hass' in the vegetative flows and in the type of inflorescences, was realized from March, 2007 to March, 2008, an experiment in a garden located in Temascaltepec. Edo. Mex. There were in use 30 trees, which were catalogued in agreement to his last crop (2006) to form the treatments, 10 as of high load (? 100 kg tree<sup>-1</sup>), 10 as of low load (> 50 kg tree<sup>-1</sup>) and 10 as of average load (50-100 kg tree<sup>-1</sup>). The trees issued three vegetative flows, one in winter, other one in summer, and that of autumn. There were quantified the flows of winter 2006-2007 and summer 2007 for the number of vegetative outbreaks, and inflorescences. The residual effect of the high load of fruits, demonstrated in major number of inflorescences in comparison to the treatments of average and low load. The indeterminate inflorescences, they were of major proportion that the certain ones, in three treatments.

Key words: Alternation, vegetative flows, inflorescences.

## 2.3 Introducción

El crecimiento vegetativo que presenta un árbol, determinará en gran medida, la producción de brotes florales y por consecuencia, también la producción de fruta. Dentro de las etapas o procesos fenológicos que presenta una huerta de aguacate están los flujos de crecimiento que se pueden presentar de una a seis veces durante un ciclo productivo, dependiendo de las condiciones ambientales (Thorp, 1992). En California, el crecimiento del brote ocurre en tres flujos de crecimiento por año (Robinson *et al.*, 1994).

Estos flujos de crecimiento, dan origen al crecimiento reproductivo (floración), sin embargo, se ha visto que muchas veces, de acuerdo al vigor de los flujos (cantidad de brotes y época), será el vigor de la floración, y con el debido manejo de una plantación, recaerá en una buena o mala producción de fruta.

La intensidad de la carga de fruta de un árbol, determinará la demanda de nutrimentos, e influirá en la emisión de brotes vegetativos y la floración. Por todo lo anterior, es importante conocer, la relación entre la intensidad de una carga de frutos y la emisión de brotes vegetativos y la floración en aguacatero, pues una intensa carga puede desencadenar también el fenómeno de alternancia productiva.

## OBJETIVOS

- ✚ Conocer cuántos flujos vegetativos emite el cv Hass en la región de Temascaltepec, Edo. Mexico.
  
- ✚ Determinar la relación de carga de frutos del año previo con el tipo de inflorescencia y producción de brotes vegetativos del aguacate 'Hass' en los diferentes flujos.

## 2.4 Revisión de literatura

### Crecimiento vegetativo del aguacatero

El árbol de aguacate presenta dos tipos de crecimiento: el vegetativo y reproductivo, que están determinados por factores como la temperatura y la acción de reguladores de crecimiento. Para el crecimiento vegetativo y también para la floración, aparecen en diferentes flujos que pueden ocurrir en una, dos, tres o más veces en un año (Bárcenas, 2001).

El crecimiento vegetativo del aguacate es cíclico, con uno a seis flujos de crecimiento por año, dependiendo de las condiciones ambientales (Thorp, 1992). En California, el crecimiento del brote ocurre en 3 flujos de crecimiento por año (Robinson *et al.*, 1994).

En un clima semicálido subhúmedo con lluvias de verano en el estado de Nayarit, el cv Hass emitió un flujo vegetativo en invierno (febrero) y uno más en verano (julio-agosto). Se observó que el flujo vegetativo de invierno, fue del que se emitieron mayor número de inflorescencias (Salazar-García *et al.*, 2006).

Por otra parte, el cv 'Choquette' en el clima cálido de California, presentó solo un flujo vegetativo, en el periodo que comprende los meses de marzo-abril; y el cv Booth-8, presentó tres flujos vegetativos, el primero en marzo-Abril, otro los meses de junio-julio y uno más en septiembre-octubre (Davenport, 1982).



En el aguacatero, el tiempo necesario para que los brotes vegetativos terminen su crecimiento e comiencen su desarrollo floral hasta plena floración (antesis), es variable y también dependerá del cultivar que se maneje y de las condiciones climáticas en que se esté desarrollando (Salazar-García, 2000). En Florida, se observó que el desarrollo floral del cv Choquette, desde cuando las yemas estaban en “reposo” (enero) hasta la apertura floral total (abril), debieron transcurrir tres meses. Para el cv Booth-8, el desarrollo floral requirió de cuatro meses (Diciembre-Abril) (Davenport, 1982).

Salazar-García *et al.*, (1998), dicen que el proceso de desarrollo floral del cv Hass requiere de más tiempo que los casos del cv Booth-8 y cv Choquette. Para las condiciones climáticas del sur de California (templado), los brotes del flujo de verano de ‘Hass’ requirieron 7.5 meses a partir de la iniciación floral (agosto) hasta apertura floral (antesis) (abril).

Para las condiciones climáticas de semicálido de Nayarit (semicálido), ‘Hass’ requirió de aproximadamente 12 meses para que los brotes del flujo de invierno (enero-Febrero) desarrollaran hasta floración (enero-Febrero del sig. año) (Salazar-García *et al.*, 2007). Además, los brotes del flujo de verano, que emergieron cinco meses después que los de invierno, requirieron 7.5 meses para alcanzar antesis, y la fecha de antesis fue la misma para brotes de los dos flujos vegetativos (invierno y verano).

Se ha demostrado que los brotes jóvenes en aguacatero, son capaces de florecer, igual que los adultos siempre y cuando hayan terminado su elongación. La diferencia entre brotes jóvenes y maduros en cuanto a su maduración es que los jóvenes producen solo inflorescencias apicales, mientras que brotes adultos

presentan mayor producción de flor, pues se forman flores en sus yemas axilares (Salazar – García y Lovatt, 1998).

### **Floración del Aguacatero**

Los cultivares de aguacatero se caracterizan por la gran cantidad de inflorescencias que producen (cada una con más de 100 flores) y por su bajo amarre de fruto. Un árbol puede llegar a producir cerca de un millón de flores, pero, sólo uno o dos frutos por inflorescencia llegan a madurar. La flor del aguacate, cuando ha abierto mide de entre 10 cm de ancho y de 6 a 7 mm de largo (Davenport, 1986).

La mayoría de las inflorescencias que produce el aguacatero son indeterminadas, que terminan con una yema vegetativa y que ocasionalmente forma un nuevo brote floral, estas inflorescencias contribuyen con el 72.7 % del rendimiento del aguacatero 'Hass' (Salazar-García y Lovatt, 1998). Se estima que las flores del aguacatero tiene un amarre que va del 0.02 % a 0.1 % (Bergh, 1967). Las inflorescencias indeterminadas, son producidas la mayor parte por las yemas apicales y las determinadas por las yemas axilares. Pruebas en campo, han demostrado que el 5 a 20% de todas las inflorescencias en un árbol son determinadas (Salazar-García y Lovatt, 1998).

En lo que se refiere amarre de fruto de estos dos tipos de inflorescencias varia, en un estudio en California; se determinó en el cv Hass que, las inflorescencias indeterminadas con antesis temprana, presentaran mayor amarre comparadas a aquellas con antesis tardía, por otro lado, inflorescencias determinadas con antesis tardía, mostraron mayor amarre de fruto que las indeterminadas (Salazar-

García y Lovatt, 1998). Se dice que para un mejor amarre de fruta de inflorescencias determinadas, debe haber temperaturas cálidas, que serían más apropiadas para el desarrollo inicial (Lovatt, 1990).

En el aguacatero, en la transición de un ápice vegetativo a uno reproductivo no resulta en la formación de una sola flor, como en otros cultivos, si no que se forma un tallo floral o comúnmente llamada inflorescencia, la cual forma varias flores en sus diferentes ejes de crecimiento (Davenport, 1986).

Se dice que la cantidad de fruta influencia la proporción de inflorescencias determinadas, indeterminadas y brotes vegetativos producidos en la floración de primavera (Salazar-García y Lovatt, 2002).

Para Uruapan Mich. y de acuerdo a su altitud, condiciones climáticas, manejo del huerto y de la cantidad de fruta en el árbol, en los huertos de la región de Uruapan Mich. puede haber una floración sucesiva del mes de agosto al mes de marzo, o floraciones definidas hasta en cuatro épocas (Bárcenas, 2001).

En California EUA, Salazar-García y Lovatt (2002), estudiaron el desarrollo de la inflorescencia y la flor de aguacate 'Hass' (*Persea americana* Mill). Con un diseño en una escala que correlaciona 11 estados de desarrollo externo de la yema y desarrollo posterior de la inflorescencia con la organogénesis microscópica para ser usada en la predicción de estados específicos de desarrollo de la inflorescencia que ayuden a programar prácticas culturales en huertos comerciales. Encontraron lo siguiente:

La transición del crecimiento vegetativo al reproductivo ocurrió en julio-agosto, en brotes de verano y fue seguido por la iniciación de la inflorescencia en agosto-octubre. La antesis ocurrió siete meses después, y el cambio a floración no requirió de un periodo de reposo. En esta transición, las yemas apicales presentaron un meristemo del eje primario convexo, con dos meristemos laterales de ejes secundarios que carecían de brácteas apicales. Bajo condiciones que promueven la floración (baja temperatura), no se detectaron diferencias anatómicas entre yemas apicales completamente determinadas a reproductivas y aquellas que no lo estaban. La velocidad del desarrollo de la inflorescencia se correlacionó con temperaturas nocturnas  $\leq 15^{\circ} \text{C}$ .

En cítricos, Valiente (2004) dice que la floración es un proceso fenológico complejo influenciado por la interacción de varios factores. Las bajas temperaturas del invierno son reconocidas como un factor importante, pues resultan en la transición de brotes vegetativos a reproductivos (Valiente, 2001). La edad del brote y su posición afecta la brotación y la floración.

La habilidad de manipular la floración es una meta buscada por cultivadores e investigadores, especialmente con miras a resolver el problema de la alternancia productiva, que es cuando un cultivo resulta en una alta producción de brotes vegetativos en detrimento de la producción de inflorescencias en un año con abundante producción de fruta, y lo contrario ocurre para el año de cosecha escasa, resultando en una gran producción de inflorescencias (Salazar-Gracia y Lovatt, 2000).

La alternancia productiva es iniciada por condiciones climáticas como heladas, altas temperaturas, sequía, que causan la abscisión de flor y fruto, y resulta en un año sin producción seguido por 1, 2 o 3 años más tarde en donde resulta una alta

producción, dependiendo del tiempo que le tome al árbol recuperarse. Una vez que inicia la producción alternada, lleva a través un efecto de carga de cosecha en factores endógenos del árbol, que finalmente impacta la intensidad floral (Lovatt, 2005).

Por otra parte, en la primavera del año “on” se produce abundante floración con ausencia de brotes nuevos y caída precoz de hoja vieja. Así mismo, en los años de cosecha abundante se llega incluso a detectar disminuciones del diámetro del tronco. En el siguiente año “off” la floración es escasa, la cosecha baja y el crecimiento vegetativo muy alto. Se dice que la alternancia productiva puede ser variable en cuanto a magnitud, comparando diferentes zonas aguacateras, donde la alternancia productiva puede ser mayor en zonas de clima templado que en zonas más cálidas (Salazar-García y Lovatt, 2000).

Se reporta que la eliminación de parte de los crecimientos del año anterior, en la primavera del año “on”, disminuyó la alternancia y aumentó la producción acumulada de 4 años, mientras que el aclareo de frutos a fines de junio no tuvo ningún efecto, indicando así que antes de dos meses tras el cuajado, el proceso que inicia la alternancia ya es promovido (Péres y Oteyza, 2003).

La producción anual de aguacate en California es objeto de fluctuaciones causadas por el patrón de productividad alternada. En los últimos 25 años, una cosecha alta que ocurre, es seguida por una cosecha que declina en casi 40 %. Se dice que el manejo en el aguacate depende de la acumulación y la utilización de carbohidratos en el árbol (Whiley y Wolstenholme, 1990).

Se reporta que el tiempo o acumulación total de los flujos de crecimiento no difirió entre una carga de frutos pesada y una ligera, sin embargo, cuando la cosecha fue de cero, el crecimiento del brote fue 35 veces más que en otros años (Robinson *et al.*, 2002). En este estudio, la media de la duración de la floración fue para años “on” y “off” de 82 y 46 días respectivamente.

Otro estudio en California EUA reporta que, durante un año con fructificación “on” y “off” el promedio de cosecha fue de 66 y 18 kg /árbol/año respectivamente, y el promedio de tiempo que tomó la transición de la iniciación de floración (agosto) hasta llegar a la etapa 4 en aguacate ‘Hass’, fue el mismo en los dos años (Salazar-García *et al.*, 1998).

Así, se reporta que una cosecha abundante, la promoción de inflorescencias sólo ocurrió en 13% de los brotes, además que la mayoría de las yemas apicales formaron brotes vegetativos (Salazar-García *et al.*, 1998).

Antes de este periodo fue observado un incremento en el porcentaje de desarrollo de la inflorescencia en árboles con producción “off”, que alcanzó la etapa temprana de coliflor (etapa 8). Sin embargo, no fue detectada ninguna diferencia para la época de antesis (etapa 11) (Salazar-García *et al.*, 1998).

La diferencia en el desarrollo de inflorescencias no fue atribuida a la temperatura, porque no hubo diferencias significativas en el número de días con temperaturas  $\leq 15^{\circ}$  C en los dos años que tuvieron fruta del 1 de agosto al 15 de marzo.

Una alta productividad en el año de cosecha “on” (66 kg/árbol/año), reduce significativamente la intensidad de floración para el siguiente año productivo (Salazar-García *et al.*, 1998). Esta reducción fue asociada con una reducción de inflorescencias (13% del total brotes/rama). A esto, se agrega que los brotes vegetativos producidos durante la primavera de inflorescencias indeterminadas no producen fruta madura en el verano, por la caída de flujos.

Igualmente se reporta que para la época de cosecha del año “on”, el 20 % de los árboles produjeron alrededor de 50 inflorescencias en su totalidad, y lo opuesto fue observado en los árboles con productividad “off”, donde los árboles que tuvieron una carga de 18 kilos, las inflorescencias fueron producidas en 46% del total de los brotes y brotes vegetativos en 38 %. Así para el año de cosecha “off”, todos los árboles tuvieron una floración intensa >75 % (Salazar-García *et al.*, 1998).

Unas de las probables causas del reducido amarre de fruto en el aguacatero puede ser la competencia entre el crecimiento vegetativo y el reproductivo, pues el primero se desarrolla en el momento en que las flores están en el periodo crítico de retención de frutos (Bawer y Cutting, 1992). Así mismo, Koshita y Takahara (2004) dicen que el mecanismo del desarrollo de la flor en cítricos es muy importante para la producción o producción alternada.

## **2.5 Materiales y Métodos**

### **Ubicación del sitio experimental**

El experimento se realizó de marzo del 2007 a diciembre del 2008, en un huerto de aguacate cv.Hass con portainjerto criollo, en el campo experimental “La Labor” de la Fundación Salvador Sánchez Colín – CICTAMEX, S.C. en el Municipio de Temascaltepec Edo. Mex. La región es de clima semiárido – húmedo. La temperatura media anual oscila entre los 18° y 22° C. La precipitación pluvial anual varía entre 800 y 1,600 mm, y está ubicado en las coordenadas geográficas 100° 02’ longitud oeste y 19° 03’ latitud norte. A una altitud de 1,740 metros. Colinda al norte con los municipios de Valle de Bravo y Amanalco de Becerra, al sur con Tejupilco, San Simón de Guerrero y Texcaltitlán, al este con Zinacantepec y Coatepec Harinas y al Oeste con Zacazonapan y Tejupilco.

### **Material Vegetal**

El cv Hass soporta temperaturas bajas durante el invierno, pues proviene en parte de la raza mexicana que le confiere esa resistencia, no así a la salinidad. Es de porte medio a grande, dependiendo de la poda que se le practique. Es el principal cultivar comercial en el mundo. Originado en la Habra, Heights, California, por Rudolph G. Hass, de una semilla establecida a principios de 1920s.

El fruto pesa de 170 a 350g, aunque en muchos lugares tiende a ser de menor peso; es de pulpa cremosa, excelente sabor, sin fibra, contenido de aceite de 23.7%; cáscara coriácea, rugosa, color púrpura oscura al madurar; semilla pequeña y adherida a la cavidad, la fruta se puede mantener en el árbol durante algunos meses después de su madurez fisiológica. La flor es de tipo “A”, el cual



tiene su primera apertura como hembra en la mañana y su segunda apertura como macho por la tarde del siguiente día. Cuenta con un 10-15 % de genes de raza mexicana y el resto de raza Guatemalteca. El cv está injertado sobre portainjertos provenientes de semillas de la raza mexicana. Los árboles tienen una edad de 12 años y están establecidos a 6 x 6 m entre planta y planta.

### **Manejo del huerto**

El manejo del huerto consistió en la aplicación de riego rodado una vez a la semana durante la época de estiaje, que comprende desde febrero hasta principios de junio. No se realizó ningún tipo de poda durante el año de estudio. La fertilización fue aplicada al suelo y consistió de 1kg de N árbol<sup>-1</sup>, para P y K se aplicó 0.5 kg árbol<sup>-1</sup> en dos aplicaciones al año, una al terminar la cosecha (marzo-abril) y otra en verano (agosto). Además, se aplicó sulfato de cobre (1 kg en 200 Lt agua) al follaje, al inicio de la temporada de lluvias.

### **Tratamientos y diseño experimental**

Se seleccionaron 30 árboles tomando en cuenta el rendimiento que tuvieron en la cosecha del año 2006-2007. De acuerdo a esto, se diseñaron tres tratamientos; 10 árboles que presentaron un rendimiento arriba de 100 kg, se identificaron como de carga alta (año "On"), 10 árboles con carga menor a 50 kg, como de carga baja (año "Off"), y 10 árboles con carga de entre 50 -100 kg (carga intermedia). La producción de cada árbol se indica en el Cuadro 2.1.

Cuadro 2.1. Rendimiento de los árboles en los ciclos 2006-07 y 2007-08.

<b>Carga alta</b>			<b>Carga intermedia</b>			<b>Carga baja</b>		
<b>Arbol</b>	<b>2006-07</b>	<b>2007-08</b>	<b>Arbol</b>	<b>2006-07</b>	<b>2007-08</b>	<b>Arbol</b>	<b>2006-07</b>	<b>2007-08</b>
2	180	0	4	75	6	8	9	80
3	263	6	14	110	20	10	0	60
9	198	0	22	102	21	19	0	20
12	199	10	23	109	21	21	22	20
15	181	0	26	110	21	24	44	20
17	185	6	34	78	21	28	22	20
18	183	20	35	93	10	30	24	20
20	136	20	36	86	20	31	10	20
27	198	0	37	60	19	32	0	20
39	177	19	38	100	19	40	48	20

Rendimiento en Kg por cada árbol y agrupados por tratamiento.

Se empleó un diseño completamente al azar, con 3 tratamientos (carga alta, carga baja y carga intermedia) y 10 repeticiones para cada uno. Para las variables de crecimiento reproductivo y vegetativo; se consideró de un árbol 4 ramas, cada una de 1m de longitud, escogidas en los puntos cardinales. La unidad experimental fue una rama. Se realizó análisis de varianza para todas las variables, y prueba de medias (Tukey, 0.05) mediante el paquete estadístico SAS, 2002.

### **Variables de estudio**

En el año 2007 y parte del 2008 se evaluaron las siguientes variables:

Número de brotes vegetativos de Invierno-Primavera

Número de brotes vegetativos de verano

Número de inflorescencias determinadas en cada flujo

Número de inflorescencias indeterminadas en cada flujo

## **Manejo del experimento**

En cada árbol, se marcaron cuatro ramas (una por punto cardinal) con una cinta de plástico, En marzo del 2007, se comenzaron a marcar los brotes de otoño-invierno de color amarillo en el anillo que se forma de donde emergen. Los brotes del flujo de verano 2007, se marcaron de color rojo. En la floración de invierno 2007 (diciembre), se contabilizaron las inflorescencias por tipo, de acuerdo a los tratamientos y al flujo del que emergieron (de invierno o de verano).

Se obtuvo el total de brotes por tratamiento y por flujo, así también, el total de las inflorescencias, por tratamiento y por los flujos de las que emergieron.

## 2.6 Resultados Y Discusión

Al evaluar el crecimiento vegetativo y los tipos de inflorescencias que emitieron, de acuerdo a la carga de frutos, se encontró lo siguiente:

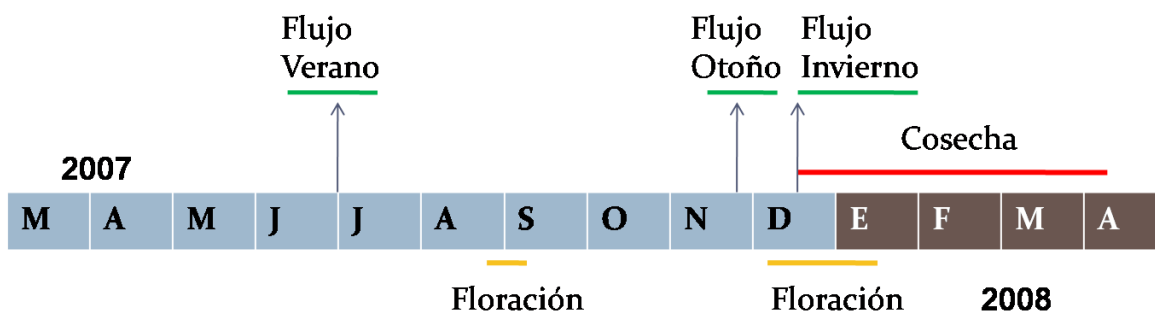


Figura. 1. Fenología del aguacatero 'Hass' en Temascaltepec, Edo. Mex. 2007-2008. La floración de agosto-septiembre fue prácticamente nula (solo 3-4 inflorescencias).

### Crecimiento Vegetativo

Los árboles en estudio, presentaron tres flujos vegetativos durante el año de evaluación (Figura 1). Uno ocurrió en los meses de diciembre-enero (flujo de invierno), otro a finales de junio e inicios de julio (flujo de verano) y uno más a finales de noviembre (flujo de otoño), de este último flujo, no se presentan datos, ya que el número de brotes fue insignificante (2 o 3 brotes por rama) en este flujo, y poco después sobrevino el flujo de invierno de mucho mayor intensidad junto con la floración.

Al inicio de la investigación (marzo 2007), los brotes de los flujos de otoño e invierno 2006, estaban en crecimiento; no se observó ningún tipo de brotación en

primavera, sólo la elongación de los mismos. A finales del mes de junio e inicios del mes de julio (inicio de verano), se observó un nuevo flujo de crecimiento, algunas yemas que dieron origen al nuevo crecimiento se formaron en los brotes del invierno pasado (2006), y otros de yemas que no habían mostrado signos de crecimiento igual en el invierno anterior. Estos brotes continuaron con su elongación hasta mediados del mes de septiembre.

Posteriormente, a finales del mes de noviembre y principios de diciembre del mismo año, se presentó otro flujo de crecimiento (otoño), más intenso que el de verano; e inmediatamente después inicio la floración de los árboles en esta zona del Edo. Mex. En el mes de septiembre, se suponía que se presentaría una floración débil en la parcela (floración loca), pues los tipos criollos de la región de aguacate mexicano estaban en floración en esta época, pero no ocurrió. En el cv Hass, el promedio de brotes vegetativos de invierno y verano por rama y por tratamiento, se presentan en el Cuadro 2. 2.

Cuadro 2.2. Promedio de brotes vegetativos por rama de 1m de longitud, por tratamiento y por flujo en Temascaltepc, Edo. de México. 2007.

<b>Tratamiento</b>	<b>Flujo</b>	
	<b>Invierno</b>	<b>Verano</b>
Carga Alta	<b>116.2<sup>a</sup></b>	<b>17.33<sup>a</sup></b>
Carga Media	<b>95.8<sup>a</sup></b>	<b>18.4<sup>a</sup></b>
Carga Baja	<b>93.9<sup>a</sup></b>	<b>22.6<sup>a</sup></b>

Cantidades con la misma letra en el sentido de la columna, son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

De acuerdo a los datos obtenidos, se observa que el flujo de invierno en condiciones ambientales de Temascaltepec Edo. Mex. es más intenso, que el de verano, esto fue evidente en los tres tratamientos. El tratamiento de carga alta, no presentó floración en el mes de diciembre 2007, (inicio de cosecha), pues los árboles al tener mucha producción del 2006, posiblemente destinaron sus reservas al flujo de otoño-invierno 2006, y no tuvieron floración sólo mantuvieron el crecimiento de estos brotes durante el año 2007, y en la floración de diciembre 2007 estuvieron listos para emitir inflorescencias y amarrar fruta.

Aplicando la prueba de medias Tukey ( $\alpha$  0.05), en el flujo de invierno no hubo diferencias significativas en cuanto al número de brotes emitidos por los árboles entre los tres tratamientos; sin embargo, el tratamiento de carga alta es el que emitió el mayor número de brotes, con un promedio de 116.2 brotes en las cuatro ramas de 1 m de longitud, 11 brotes más que el tratamiento de carga media y 12 más que el tratamiento de carga baja (Cuadro 2.2).

Los árboles con carga media y baja, en diciembre 2006 tuvieron floración, la cual no se contabilizó, y mantuvieron crecimiento de fruta durante el año 2007; esto explicaría en parte, la débil producción de brotes en el flujo de verano. Y para el tratamiento de carga alta, lo explicaría el hecho de que en diciembre 2006 los árboles emitieron muchos brotes, que se mantendrían igual en crecimiento durante el año 2007.

Por otra parte, el flujo de verano 2007, fue mucho menos intenso, el tratamiento de carga baja mostro el promedio más alto en la emisión de brotes, pues tuvo 22.6 brotes en las cuatro ramas; 4 más que el tratamiento de carga intermedia y, 5 más que el tratamiento de carga alta (Cuadro 2). Estos datos sustentan el hecho de que los árboles de carga alta estaban destinando reservas nutrimentales al

crecimiento del flujo de invierno 2006; los árboles de carga intermedia y baja lo estarían haciendo para mantener el crecimiento de la fruta amarrada en la floración de diciembre 2006.

El número de flujos de crecimiento vegetativo que se presentaron en el huerto en Temascaltepec Edo. Mex. es semejante al número de flujos que ocurren en Uruapan, Mich. (Bárcenas *et al.*, 2001), pero no coincide con lo que Salazar-García *et al.*, (1998) reportan, que para 'Hass' cultivado en el estado de Nayarit, ocurren cuatro flujos de crecimiento, uno en invierno y tres en verano, a los que llama, verano 1 (25 de julio), Verano 2 (2 de agosto) y Verano 3 (21 de agosto). La diferencia respecto al estado de Nayarit, pudo deberse principalmente a la influencia que ejerce la temperatura y latitud (Bárcenas *et al.*, 2001). En otros lugares pueden ocurrir más flujos (1 a 6), esto depende de las condiciones climáticas (Thorp, 1992). Para Australia, se reportan 2 flujos de crecimiento, uno en primavera y otro en verano (Scholefield, *et al.*, 1985).

### **Crecimiento Reproductivo**

Con relación a la floración de los árboles en estudio, se encontró que en el tratamiento de carga alta, el número de inflorescencias provenientes del flujo de invierno son mayores que las que emergieron de brotes del flujo de verano. En el tratamiento de carga baja, este fenómeno fue inverso, ya que el número de inflorescencias provenientes del flujo de verano es mayor, comparado con las provenientes del flujo de invierno. En el tratamiento de carga intermedia, ocurrió el mismo caso que en el de carga alta, aunque con menor intensidad (Cuadro 2.3).

Cuadro 2.3. Número de inflorescencias en cuatro ramas por árbol según el flujo e intensidad de carga de frutos.

Carga Alta					Carga Baja					Carga Intermedia				
Invierno		Verano			Invierno		Verano			Invierno		Verano		
Árbo					Árbo					Árbo				
I	D	I	D	I	I	D	I	D	I	I	D	I	D	I
<b>2</b>	26	59	16	6	<b>8</b>	0	16	0	0	<b>4</b>	24	35	0	0
<b>3</b>	10	42	0	0	<b>10</b>	0	0	3	0	<b>14</b>	13	60	0	0
<b>9</b>	0	6	0	0	<b>19</b>	1	23	1	21	<b>22</b>	0	0	0	0
<b>12</b>	107	115	0	0	<b>21</b>	0	0	0	17	<b>23</b>	2	16	17	71
<b>15</b>	19	57	0	0	<b>24</b>	0	0	0	0	<b>26</b>	0	34	18	36
<b>17</b>	6	58	24	91	<b>28</b>	0	2	0	9	<b>34</b>	0	0	0	0
<b>18</b>	0	0	1	7	<b>30</b>	0	0	0	4	<b>35</b>	0	0	0	0
<b>20</b>	0	30	18	52	<b>31</b>	8	20	2	29	<b>36</b>	0	2	0	0
<b>27</b>	35	42	6	9	<b>32</b>	0	0	0	0	<b>37</b>	0	0	0	0
<b>39</b>	30	61	16	25	<b>40</b>	0	0	0	0	<b>38</b>	0	0	0	1

D: Inflorescencias determinadas; I: Inflorescencias indeterminadas. Ramas de 1 m de longitud.

De los árboles que conforman el tratamiento de carga alta, dos no emitieron ninguna inflorescencia en las cuatro ramas evaluadas, además otros siete árboles, emitieron inflorescencias provenientes del flujo de invierno pero ninguna del flujo de verano. Al parecer, es causado por la alta cosecha (arriba de 100 kg) de un año antes y posiblemente, durante el año 2007, no pudieron recuperar sus niveles nutrimentales teniendo como consecuencia que no tuvieran las reservas necesarias para emitir inflorescencias.

En el tratamiento de carga baja, se observaron cinco árboles sin emitir ningún tipo de inflorescencia, que también serían árboles que no recuperaron sus niveles nutrimentales, para emitir inflorescencias y podrían estar ya instalados en un ciclo profundo de la alternancia productiva.



Para el tratamiento de carga intermedia, fueron cuatro árboles sin emitir inflorescencias. En el Cuadro 4, se observa que el tratamiento de carga alta fue el que emitió mayor cantidad de inflorescencias con un promedio de 20.7 determinadas y 42.5 indeterminadas provenientes del flujo de invierno y el de carga baja fue el que emitió mayor cantidad de inflorescencias pero provenientes del flujo de verano.

El tratamiento de carga alta 2006, emitió más inflorescencias en el 2007, ya que quizás durante el año sólo destinó reservas nutrimentales para el crecimiento de raíces y flujos vegetativos, pues los árboles no tuvieron frutos; el tratamiento de carga baja e intermedia tuvieron mucha menor intensidad de floración, que estaría explicado porque durante el año 2007, la carga de frutas que tenían fueron una fuente de demanda muy importante (Cuadro 1).

Por otra parte, se observó que los tratamientos de carga alta y carga intermedia, emitieron mayor cantidad de inflorescencias indeterminadas en el flujo de invierno; respecto al flujo de verano el tratamiento de carga baja, fue ligeramente mayor en la cantidad de inflorescencias determinadas (Cuadro 2.4). Para el flujo de invierno, la diferencia en la cantidad de inflorescencias emitidas fue significativa, del tratamiento de carga alta sobresalió, comparado con los otros dos tratamientos. En el flujo de verano, no hubo diferencias significativas en la cantidad de inflorescencias emitidas entre los tres tratamientos, de acuerdo a la prueba de medias (Tukey, 0.05) (Cuadro 2.4).

Cuadro 2.4. Numero de inflorescencias emitidas por cada flujo de crecimiento vegetativo y tipo de Inflorescencia en cuatro ramas.

Tratamiento	Flujo Invierno		Flujo Verano	
	Determinadas	Indeterminadas	Determinadas	Indeterminadas
Carga Alta	20.7 a <sup>z</sup>	42.5 a	5.5 a	14.5 a
Carga Baja	4.8 b	10.7 b	11.2 a	10.4 a
Carga Intermedia	3.9 b	14.7 b	3.5 a	10.8 a

<sup>z</sup> Medias con la misma letra en columnas son iguales de acuerdo a la prueba Tukey P≤0.05. Rama de 1 m de longitud.

El número de brotes emitidos en cada flujo, no coincidieron con el número de inflorescencias producidas en el árbol del aguacatero, es decir, que los árboles emitieron una determinada cantidad de brotes vegetativos, y estos no todos emitieron inflorescencias (Cuadro 2.4).

Cuadro 2.5. Número de brotes en cuatro ramas del árbol, según el tipo de flujo e intensidad de carga de frutos, en el invierno 2006 – 2007 y verano 2007.

Carga alta (On)			Carga baja (Off)			Carga intermedia (Int)		
Árbol	Invierno	Verano	Árbol	Invierno	Verano	Árbol	Invierno	Verano
<b>2</b>	108	9	<b>8</b>	84	0	<b>4</b>	107	0
<b>3</b>	109	4	<b>10</b>	137	29	<b>14</b>	72	0
<b>9</b>	102	0	<b>19</b>	73	20	<b>22</b>	78	32
<b>12</b>	119	3	<b>21</b>	123	10	<b>23</b>	151	7
<b>15</b>	100	0	<b>24</b>	81	2	<b>26</b>	98	25
<b>17</b>	100	46	<b>28</b>	74	59	<b>34</b>	95	22
<b>18</b>	140	12	<b>30</b>	88	64	<b>35</b>	99	35
<b>20</b>	128	49	<b>31</b>	76	35	<b>36</b>	110	5
<b>27</b>	99	33	<b>32</b>	110	21	<b>37</b>	82	5
<b>39</b>	101	35	<b>40</b>	106	1	<b>38</b>	66	53

Esto significa que muchos ápices no cambiaron, o aún no cambiaban de la fase vegetativa a la reproductiva en el momento de registro de datos de floración (enero 2008) (Salazar-García *et al.*, 1998). Sin embargo, no se observó ninguna inflorescencia en los meses subsecuentes, además de la de invierno.

En lo que respecta al tipo de inflorescencia, las indeterminadas son las que prevalecieron en mayor número, esto coincide con lo reportado por Salazar-García y Lovatt, (1998). Los brotes vegetativos provenientes del flujo de invierno, contribuyeron en mayor medida a la floración, que los brotes del flujo de verano.

Para árboles que en un año previo tuvieron carga alta de frutos, se observó que la cantidad de inflorescencias indeterminadas fue mayor, que las determinadas, y que el número de inflorescencias fue mayor con respecto a los otros dos tratamientos. Esto concuerda con Salazar-García y Lovatt (2002), quienes dicen que la cantidad de fruta, influencia la proporción de inflorescencias determinadas, indeterminadas y brotes vegetativos. Sin embargo, difiere con lo reportado por Robinson *et al.*, (2002), quienes dicen que una carga ligera o pesada, no influye sobre el tiempo o acumulación total de los flujos de crecimiento, pero que, cuando la cosecha fue de cero, el crecimiento del brote fue 35 veces más que en otros años. Sin embargo, en este trabajo se observó, que en el tratamiento de carga alta su cosecha fue más intensa comparado con los otros tratamientos, pues emitieron muchos brotes vegetativos, y los tratamientos de carga media y baja que no tuvieron una buena cosecha al momento de comenzar el estudio, fueron menos intensos en la emisión de brotes.

Así, para los árboles que tuvieron carga alta, se esperaba que al siguiente año emitieran más brotes y una floración intensa y poca producción de fruta; esto fue cierto para la mayoría de los árboles, ya que hubo algunos que no emitieron

ninguna inflorescencia, lo que pudo deberse a aspectos nutrimentales o fenómenos climáticos, incluso que están experimentando el ciclo de la alternancia productiva de manera más intensa. Para los tratamientos de carga intermedia y carga baja, también se observó que no todos los árboles que conformaron el tratamiento cumplieron con el supuesto, ya que algunos tampoco emitieron brotes vegetativos e inflorescencias.

## **2.7 Conclusiones**

Independientemente del tipo de carga, se observaron tres flujos de crecimiento, uno que surge a finales noviembre (otoño), otro en diciembre (invierno) y uno más a finales de junio y principios de julio (verano).

Los árboles con carga alta de frutos emitieron en el siguiente ciclo de producción más brotes vegetativos y más inflorescencias.

El tratamiento de carga alta emitió mayor número de inflorescencias indeterminadas, provenientes del flujo de invierno, comparado con los otros dos tratamientos; y en el flujo de verano fue el tratamiento de carga baja.

Las inflorescencias indeterminadas fueron en mayor cantidad en los flujos de invierno y de verano.

## 2.8 Literatura citada

- Bárcenas O.A.E., Martínez N.A., Aguirre P.S., Castro Ch. P. 2001. Fenología de “aguacate” (*Persea americana* Mill) cv Hass en cuatro diferentes altitudes del municipio de Uruapan, Mich. 1er. Congreso Mexicano y latinoamericano del Aguacate. Memoria. Fac. de Agrobiología “Presidente Juárez” Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo. pp. 373-381.
- Bergh, B. O. 1967. Reasons for low yields of avocados. Cal. Avo. Soc. Yrbk. 51: 161 – 172.
- Bower, J. P. y J. G. M. Cutting. 1992. The effect of selective pruning on yield and fruit quality in ‘Hass’ avocado. Acta Horticulturae 296:55-58.
- Davenport, T. L. 1982. Avocado growth and development. Proc. Fla. State Hort. Soc. 95:92-96.
- Davenport, T. L. 1986. Avocado flowering. Hort. Rev. 8: 257- 259.
- Koshita, Y. and T. Takahara. 2004. Efecto del estrés hídrico en la formación de yema floral y contenido de hormonas en la planta de Satsuma mandarin. Science Horticulturae 99: 301-307.
- Lovatt, C. J. 1990. Factor affecting fruit set/early fruit drop in avocado. Cal. Avo. Soc. Yrbk. 74: 193-199.
- Lovatt J. C. 2005. Eliminating alternate bearing of the ‘Hass’ avocado. Callifornia Avocado Comission. pp.75-86.
- Pérez de Oteyza M.A., Hermoso González J.M. y Farrè Massiip J. M. 2003. Aspectos energéticos de la floración y productividad del aguacate ‘Hass’. Proceedings V World Avocado Congress pp. 305-310.
- Robinson, P. W., Mickelbart, M. V. and Arpaia, M. L. 1994. ‘Hass’ avocado phenology in California – preliminary results. Hortscience 29:517 (Abstract).

- Robinson, P. W., Mickelbart M. V., Liu, X., Adams, C., Witney G., and Arpaia L. M. 2002. Development of a phenological model of avocado tree growth in California. *Acta Hort.* 575 (2): 859-864.
- Salazar- García, S. and, C. J. Lovatt. 1998. GA<sub>3</sub> application alters flowering phenology of the 'Hass' avocado. *Journal American Society Horticultural Science*. 123: 791-797.
- Salazar-García, S. 2000. Fisiología reproductiva del aguacate. pp. 57-83. In: Téliz-Ortíz, D. (coord.). *El Aguacate y su Manejo Integrado*. Ediciones Mundi-Prensa, México.
- Salazar-García, S., and C. J. Lovatt. 2000. Use of GA<sub>3</sub> to manipulate flowering and yield of 'Hass' avocado. *Journal American Society Horticultural Science*. 125:25-30.
- Salazar- García, S., and C. J. Lovatt. 2002b. Flowering of avocado (*Persea Americana* Mill.). II. Manipulation with GA<sub>3</sub>. *Revista Chapingo serie Horticultura*. 8(1): 77-82.
- Salazar-García, S., Lord, E. M., Lovatt, C. J. 1998. Inflorescence and flower development of the 'Hass' avocado (*Persea americana* Mill.) during "on" and "off" crop years. *Journal American Society Horticultural Science*. 123:537-544.
- Salazar-García, S.; Cossio-Vargas, L.E.; Lovatt, C.J.; González-Durán, I.J.L. and Pérez-Barraza, M.H. 2006. Crop load affects vegetative growth flushes and shoot age influences irreversible commitment to flowering of 'Hass' avocado. *Hortscience* 41 (7):1541-1546.
- Salazar-García, S.; Cossio – Vargas, L.E.; González-Durán, I. J. L. y Lovatt, C. J. 2007. Desarrollo floral del aguacate 'Hass' en clima semicálido. Parte I. Influencia de la carga de fruto y edad de los brotes. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 13 (1): 87-92.

- Scholefield, P. B., M. Sedgley, and D. McE. Alexander. 1985. Carbohydrate cycling in relation to shoot growth, floral initiation and development and yield in the avocado. *Scientia Hort.* 275: 425-434.
- Thorp, T.G. 1992. A study of modular growth in avocado (*Persea Americana* Mill.) Ph.D. dissertation. Department of Horticultural, Viticulture and Oenology. Waite Agricultural Research Institute. The University of Adelaide, South Australia
- Valiente, I.J. y L. A. Gene. 2004. Flower bud induction of sweet orange trees [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck]: Effect of low temperatures, crop load and bud age. *American Society Horticulturæ Science.* 129(2): 158-164.
- Valiente, J. I. 2001. Timing and intensity of flowering of sweet orange [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] as a function of local weather factors and crop under central Florida conditions. Ph. Ddiss. University Florida.
- Whiley, A. W. and Wolstenholme, B. N. 1990. Carbohidrate management in avocado trees for increased production. *South Afr. Avo. Grower's Assn. Yrbk.* 13:25-27.



## CAPITULO III. DINÁMICA NUTRIMENTAL EN ÁRBOLES DE AGUACATE 'HASS'

### 3.1 Resumen

Conocer la dinámica nutrimental del aguacate 'Hass', nos da bases para diseñar estrategias encaminadas a mejorar la nutrición del cultivo y reducir los efectos de la alternancia productiva. La concentración nutrimental de un árbol es determinada por factores como manejo del huerto, condiciones ambientales, del suelo, fenología del cultivo y la carga de frutos. La investigación se realizó en Temascaltepec, Edo. Mex. Se determinaron las concentraciones de N, P K, Ca, Mg, Mn, Cu, Zn, Fe y B en hojas de flujo de invierno y verano en tres tratamientos de acuerdo a la intensidad de carga frutal: tratamiento carga alta (TCA), intermedia (TCI) y baja (TCB). La concentración de N no fue diferente en los tres tratamientos en ambos flujos en los meses de evaluación; esto mismo ocurrió para P, Mg y Zn. Respecto a K, se encontró que el TCA y TCB resultan superiores al TCI en el mes de mayo, esto para el flujo de invierno, en verano no hubo diferencias significativas. En la concentración de Ca, se observó que el TCA y TCI son superiores al TCB, en el mes de enero en el flujo de invierno; en el flujo de verano, TCI y TCB son superiores en concentración en el mes de agosto y noviembre respectivamente. Para Mn, el TCI es superior en el mes de febrero (flujo de invierno); en el flujo de verano, TCI es significativamente superior en julio y febrero Cu tuvo una concentración superior en el TCI y TCB en el mes de noviembre, y en enero, en el TCB para el flujo de invierno; en el flujo de verano el TCB es superior en julio, agosto y enero. Fe (flujo de Invierno), tiene una mayor concentración en el mes de enero en al TCB, y TCI es superior en febrero. Respecto a B, el TCB fue superior en junio en el flujo de invierno.

**Palabras clave:** Dinámica nutrimental, Carga de frutos, Flujos vegetativos, alternancia productiva.

### 3.2 Abstract

To know the dynamics nutrimental of the avocado 'Hass', it give us the base to design strategies to improved the plant nutrition and reduce the effects of the bearing alternate. The concentration nutrimental of a tree is determined by factors as orchard management, environmental conditions of the soil, phenology of the cultivar and the crop load. The investigation was realized in Temascaltepec, Edo. Mex. The concentrations decided of N, P K, Ca, Mg, Mn, Cu, Zn, Faith and B in leaves of winter flush and summer in three treatments of agreement to the intensity of fruit-bearing load: treatment loads discharge (TCA), intermediate (TCI) and fall (TCB). The concentration of N was not different on the three treatments in both flushes, during the months of evaluation; this itself happened for P, Mg and Zn. With regard to K, the TCA and TCB turned out to be superior to the TCI in May, this for the winter flush, in summer there were no significant differences.

In the concentration of Ca, was observed that the TCA and TCI were higher than TCB in the flush of winter in January; flush of summer, TCI and TCB are most high in the concentration in August and November respectly. For Mn, TCI are higher on February (flush of winter); on summer flush, TCI is higher in the concentration during July and February.

Cu had high concentration in the TCI and TCB in November, and TCB was superior in January in the winter flush. In the summer flush, TCB was higher in July, August and January. Fe had more concentration in January on the TCB, and TCI are higher on February. Respect to B, the TCB was higher on June for the winter flush.

Keywords: seasonal variation, crop load, vegetative flushes, alternate bearing.

### 3.3 Introducción

Se dice que la demanda nutrimental del cultivo del aguacatero varia, de acuerdo a su velocidad de desarrollo y etapa fenológica (Sánchez y Ramírez, 2000). Por esto, durante el ciclo de producción, se pueden observar mediante análisis particulares, diferentes concentraciones de un mismo elemento en diferentes etapas.

Las concentraciones de los elementos varían, en relación a edad de las hojas de aguacatero, por ejemplo N, P y K disminuyen conforme tienen más edad, en cambio las concentraciones de Ca, Mg, Fe, Cu, y Zn, se ven incrementadas según Gutiérrez (1986). También señala que para B, no varía significativamente con la etapa fenológica, aunque en la época de otoño-invierno, se pudo observar una pequeña baja del nivel en hojas. Esta época coincidió con la floración de otoño y el amarre, así también, con el inicio del crecimiento vegetativo de la época de invierno-primavera (dic-mar), para condiciones del estado de Puebla con el cv Fuerte.

De la misma manera, Gutiérrez (1986) comenta que la etapa crítica del aguacatero cv Fuerte en relación a demanda de nutrimentos, es la época en donde coincide la floración de otoño y la floración principal, que es en invierno, puesto que en esta etapa, la demanda por nutrimentos se incrementa para la formación, amarre y crecimiento de frutos.

Algunos investigadores, sugieren que los procesos de desarrollo floral y crecimiento vegetativo, demandan altas concentraciones de Nitrógeno, esto explica el bajo nivel de este elemento en estas etapas (Emblenton y Jones, citado

por Sánchez y Ramírez, 2000). Respecto a Fósforo, se ha observado un menor nivel en las etapas de floración, amarre de fruto y crecimiento vegetativo; que puede ser explicado porque el fósforo es constituyente de moléculas muy importantes con actividad en procesos metabólicos con respecto a la utilización de carbono (Palacios, 1986).

Por otra parte, para Potasio se observa el nivel más bajo en la etapa de cosecha principal (septiembre-febrero), y se observa que sus niveles son mayores ligeramente en la floración principal, el amarre de fruto y en el crecimiento vegetativo, se sabe que Potasio es demandado fuertemente por la presencia de frutos en el árbol (Palacios, *op. cit.*), y se dice que al descender el nivel de Potasio en esta etapa, se eleva la acumulación de Nitrógeno.

La concentración nutrimental de una planta está influenciada por varios factores, que deben considerarse al interpretar los resultados del análisis foliar, la edad y posición de la hoja influyen en la concentración de los elementos nutrimentales y esta concentración será de acuerdo a cada elemento (Emblenton, 1966). La estación del año y la parte analizada de la hoja también influyen en el nivel nutrimental observado de la planta y los niveles de N, P y K disminuyen con el aumento de la edad de la hoja mientras que las de Ca, Mg, Mn, Cu, Zn y Fe se incrementan (Bingham, 1961). Para calcio, se dice que debido a su poca movilidad dentro de la planta, tiende a incrementarse con el paso del tiempo y que su nivel puede ser un estimador de la edad de la hoja (Emblenton *et al.*, 1958).

La fenología de un árbol de aguacate es influida por la dinámica de los elementos nutrimentales que lo constituyen, y esta influencia puede iniciar o agravar el fenómeno de la alternancia productiva. De esta manera, es muy importante conocer las concentraciones nutrimentales presentes en los árboles, pues así

podremos determinar el estado nutrimental de un árbol y definir estrategias si es necesario, para corregir deficiencias nutrimentales que pueden afectar su rendimiento.

La importancia de este segundo apartado, radica en conocer como es la dinámica nutrimental de los árboles de aguacatero que tienen diferente carga de frutos en una zona productora de clima semiárido húmedo.

### **Objetivo**

- ✚ Conocer la dinámica nutrimental de macro y micronutrientes en hojas de aguacate 'Hass', en los flujos de invierno y verano, de árboles con diferente intensidad de carga de frutos en el año previo.

### 3.4 Revisión de literatura

La nutrición de los árboles es un aspecto muy importante en fruticultura, las diferentes etapas por las que atraviesa un árbol durante un ciclo productivo y el manejo, determinan la concentración de nutrientes presentes en los tejidos de los árboles.

Para el cv Hass, se dice que los mayores requerimientos de Nitrógeno y Potasio se presentan en la floración y fructificación-amarre, y para Fósforo se observa una mayor demanda en la etapa de floración temprana o de septiembre. Se sabe que los frutos en el cultivo del aguacatero, se caracterizan por su intensa demanda metabólica, ya que el fruto nunca para de crecer; independientemente de la velocidad de crecimiento, este es uno de los factores citados como posible explicación de la alternancia productiva (Wright, 1989).

En el cv Fuerte, cultivado en el Edo. Mex, se observa una mayor demanda de Nitrógeno en floración, para Potasio la máxima demanda se da en la etapa de fructificación, y para Fósforo, las demandas siempre se mantienen en un mismo nivel (Tirado, 1977).

Se dice que la competencia por Nitrógeno y otros nutrientes son un factor principal en la perpetuación de la alternancia productiva en aguacate, que al parecer es una competición lógica por carbohidratos, sin embargo, el efecto de la carga de frutos en árboles y el status en el nivel de Nitrógeno o el de la intensidad de la floración de primavera siguiente, no ha sido de mucho estudio (Figuroa *et al.*, 2001).

En una investigación que tuvo por objetivo detectar las diferencias en contenido de N, P, K, Ca, Mg, B, y Zn, en hojas e inflorescencias en aguacatero y conocer como se da su distribución en las inflorescencias, se detecto que, la concentración

nutrimental en hojas de los cultivares 'Colin V-33', 'Fuerte' y 'Hass' fue similar, con excepción del Boro cuya concentración en 'Fuerte' ( $50 \text{ mg kg}^{-1}$ ) fue superior a la de los otros dos cultivares. En cuanto a las inflorescencias, se observó una diferencia nutrimental en el Mg, el cual se presentó en mayor concentración (0.27%) en 'Colín V-33'. Las inflorescencias de los tres cultivares presentaron mayor concentración de P y K y menor de Ca y Mg, comparadas con la concentración nutrimental de las hojas (Figuroa *et al.*, 2001).

Además, se encontró que la concentración nutrimental a lo largo de la inflorescencias, en la parte apical y basal fue la misma, lo que indica una distribución homogénea en la panícula, dando a entender que todas las flores tiene la misma capacidad de amarre de fruto (Figuroa *op. cit.*).

El Boro, es muy importante para la germinación del polen y el crecimiento del tubo polínico a través del estigma, estilo y ovario (Lovatt, 1993); también incrementa la división celular y síntesis de ácidos nucleicos en el fruto, aumentando sus probabilidades de ser retenido en el árbol.

En los años 1984-85, se realizó un experimento en dos huertos de aguacate en Michoacán, se obtuvieron muestras foliares de los flujos de primavera y otoño de cada árbol a intervalos de dos meses durante un año, con el objetivo de conocer el estado nutrimental de los árboles y su relación con el rendimiento. Además, se realizaron dos muestreos específicos, uno en octubre de 1984, respecto a la cosecha del ciclo 1984-85 y un segundo en septiembre de 1985 para la cosecha del ciclo 1985-86. Se colectaron hojas de 6 a 7 meses de brotes del flujo de primavera y de brotes sin fructificar, 25 a 30 hojas por muestra, de cada árbol seleccionado, altura de muestreo de 1.5 a 2.0 m del suelo, y el análisis consistió en la determinación de macro y micronutrientes. También se muestreo el suelo,

para determinar pH, conductividad eléctrica, MO y textura. Se encontró que la concentración nutrimental en hojas está influenciada por las etapas fenológicas del árbol, edad de la hoja y época de muestreo; en los dos huertos se observó que durante las etapas de floración, brotación vegetativa y fructificación, los niveles de N, P y K disminuyeron drásticamente. La dinámica de los micronutrientes fue inversa a la de los macronutrientes, pues se observó que los niveles más bajos se presentaron en el periodo comprendido de junio a septiembre (Gutiérrez-Rangel, 1986).

Sin embargo, se observó menor variabilidad en los índices de balance en árboles de mayores rendimientos comparados a los árboles con bajo rendimiento donde la variación en los índices nutrimentales fue mayor. En algunos casos, el estado nutrimental del árbol no se relacionó con la producción pues los árboles con los niveles nutrimentales similares presentaron rendimientos muy diferentes. Se observó (huerto 1) que la producción del ciclo 1984-85 fue muy satisfactoria, y los niveles de N en hojas fueron mayores que en el ciclo 1985-86 en donde el rendimiento fue menor (Gutiérrez-Rangel, 1986).

Esto puede atribuirse a la alternancia productiva, que está relacionada con bajos niveles de N, que los árboles en un año de producción excesiva, requieren de suministros adicionales de N para mantener sus niveles normales (Palacios, 1986).

Respecto a la concentración de los nutrientes estudiados, se observó la mayor variación en los meses de agosto a octubre, y se propone considerar a este periodo como el más apropiado para realizar el diagnóstico del estado nutrimental de árboles de aguacate en la región de Michoacán (Gutiérrez-Rangel, 1986).



Birgham (1961), señala que el nivel en hojas de N y P en el cv Fuerte en California, no varía significativamente en el periodo que comprende los meses de agosto a octubre, y considera este periodo como el apropiado para diagnosticar los niveles nutrimentales.

Es muy común que el nitrógeno sea deficiente en los cultivos, es absorbido por las raíces en forma de  $\text{NO}_3^-$  y  $\text{NH}_4^-$ , la mejor forma de absorción es en ion  $\text{NO}_3^-$  comparado con el  $\text{NH}_4^-$ . Las plantas, contienen del 1 a 5% de Nitrógeno en peso seco (Marschner, 2002). El  $\text{NH}_4$  es más utilizado en las primeras fases de desarrollo de las plantas cuando es requerido para la síntesis de proteínas, (Kass, 1996). El N es absorbido durante todo el ciclo vegetativo y en algunas fases tiene más demanda como en la floración y fecundación (Guerrero, 1990).

Si se fertiliza con  $\text{NH}_4^+$ , las plantas pueden tener mayor contenido de carbohidratos y proteínas que las fertilizadas con  $\text{NO}_3^-$  (Halvin *et al.*, 1999). Sin embargo, si se suministran grandes cantidades de fertilizantes a base de  $\text{NH}_4^+$  se aumenta la pérdida de N por volatilización, en pH neutro o ácido el  $\text{NH}_4^+$  puede ser absorbido en los sitios de intercambio catiónico y ser transformado por procesos biológicos, para pH alcalino disminuyen los sitios libres de intercambio catiónico (Rechigl, 1995).

El suministro de N en forma de amonio disminuye las concentraciones de K, Ca y Mg (Barber, 1974), pues el amonio compite con estos cationes por el sitio de absorción; en cambio la aplicación de N en forma de nitrato eleva mayor concentración de K en la hoja.

Castillo-González (1988), realizó un experimento para determinar si existe competencia por carbohidratos y nutrimentos entre el crecimiento vegetativo y el reproductivo, y cómo influyen en la retención de flores y frutos en el árbol y conocer su dinámica de acuerdo a la fenología. Se hizo un muestreo de hojas en el norte y sur de la copa del árbol de aguacate cv Colín V-33, una vez al mes durante un año, para determinar el contenido de azúcares reductores, azúcares no reductores, azúcares totales y almidón; así como el peso específico de hojas (peso seco foliar/área foliar) y el contenido de N, P, K, Ca, Mg y B y las relaciones K/Mg y Ca/Mg. De la misma forma, se realizaron muestreos en el cv Rincoatl durante 7 meses que amarra más frutos que Colín V-33, en donde se determinaron nutrimentos y peso específico de hojas. Además, se muestrearon inflorescencias de 'Colín V-33' en las dos procesos de floración, se colectaron por zona de la copa y se separaron la parte apical y la parte basal de la inflorescencia y se determinó azúcares reductores, no reductores y totales, así como concentración de N, P, K, Ca, Mg y B y la relación K/Ca y K/Mg.

Encontraron que los azúcares y el almidón en hojas de 'Colín V-33' fluctuaron en el año de acuerdo a la fenología del árbol y edad de las hojas. Se observó mayor nivel de azúcares reductores, y el peso específico fue mayor en hojas de la zona sur de la copa. Se encontró mayor peso específico en 'Colín V- 33', y se observó mayor fluctuación a lo largo del año (Castillo-González, *op. cit.*).

Respecto a la concentración nutrimental (con base en peso seco) en hojas, se encontraron diferencias por zona de la copa para en la concentración de Ca, Mg y la relación Ca/Mg. Las hojas de 'Colín V-33' y 'Rincoatl' tuvieron la misma concentración de N, K Mg y B y en la relación K/Mg. Los dos cv's presentaron fluctuación en la concentración nutrimental durante los meses de evaluación y en 'Colín V-33' se reflejó la edad de las hojas, y su concentración en P, K, Ca, Mg y B y las razones K/Ca, K/Mg y Ca/Mg. En ambos cultivares se traslaparon etapas

fenológicas, que causó competencia por Ca, Mg y B, entre órganos vegetativos y reproductivos. Respecto a las inflorescencias, las de invierno-primavera recibieron mayor cantidad de azúcares reductores, por menor cantidad de azúcares no reductores y totales, además se observó una dominancia apical de la inflorescencia por los azúcares totales (Castillo-González, 1988).

La floración de otoño registró porcentajes muy bajos de Ca y Mg, comparada con la de invierno-primavera. La concentración y distribución de N, P, K y Ca fue similar en las dos floraciones, sólo P y B se concentraron más en la parte apical respecto a la distribución. Se concluyó que hubo competencia por fotosintatos y nutrimentos (principalmente Ca, Mg y B), debido a que las etapas fenológicas se mezclan, lo que promovió la caída de flores y limitó el amarre de frutos (Castillo-González, 1988).

### **Variación en la concentración de Macro y Micronutrientes en hojas de aguacate**

#### **Factores que influyen en la concentración nutrimental.**

La concentración nutrimental de una planta está influenciada por varios factores, que deben considerarse al interpretar los resultados del análisis foliar, la edad y posición de la hoja influyen en la concentración de los elementos nutrimentales y esta concentración será de acuerdo a cada elemento (Emblenton y Jones 1966).

La estación del año y la parte analizada de la hoja también influyen en el nivel nutrimental observado de la planta y los niveles de N, P y K disminuyen con el aumento de la edad de la hoja mientras que las de Ca, Mg, Mn, Cu, Zn y Fe se incrementan (Bingham, 1961). Para Calcio, se dice que debido a su poca

movilidad dentro de la planta, tiende a incrementarse con el paso del tiempo y que su nivel puede ser un estimador de la edad de la hoja (Emblenton *et al.*, 1961).

Respecto a Mg, Bingham (1961), observó que es un elemento que tiene mucha variación con la edad y época de muestreo en el cv Hass. El nivel de Mg bajó drásticamente en las primeras etapas de crecimiento (de marzo-julio de 0.40 a 0.10%) y posteriormente hasta alcanzar valores de 0.07%. En el siguiente periodo de crecimiento (primavera) el nivel inicial fue de 0.11% y este bajó a 0.04 % antes de la caída de las hojas.

Por otra parte, Emblenton y Jones (1972) consideran al portainjerto como factor que influye en la concentración nutrimental en las hojas de aguacate, y dice que la concentración de N, P y K en árboles injertados con patrón de la raza mexicana es mayor que en árboles sobre patrón de raza guatemalteca.

También, respecto al cultivar, se ha observado que el cv Mcarthur es deficiente en la absorción de Nitrógeno del suelo, comparado con los cv's Fuerte y Hass. En condiciones similares, el cv Mcarthur requiere de un suministro mayor de N para lograr más de 1.8 % en las hojas (Emblenton, 1962).

Aldrich (1953), considera que el efecto del cv va a depender de la región donde se localiza el huerto, y señala que las concentraciones de K, Ca y Mg fueron las que presentaron mayor dinámica entre los cvs Fuerte, Ettinger, Nabal, Waldin, Booth 8, Lula, por efecto de la región.

Tirado (1977), dice que los niveles nutrimentales también están influenciados por la etapa fenológica en que se encuentra el árbol, y comenta que N, P y K disminuyen sus niveles drásticamente en etapas de formación de hojas, floración y fructificación. Esto coincide con los trabajos de Koo y Young (1977), los cuales

encontraron que las concentraciones de N, P, K, Mg, Mn, Zn y Fe, fueron menores en hojas de ramas en fructificación en comparación con aquellas de ramas sin fructificar.

Cuadro 3.1. Niveles de abastecimiento nutrimental sugeridos por Emblenton y Jones (1966) para determinar el estado nutrimental del árbol de aguacate.

Elemento	Deficiente	menos	Niveles adecuados	exceso más de
	de			
N %	1.6		1.6 – 2	2
P%	0.05		0.08 – 0.25	0.3
K%	0.35		0.75 – 2	3
Ca%	0.5		1 – 3	4
Mg%	0.15		0.25 – 0.8	1
S%	0.05		0.2 – 0.6	1
B ppm	10-20		50 – 100	100-200
Fe ppm	20-40		50 – 200	
Mn ppm	10-15		30 – 500	1000
Zn ppm	10-20		30 – 150	300
Cu ppm	2-3		5 - 15	25

Otro aspecto importante que Emblenton *et al.*, (1958), estudiaron es el de interacción y fertilización, y el efecto que tenían las aplicaciones de Nitrógeno, Fósforo, Potasio, dolomita y estiércol, en el nivel nutrimental de las hojas del cv Fuerte, y encontraron que la adición de nitrógeno incrementó las niveles de este nutrimento en la planta y el de Fósforo, pero también disminuyó la concentración de Calcio y Magnesio. También se observó que con la aplicación de Potasio, disminuyó la concentración de Calcio y ligeramente la de Magnesio. Las aplicaciones de estiércol incrementaron la concentración de Nitrógeno, Fósforo, Potasio y Cloro.

En el aguacatero, la alternancia productiva es común, y afecta la relación de la concentración de nutrimentos en la hoja especialmente en el caso de Nitrógeno, y el rendimiento del árbol (Emblenton y Jones, 1971). En el cv Fuerte, en varios ciclos de alta producción, las concentraciones en hojas de N fueron altas, y se supone que se agotaron las reservas del árbol e influyó en los rendimientos del siguiente año donde el rendimiento y los niveles de N en las hojas fueron bajos. Por esto, concluyeron que en el ciclo producción excesiva, se debe suministrar cantidades adicionales de N para mantener niveles adecuados. Para P y K se observó un comportamiento opuesto al de N pues se encontraron contenidos bajos en las hojas en ciclos de alto rendimiento, por lo que se considera a la cosecha abundante como la causa del comportamiento alternante (Fullmer, 1945). Plancarte y Pimienta (1975), consideran que la alternancia se origina por una nutrición deficiente el año de cosecha abundante, siendo el nivel de N el más afectado.

Whiley, (1990), dice que las hojas pasa a ser fuente de demanda a fuente de fotosintatos cuando la vena media de las hojas alcanzó entre los 30 y 50 mm de longitud, lo que disminuyó el movimiento acropétalo de fotosintatos. La exportación neta de fotosintatos de hojas distales en desarrollo ocurrió cuando cada una de ellas alcanzó alrededor del 35% de la longitud final de la vena media. También se observó que las hojas de aguacate 'Fuerte' cambian de demanda a fuente de fotosintatos al alcanzar entre el 80 y 100% de su expansión total.

En aguacate, las hojas maduras próximas a las inflorescencias fueron las fuentes iniciales de fotosintatos transportados a brotes y órganos reproductores en desarrollo y que la filotaxia guió fuertemente la distribución de los fotosintatos. También el peso y el tamaño y distancia del fruto en desarrollo, con respecto a la hoja fuente influenciaron la traslocación (Finazzo *et al.*, 1994).

Gutierrez-Rangel (1986), hizo una evaluación para conocer el efecto de la aplicación de estiércol, alfalfa, metalaxil y sus combinaciones al suelo, contra *P. cinnamomi*, y las variaciones estacionales y el estado nutrimental de árboles de aguacate cv Fuerte y conocer el efecto de los flujos de crecimiento en el estado nutrimental de la planta.

Los muestreos foliares se iniciaron con 15 días de edad en las hojas y se terminaron a los 165 días de edad. En el flujo de otoño se hicieron tres colectas, la primera en la brotación vegetativa, la segunda en el inicio de la floración y la tercera al final de la floración; en el flujo de primavera el muestreo se hizo a intervalos mensuales en seis ocasiones. Se hicieron dos muestreos al suelo, uno al inicio y otro al final del estudio.

Se encontró que las concentraciones de N, P y K disminuyeron con la edad de las hojas; y las de Ca, Mg, Na, Fe, Zn Cu y Mn se incrementaron. La fertilización al suelo y las aspersiones al árbol no cambiaron la tendencia de los patrones de variación estacional de los macronutrientes; y los micronutrientes Cu y Zn si resultaron afectados por las aspersiones. Los tratamientos con estiércol se asociaron a niveles altos de macronutrientes en las hojas; la alfalfa aumentó los niveles de Ca, Mg y Cu; el metalaxil las de P y Mn.

El estiércol tendió a reducir los niveles de los micronutrientes, y la alfalfa los de N, P y K. Por efecto de flujo de crecimiento, se encontraron diferencias significativas en las concentraciones de P, K y Mg de las hojas de 15 días de edad; en las de Ca, Na, Cu y Mn de las de 165 días; y en las de N, Fe y Zn de los dos tipos de hojas. En cuanto al Mg en las hojas jóvenes y del Cu en las adultas, las concentraciones de los nutrientes fueron mayores en hojas del flujo de primavera (Gutiérrez-Rangel, 1986).

Labanauskas *et al.*, (1961), evaluaron las concentraciones de Zn, Cu, Mn y B en hojas de aguacate cv fuerte de diferente edad, de brotes sin fructificar, alrededor del árbol, cada mes durante tres ciclos, encontraron un comportamiento diferente entre elementos: el Zn y B se redujeron, el Mn incrementó notablemente, y el Cu tuvo una dinámica irregular con ligera tendencia a disminuir, conforme aumentó la edad de la hoja. Entre años, la dinámica del Zn, Cu y B fue muy irregular, en el caso de Mn fue similar, y durante dos ciclos, prácticamente la misma. Sin tomar en cuenta la edad de la hoja ni año de muestreo, las concentraciones fueron para Zn de 11-19, para Cu 4-12, para B 25-60 y Mn 100-1500 ppm.

Wtscher y Maxwell (1975) en condiciones similares, pero en cv Lula y hojas del flujo de primavera encontraron que el Na y Zn no variaron, el Ca, Mg, Fe, Mn y Cl incrementaron su concentración, y el nivel de N, P, K, Cu y B disminuyó con la edad de la hoja. Entre años, sólo el Fe tuvo comportamiento diferente.

Según Lynch y Goldweber (1957), niveles más altos o más bajos de K en la hoja no favorecen un mayor rendimiento; sin embargo, un incremento en la concentración de K, y con nivel bajo de P, se incrementa el rendimiento hasta llegar a 6.0% de K en hojas. Para Emblenton y Jones (1964), una concentración entre 0.9 a 1.3 % de K en la hoja, no beneficia el rendimiento de árboles de aguacate en California.



### 3.5 Materiales y Métodos

La descripción del sitio experimental y el material vegetal, fue desarrollado en el capítulo anterior por lo que se omite esta parte.

Para realizar esta parte de la investigación de cada tratamiento, se seleccionaron cinco árboles al azar, los cuales se muestrearon a un intervalo de un mes, tomando 15 hojas por árbol. Las muestras foliares fueron tomadas de brotes de flujos vegetativos de invierno y de verano cada fin de mes, del primer flujo, se muestreo desde el mes de marzo del 2007 hasta marzo del 2008, y del flujo de verano, se muestreo desde el mes de julio 2007 hasta el mes de febrero del 2008 (Figura 3.1).

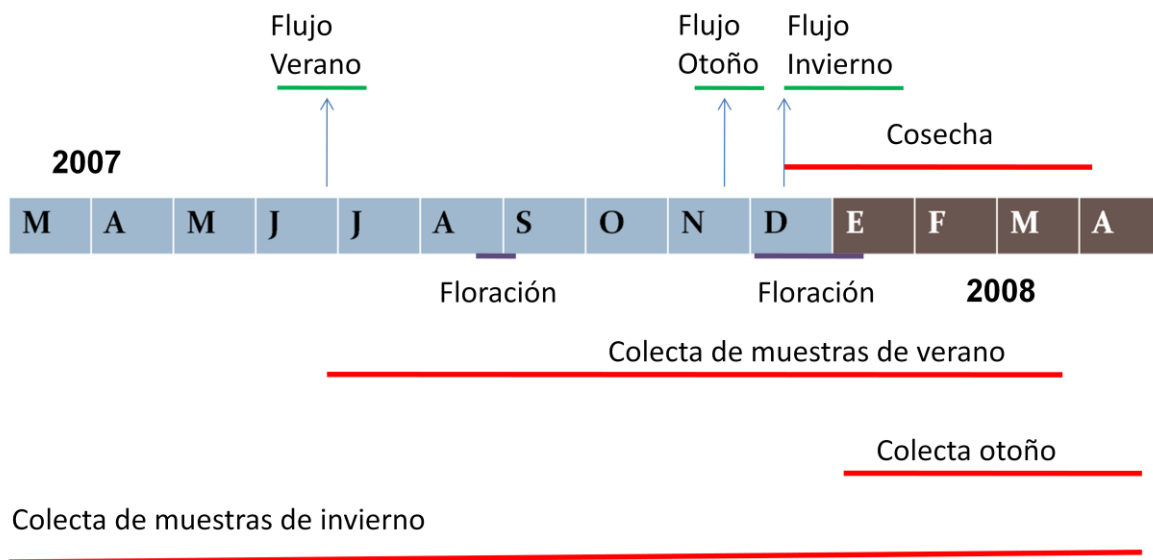


Figura 3.1. Fenología del aguacate cv Hass ubicado en Temascaltepec Edo. Mex. y épocas de muestreos foliares por flujo.

#### Diseño experimental

Se empleo un diseño completamente al azar, de tres tratamientos y cinco repeticiones por tratamiento, cada árbol se consideró como una repetición.

### **Análisis estadístico**

El análisis de varianza de tratamientos se hizo por cada fecha de muestreo y la comparación de medias se hizo utilizando la prueba Tukey (0.05), mediante el paquete estadístico SAS, 2002.

### **VARIABLES A EVALUAR**

Concentración de Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Hierro, Zinc, Manganeso, Cobre y Boro en hojas durante un ciclo de producción.

### **Análisis nutrimental**

El análisis nutrimental se llevó a cabo en el laboratorio de Nutrición de Frutales de Fruticultura del Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. México. Las muestras colectadas en campo (15 hojas por árbol) fueron colocadas en bolsas de plástico transparentes, se trasladaron al laboratorio donde se lavaron con agua corriente, agua destilada y agua desionizada; posteriormente se colocaron en una estufa por 48 horas a una temperatura de 60°C; una vez secas las muestras, se retiraron y se molieron con un molino de acero inoxidable, la muestra molida se colocó en un sobre de papel. Las muestras se fueron organizando por fecha de colecta, por tratamiento, por árbol y por flujo. Una vez obtenidas todas las muestras del año, se prepararon y se procedió a la lectura de los elementos.

El proceso de análisis y lectura de los nutrimentos en hojas se hizo como se describe a continuación:

La lectura de los elementos en hojas se hizo como se describe a continuación:

**Nitrógeno:** Método Kjeldahl; se pesó 0.1 g de muestra seca, y se le agregó 1.5 mL de una mezcla de Ac. Sulfúrico y Ac. Perclórico. Se dejó reposar la mezcla por un día, posteriormente se llevaron todas las muestras a una plancha de digestión, en donde por 5-6 horas, estuvieron en digestión desde los 10°C hasta alcanzar los 360 °C. Después, las muestras se pasaron a un tres de destilación, donde a la muestra se le adicionó 1 ml de hidróxido de sodio (NaOH) y se destiló, el destilado

se fue colectando en un matraz de 50 ml que contenía 25 mL de Ac. Bórico, y se hizo una solución de 50 ml; esta solución se tituló con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, hasta tornar un color rosa mexicano.

El N total fue calculado con la relación:

$$\%N = \frac{\text{ml H}_2\text{SO}_4 \times N \text{ de H}_2\text{SO}_4 (1.4)}{0.1} \quad N = \text{normalidad de H}_2\text{SO}_4 = 0.051$$

Para Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Fierro, Cobre, Aluminio se pesó 0.5g de muestra seca, se le agregó 10 mL de Ac. Nítrico y 3.5 ml de una mezcla de Ac. Perclórico más Ac. Sulfúrico. La muestra se llevó a la plancha de digestión, en donde estuvieron por 3 - 4 horas hasta alcanzar los 260 °C, posteriormente se llevaron las muestras para filtrarlas y hacer una solución madre, que es la solución resultante del filtrado. Después, para los elementos de K, Ca, Mg, Mn, Fe, Cu, se hicieron diluciones para poder leer los valores en el espectrofotómetro de absorción atómica. El P, se leyó directamente de la solución madre con un espectrofotómetro.

**Boro:** Para la determinación de Boro, se utilizó el método de la Azometina-H (Enriquez., 1989), para lo cual se pesan 0.250 g de muestra, esta se pone en un crisol y se llevan a una mufla por 12 horas, en donde se carbonizan a una temperatura de 450°C. Posteriormente, estos crisoles se sacan de la mufla y se dejan enfriar; se les agrega 5mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> .1N, la muestra se deja reposar 30 minutos, después se toma 1mL de esta solución y se pasa a otro recipiente; se adiciona 2mL de una solución amortiguadora (acetato de amonio, EDTA-disódico, Ac. Acético), más 1mL de azometina y se deja reposar nuevamente por 30 minutos. Después se leen las muestras en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 415.

## 3.6 Resultados y Discusión

### NITROGENO

#### Dinámica en flujo de invierno

Al hacer el análisis de varianza no se encontraron diferencias significativas en la concentración de N entre tratamientos, es decir, en todos los meses de evaluación la concentración de nitrógeno fue estadísticamente igual, Tukey  $P \leq 0.05$  (Cuadro A3.2).

En el tratamiento de carga alta, los árboles presentaron una cosecha de 120 kg o más en el invierno del 2006 y, emitieron una floración escasa o nula, por lo tanto, no hubo cosecha en diciembre del 2007, por esto, durante este año, los árboles no presentaron amarre ni crecimiento de frutos, lo cual benefició a los flujos vegetativos; el flujo de invierno se mantuvo en crecimiento constante desde diciembre 2006 hasta marzo del 2007, en este mes se inició la colecta de muestra foliar para análisis nutrimental y se encontró que el nivel de N estaba en 1.7%, y para el mes de mayo se observó 2.2% y junio 2.1 %. Esto hace suponer que el nivel de N venía en aumento a partir de mediados de primavera una vez que ha terminado o disminuido el crecimiento del flujo de otoño-invierno 2006; para después ser liberado por la demanda que supondrá el flujo de verano, que es cuando se observa otra baja en el nivel de N, pues en julio se observa 2% y en agosto 1.8 %. En septiembre hay un repunte de N, y llega a un máximo nivel en todo el año en noviembre (2.4%), y se presenta una baja en enero del 2008 que se mantiene hasta el último mes de colecta (marzo 2008 – Figura 3.2). Las oscilaciones de los meses de otoño estarían provocadas por el próximo flujo vegetativo y la floración principal de otoño-invierno que se presenta en la región.

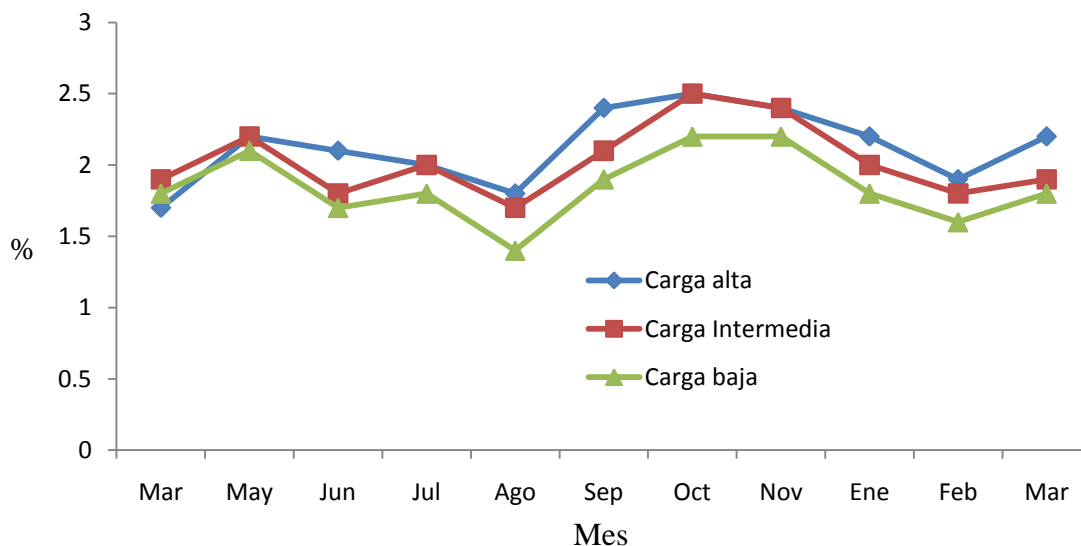


Figura 3.2. Dinámica nutrimental de N en tres tratamientos en un año de evaluación del flujo de invierno.

Los árboles de carga intermedia, presentaron una cosecha de entre 60 a 120 kg, y una floración pobre, originó que ese mismo invierno 2006, cuajaran poco fruto y durante el año 2007 tuvieron crecimiento vegetativo y poco fruto en crecimiento; que se reflejó en una cosecha pobre en el invierno del 2007, pero con mejor floración que el año anterior. En este tratamiento, la dinámica nutrimental refleja que, en el mes de marzo hubo 1.9% de N en las hojas (Cuadro A3.2). En el mes de junio se repite el mismo fenómeno que en el tratamiento de carga alta, donde se registró una disminución en el nivel de N en las hojas (1.8%), lo que hace suponer que el N es liberado hacia los puntos de crecimiento que supone el flujo de verano; hasta finales de agosto, donde se observó un nivel de 1.7%. En el mes de septiembre, se observó un repunte que se mantuvo hasta noviembre, donde hubo una baja abrupta, que estaría causada porque el árbol comenzó a destinar N para el flujo de otoño-invierno que inició a finales de noviembre, y para la floración principal que ocurre en diciembre en esta región. En el mes de febrero se observó una disminución en la concentración de N, (1.8%), pudiera ser que la demanda por N del flujo vegetativo y la floración del otoño-invierno anterior fue muy alta, además de que las hojas están a punto de caer y están retornando sus reservas al árbol, pues tendrían alrededor de 15 meses de edad. Salazar-García *et al.*, (2007),

reporta que para el estado de Nayarit, las hojas de 'Hass' del flujo de invierno vivieron 12 meses.

En el tratamiento de carga baja, en marzo, el nivel de N es de 1.8%, y en mayo de 2.1% (Cuadro A3.2), esta diferencia en la concentración se explica porque en el primer mes el flujo vegetativo de otoño-invierno anterior demandó N. Para junio se observó una baja que se mantiene hasta agosto (Figura 3.2), esta baja coincidió con el inicio del flujo vegetativo de verano. En septiembre el N subió hasta llegar a 1.9% en octubre; a finales de noviembre y diciembre ocurrió un flujo vegetativo y la floración principal, que causó la disminución en la concentración, hasta febrero y marzo del año 2008, donde se encontró 1.6 y 1.8%. Estos árboles en diciembre 2006, tuvieron una cosecha baja pero abundante floración y emisión de brotes vegetativos, que resultó en un alto amarre de fruto que mantuvieron una constante demanda de N durante el año 2007.

### **Dinámica en flujo de verano**

En las muestras del flujo de verano, tampoco se encontraron diferencias significativas en la concentración de N comparando para cada mes los tres tratamientos, de esta manera, todos los meses fueron estadísticamente iguales de acuerdo con la prueba de medias Tukey  $P \leq 0.05$  (Cuadro A3.2).

En el tratamiento de carga alta, el mes con mayor concentración fue septiembre con 2.3%, y el mes con menor concentración fue enero con 1.8 % (Cuadro A3.3). En la Figura 3.3, se observa que en este tratamiento en el mes de julio el porcentaje de N en hojas viene en aumento hasta alcanzar un punto alto en el mes de septiembre, en este momento comienza a bajar el nivel hasta el mes de enero del 2008.

Esto refleja que en el mes de julio el flujo de verano demanda N, lo que coincide con lo reportado por Bárcenas *et al.*, (2003), quien dice que en época de crecimiento vegetativo y floración se pueden encontrar bajas concentraciones en hojas del flujo de invierno; partir de septiembre, la concentración de N en hojas de verano comienza a bajar, lo que refleja que las hojas comienzan a traslocar fotosintatos a otras partes del árbol (brotes, raíces, etc). Durante noviembre-diciembre se observa menor concentración, y esto puede estar originado por la demanda del flujo de otoño-invierno y floración – amarre de frutos.

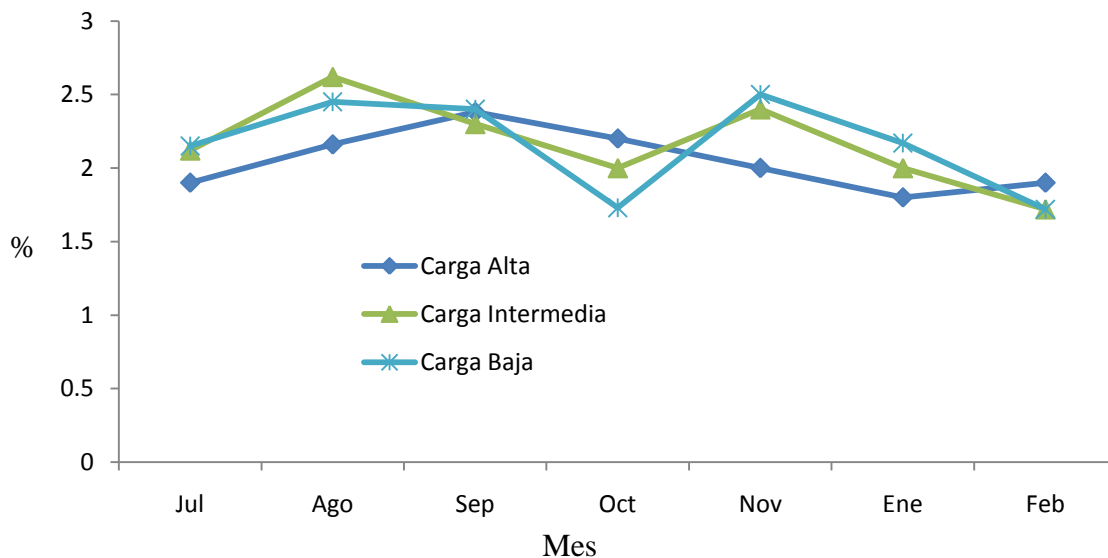


Figura 3.3. Dinámica nutrimental de N en tres tratamientos en un año de evaluación del flujo de verano.

En el tratamiento de carga intermedia se encontró el mes con mayor porcentaje de N fue agosto con 2.6% (Cuadro A3.3); para el mes de septiembre se observa una baja del nivel hasta octubre. En el mes de noviembre hubo un repunte y en enero se observó una disminución que se prolongó hasta febrero que es cuando se registró 1.7% en hojas. Al inicio del flujo las hojas estaban demandado mucho N por eso de su alta concentración en julio, agosto y septiembre 2007; en esta época las hojas de las colectas de este flujo tienen 3-4 meses de edad, es por esto que se mantuvieron en crecimiento. En el mes de enero y febrero 2008, que es el mes con menor concentración de N, las hojas tenían 7-8 meses de edad y a punto de

entrar en abscisión, por lo que estarán retornando sus reservas de N al árbol, además de que en diciembre anterior hubo floración y crecimiento vegetativo (Salazar *et al.*, 2007).

Respecto al tratamiento de carga baja, el mes de julio es el de mayor concentración (2.1%) (Cuadro A3.3). En octubre se observó una baja del nivel, pero en noviembre hay una nueva alza que baja ligeramente hasta enero y febrero. Esta baja responde a que las reservas de N están siendo dirigidas en ese momento al nuevo flujo que es el de otoño-invierno 2007 y al crecimiento de frutos.

## **FOSFORO**

### **Dinámica en flujo de invierno**

Para Fósforo, no hubo diferencias significativas en la concentración comparando los tres tratamientos por cada mes de acuerdo a la prueba de Tukey,  $P \leq 0.05$  (Cuadro A3.4). No obstante de acuerdo a los resultados, el mes con mayor concentración fue marzo 2008 con 0.6% (Cuadro A3.4) en el tratamiento de carga alta, en mayo se observa una fuerte disminución de P en hojas llegando hasta 0.07% (Figura 3.4) manteniéndose alrededor de ese nivel hasta noviembre, que es cuando se observa un repunte hasta 0.1%, sin embargo en enero se observa otra disminución a 0.07% la cual se mantiene hasta el último mes de evaluación. La disminución que se presenta en mayo puede deberse a que en ese momento el árbol se prepara para el flujo de verano, y de acuerdo con Salazar *et al.*, (2007), la concentración de P disminuye con la edad de las hojas. Se pueden observar algunos repuntes al final del periodo de lluvias y el pico de noviembre puede estar originado por una detención de crecimiento ya que comienza la época de frío, y se acumulan reservas para destinarlas al flujo de otoño-invierno y floración.



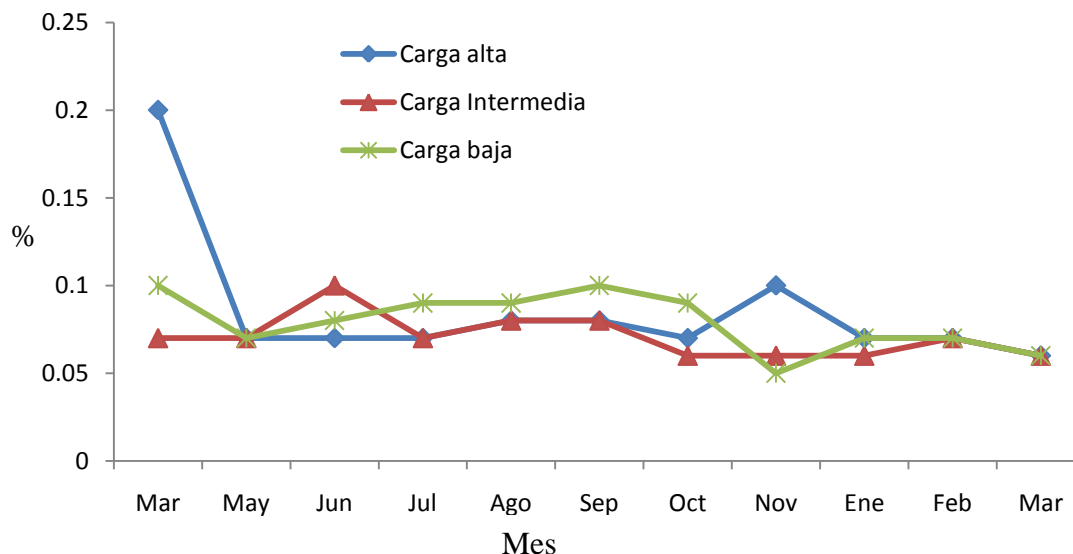


Figura 3.4. Dinámica nutrimental de P en tres tratamientos en un año de evaluación del flujo de invierno.

En el tratamiento de carga intermedia, se encontró en el análisis estadístico con las pruebas de medias Tukey ( $P \leq 0.05$ ) que junio es el mes de mayor concentración (0.1%), esto puede deberse a un estrés de sequía además de que el árbol tal vez detuvo su crecimiento (acumuló reservas) para dar inicio al nuevo flujo de verano que inició en julio, sin embargo, Bárcenas *et al.*, (2003) reporta que la mayor concentración de P en hojas coincidieron con la presencia de flujos vegetativos, aunque Tirado (1994, citado por Bárcenas, 2003), dice que la concentración de P fue constante en hojas durante un año de evaluación. La tendencia a la baja de el nivel de P en verano puede ser explicado por la demanda del flujo que se dio en esta época, y también por el crecimiento de raíces.

En el tratamiento de carga baja, el mes con mayor concentración de P fue julio (0.09%), que puede deberse a que los árboles acumularon P para inmediatamente destinarlo al flujo de verano, y el mes más bajo fue noviembre (0.05%). Este tratamiento tuvo un buen crecimiento vegetativo durante el año, por lo tanto, tuvo una demanda constante de P. La tendencia del nivel de P a partir del mes de agosto, fue a la baja hasta el final de la evaluación (marzo 2008). Esto pudiera

obedecer a que después de agosto, hubo crecimiento de flujo de verano, de raíces y de frutos que tenían los árboles.

### **Dinámica de P en el flujo de verano**

No hubo diferencias significativas en la concentración comparando el mismo mes en los tres tratamientos, es decir, todos los meses evaluados del flujo de verano, son iguales estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey  $P \leq 0.05$  (ACuadro 3.5).

En el tratamiento de carga alta, el mes de julio es el de mayor concentración (0.08%), y el mes más bajo fue septiembre 0.06%. En la Figura 3.5 se observa una dinámica constante, y puede deberse a que los árboles mantienen crecimiento del flujo de verano, que conlleva a que las hojas tengan una concentración similar en la concentración de P aunque con tendencia a la baja, lo que concuerda con Salazar-García *et al.*, (2007), quien dice que la concentración de P disminuye con el aumento de la edad de la hoja.

En el tratamiento de carga intermedia, el mes de julio registró como el de mayor concentración con 0.09% (Cuadro A3.5), en este mes el flujo vegetativo tenía alrededor de 15 días, y supone una fuente de demanda de P muy fuerte. Los meses más bajos en el nivel de P fueron septiembre y noviembre, con 0.06%, y se mantiene en ese nivel hasta febrero de 2008, que es cuando se observó un ligero repunte. La baja que se observa a partir de octubre concuerda con lo reportado con Salazar *et al.*, (2007), quien dice que para las hojas de verano, su concentración comenzó a disminuir un mes antes de la floración.

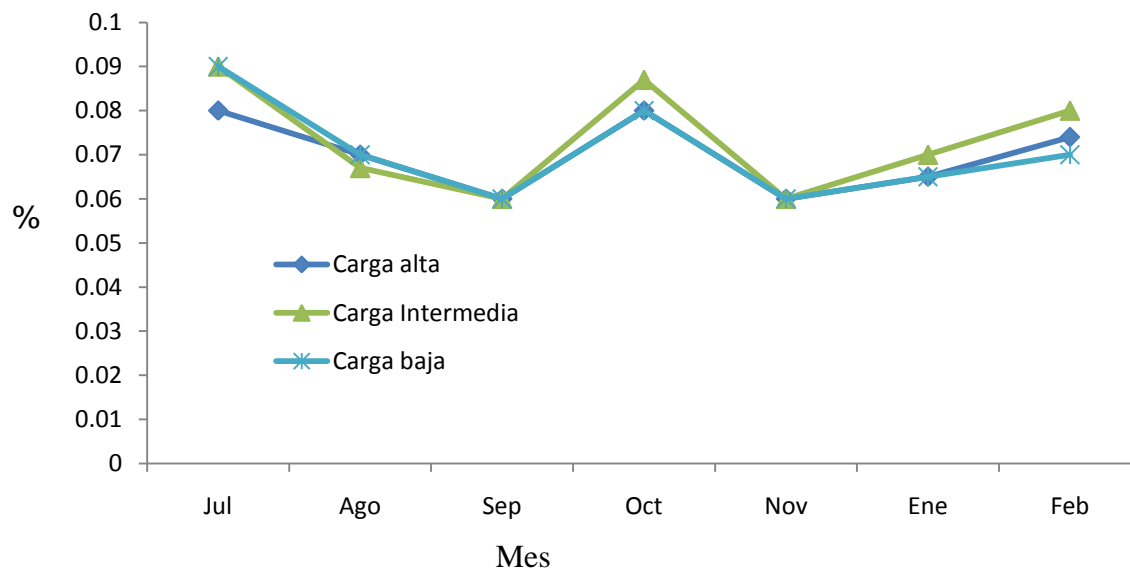


Figura 3.5. Dinámica de P del flujo de verano en tres niveles de carga de frutos.

Para el tratamiento de carga baja el mes de julio fue el de mayor concentración con 0.09% y el menor fue septiembre con 0.06%. Sin embargo, se observa en la Figura 3.5 que la tendencia no presenta cambios bruscos. En julio, las hojas evaluadas son relativamente nuevas y la concentración es más alta, la cual baja hasta el mes de septiembre, y se observa un repunte en octubre, estos cambios son causados quizás por el requerimiento en crecimiento de raíces y frutos.

## POTASIO

### Dinámica en flujo de invierno

Respecto a K, se encontró que no todos los tratamientos son iguales en la concentración en el mismo mes de acuerdo con la prueba de medias Tukey  $P \leq 0.05$ , en el cuadro 3.6 se observan estas diferencias.

En el tratamiento de carga alta, hubo mayor concentración en los meses de marzo y mayo (5.5%), y los más bajos fueron octubre y febrero con 2.1%. El K es muy demandado por frutos (Salazar, 2002) y también por puntos de crecimiento, esto

explicaría la tendencia a la baja. En el mes de noviembre se observa en la Figura 3.6 un repunte que alcanza un máximo en enero con 3.2%, esto concuerda con lo reportado por Salazar-García *et al.*, (2007) quienes dicen que las hojas de invierno aumentaron la concentración de K después del mes de octubre. En este mes el nivel de K comienza a bajar hasta febrero. A las hojas del flujo de invierno del 2006 sólo les queda un par de meses de vida en enero del 2008, esto podría causar que las hojas almacenen K y en febrero retornarlo al árbol (brotes, inflorescencias y frutos).

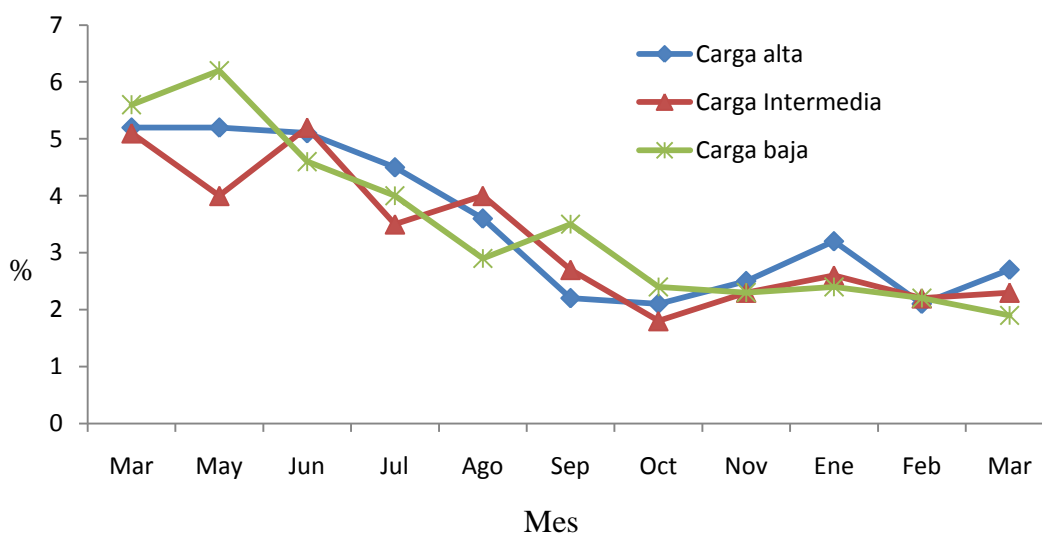


Figura 3.6. Dinámica nutrimental de K en tres tratamientos en un año de evaluación del flujo de invierno.

En el tratamiento de carga intermedia, el mes de junio fue el de mayor nivel (5.2%) (Cuadro A3.6), y octubre como el más bajo con 1.8%, este resultado no concuerda con los reportado por Figueroa *et al.*, (2001), quien dice que no encontró diferencias significativas en la concentración de K en hojas de aguacate ‘Hass’ ‘Colín V-33’ y ‘Fuerte’. Al inicio de la evaluación se observó que en marzo el nivel de K comenzó a bajar y repuntó en junio, sin embargo, en este mes hubo una baja con algunos repuntes hasta octubre que es cuando alcanzó el menor nivel; en noviembre apareció el flujo vegetativo de otoño – invierno y la floración. Figueroa *et al.*, (2001), dice que el K presenta mayor movilidad hacia puntos demandantes

(inflorescencias-crecimiento vegetativo), explicándose así también la baja de junio (inicio de flujo de verano). El K almacenado pudo comenzar a ser utilizado en enero para el crecimiento de los nuevos frutos, pues es cuando se observó una tendencia a la baja.

En el tratamiento de carga baja mayo resultó el de mayor nivel con (6.2%) (Cuadro 3.6), y marzo08 como el más bajo con 1.9%. La Figura 3.6 muestra una clara tendencia a la baja a partir de mayo. Los árboles de este tratamiento en la floración de otoño-invierno 2006 tuvieron un alto amarre de frutos, que representó una fuerte demanda por K; en el mes de septiembre, hubo un ligero repunte, tal vez ocasionado por una detención del crecimiento de frutos y del árbol, lo que ocasionó un ligero aumento en el nivel. Sin embargo, como la cosecha en esta región se prolongó desde diciembre hasta marzo, pues el fruto sigue representando una fuente de demanda para K.

### **Dinámica en flujo de verano**

No se encontraron diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey  $P \leq 0.05$ , la concentración de k en hojas del flujo de verano es estadísticamente igual.

En el tratamiento de carga alta, los resultados del análisis nutrimental muestran al mes de agosto y septiembre con mayor concentración (3.3%) (Cuadro A3.7). De acuerdo a la Figura 3.7, en julio se comienza a observar una acumulación de K, la cual llega a un pico máximo en agosto, este nivel se mantiene hasta septiembre y comienza a bajar hasta noviembre que es el momento cuando la gráfica muestra una línea recta hasta el mes de febrero, suponiendo que la concentración de K disminuye paulatinamente de acuerdo al aumento de la edad de la hoja y en inicio de flujo de verano (hojas jóvenes) se pudo observar claramente como las nuevas hojas aumentaron su concentración de K (Salazar *et al.*, 2007). Tres meses

después están hojas comenzaron a bajar su nivel, lo que pudo estar provocado por el crecimiento de algunos frutos y el aumento de la edad de la hoja.

Para el tratamiento de carga intermedia, el mes de agosto el mes de mayor nivel (3.9%), y a noviembre como el mes de menor nivel 1.5% (Cuadro A3.7). En julio se ve una tendencia clara (Figura 3.7) a la acumulación de K, sin embargo, este nivel comenzó a bajar hasta noviembre; a partir de este mes hubo una recuperación hasta enero donde se estabilizó; la acumulación de K a partir de noviembre puede obedecer a que el árbol se preparo para destinar reservas a los frutos que aparecieron en diciembre-enero, aunque Salazar-García *et al.*, (2007) atribuyen que esta disminución se da a partir de la senescencia de las hojas del flujo de invierno y que coincide con la floración y proceso de senescencia.

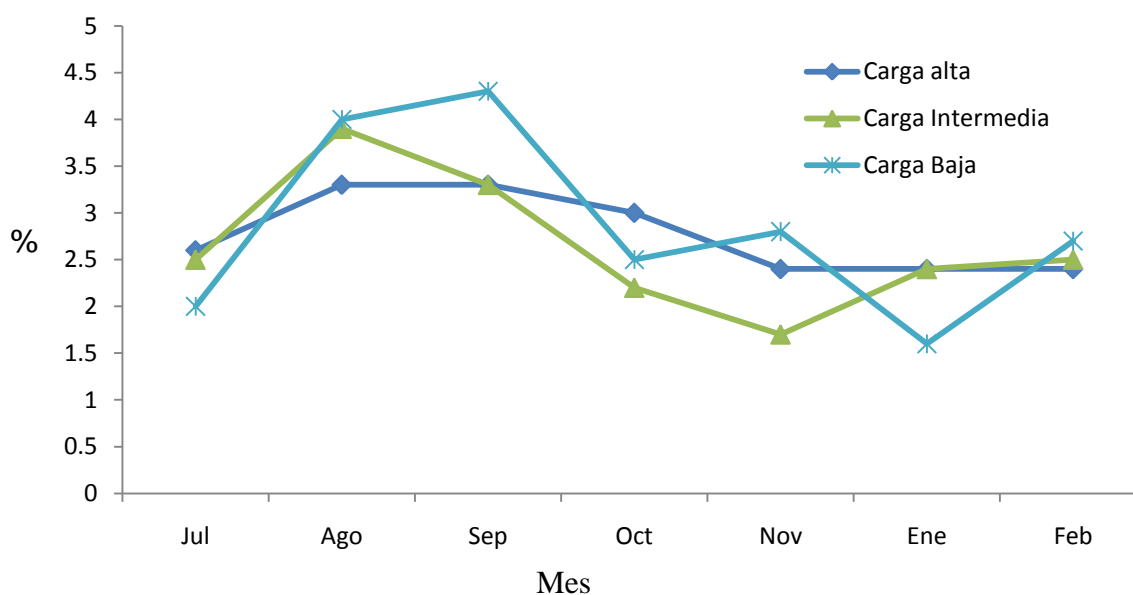


Figura 3.7. Dinámica nutrimental de K en tres tratamientos en un año de evaluación del flujo de verano.

En el tratamiento de carga baja, septiembre es el mes de mayor nivel (4.3%) y enero como el de menor concentración con 1.6% (Cuadro A3.7). En la Figura 3.7, se puede observar que en julio hay acumulación de K hasta llegar a un punto máximo en septiembre, a partir de este mes el nivel comienza a bajar hasta enero, y en febrero hay una recuperación. El flujo de verano, demanda también K a la par

del crecimiento de los frutos, pues en el flujo de invierno, en la Figura 3.6 muestra que las hojas bajaron su nivel de manera sostenida y en verano, se puede observar como las hojas nuevas están acumulando K en los primeros tres meses de evaluación. Esto refleja que las hojas de invierno destinaron K a los frutos y al flujo de verano. En noviembre, el nivel bajo, probablemente provocado por la floración principal y el flujo de otoño-invierno de la región, este tratamiento tuvo crecimiento de frutos durante el año, y Fernández-Escobar *et al.*, (1999), dice que la carga de frutos influye en la baja concentración de K en hojas. Como hubo crecimiento de fruto durante el año, en diciembre los árboles presentaron una floración y flujo vegetativo pobre, lo que explica el aumento de la concentración de K en esta última etapa.

## **CALCIO**

### **Dinámica en flujo de invierno**

Para Calcio, sólo en el mes de Enero se observó que los tratamientos no son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey  $P \leq 0.05$  en la concentración de Ca, donde el tratamiento de carga intermedia y alta son diferentes respecto al tratamiento de carga baja (Cuadro A3.8).

Para el tratamiento de carga alta, el mes con mayor concentración fue mayo con 1.9% (Cuadro A3.8), y el mes de menor concentración fue marzo del 2008. Se observa en la Figura 3.8, al inicio de la evaluación, el Ca era elevado hasta mayo, sin embargo, a partir de este mes inicia una tendencia a la baja. Esto no coincide con Salazar García *et al.*, (2007), quienes dicen que Ca siempre mostró una tendencia acumulativa durante todo el desarrollo de la hoja, hasta caer del árbol.

Esta tendencia a la baja (Figura 3.8), se observa en los tres tratamientos en este flujo de invierno, con una acumulación inicial, que bajó durante el tiempo de evaluación. Para el tratamiento de carga intermedia se encontró que el mes con mayor concentración fue junio (1.4%) y el mes con menor concentración fue febrero con 0.3% (Cuadro A3.8). En el tratamiento de carga baja, el mes con mayor concentración fue octubre con 1.3% y el más bajo fue enero con 0.2%.

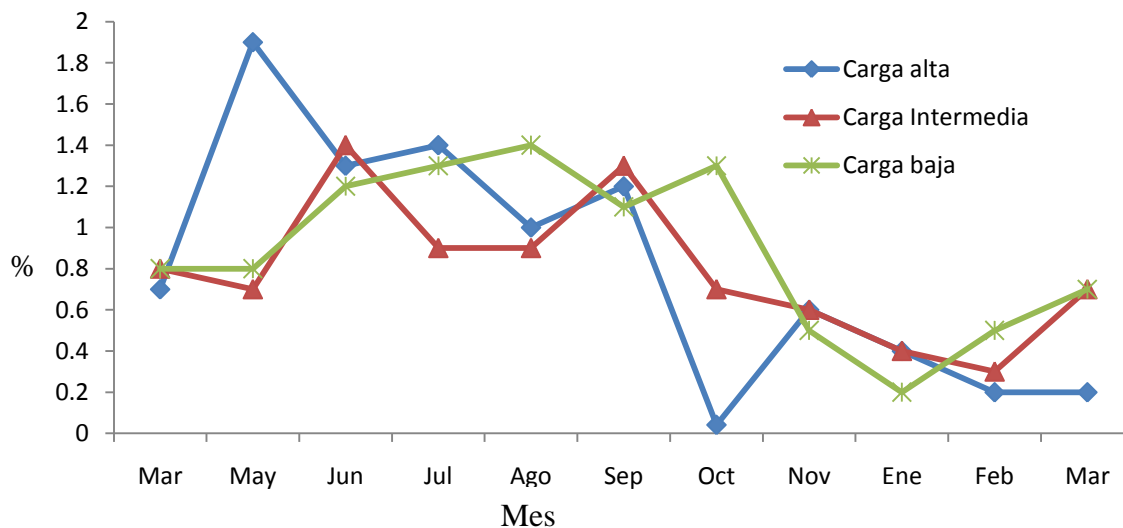


Figura 3.8. Dinámica nutrimental de Ca en tres tratamientos en un año de evaluación del flujo de invierno.

### Dinámica en flujo de verano

Se encontraron diferencias significativas en la concentración de Ca de acuerdo a la prueba de Tukey  $P \leq 0.05$ , en el mes de agosto el tratamiento de carga intermedia es superior, y en noviembre lo es el de carga baja.

En el tratamiento de carga alta, octubre es el mes con mayor nivel (0.7%) y febrero con el menor nivel (0.25%) (Cuadro A3.9), de Ca. En este tratamiento, se observó una tendencia en la dinámica parecida a la del flujo de invierno. En julio el nivel



baja un poco y a partir de agosto hasta octubre hubo una acumulación, lo que coincide con lo reportado por Bárcenas *et al.*, (2003), quien dice que las mayores acumulaciones las observó en el inicio del crecimiento vegetativo y del periodo de lluvias (Figura 3.9). Sin embargo, no coincide con los reportado por algunos investigadores, que dicen que la acumulación de Ca en las hojas es una tendencia generalizada que inclusive esta acumulación podría ser un índice para determinar edad en hojas (Emblenton *et al.*, 1962)

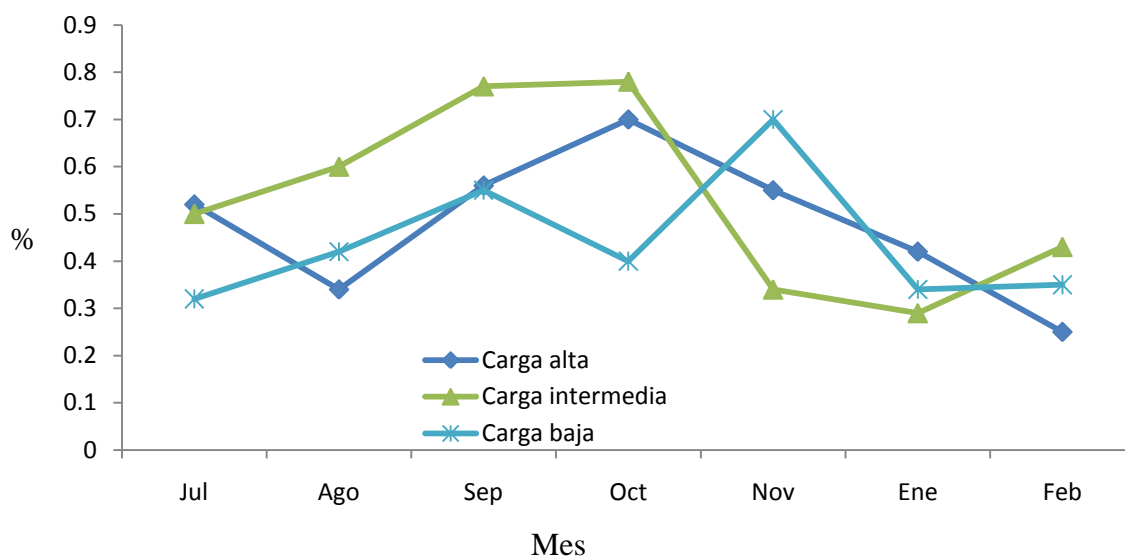


Figura 3.9. Dinámica nutrimental de Ca en tres tratamientos en un año de evaluación del flujo de verano.

Para el tratamiento de carga intermedia, el mes con mayor nivel fue octubre con 0.78% (Cuadro A3.9), y el mes de menor concentración fue enero con 0.29%. En la Figura 3.9 se puede observar que en los primeros cuatro meses el calcio comenzó a acumularse en las hojas (Crecimiento vegetativo y periodo de lluvias en Temascaltepec Edo. Mex.), sin embargo, en octubre, el nivel bajo drásticamente hasta el mes de enero, esto puede estar causado porque el árbol demanda calcio para los frutos en crecimiento y para la próxima floración.

En el tratamiento de carga baja, el mes de mayor concentración fue noviembre con 0.7% y es estadísticamente superior a los otros dos tratamientos, y el mes de menor concentración fue julio con 0.32%. En la Figura 3.9 se aprecia que la tendencia de la dinámica tendió a subir y a bajar, lo que nuevamente no concuerda con la idea de que el calcio siempre se acumula en las hojas y no baja sus niveles.

## **MAGNESIO**

### **Dinámica en flujo de invierno**

Respecto a Mg, no se encontraron diferencias significativas en la concentración, todos los meses tienen la misma concentración de Mg de acuerdo a la prueba de Tukey  $P \leq 0.05$ , comparando el mismo mes entre los tres tratamientos (cuadro 3.10).

Para el tratamiento de carga alta, el mes con mayor concentración fue Septiembre con 1.5% (Cuadro A3.10) y el mes con menor concentración es noviembre y mar08, con 0.6%. En la Figura 3.10, se muestra que la tendencia de Mg comenzó con acumulación hasta el mes de junio, en este mes mantuvo un nivel que se prolongó hasta el mes de agosto, en septiembre hubo un nuevo repunte, que comenzó a bajar hasta encontrar un mínimo nivel en el año de estudio en el mes de noviembre. En esta etapa subió hasta llegar a una concentración de 1%, en Febrero y en Marzo 2008, el nivel de Mg disminuyó.

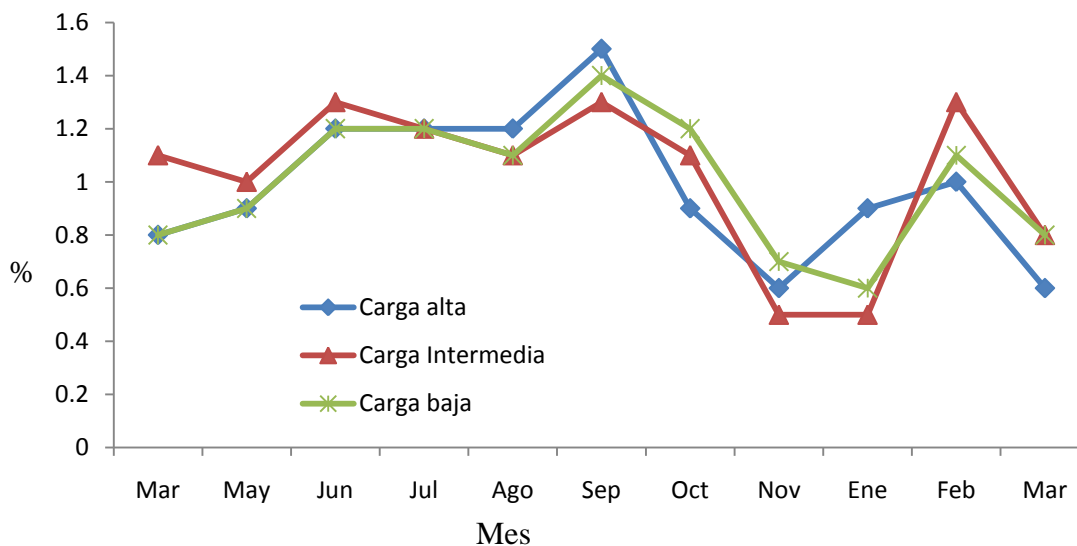


Figura 3.10. Dinámica nutrimental de Mg en tres tratamientos durante un año de evaluación del flujo de invierno.

Estos resultados son contrarios a lo obtenido por Salazar-García *et al.*, (2007), quienes dicen que la tendencia de Mg durante todo el desarrollo de la hoja siempre fue acumulativa; aunque sí coinciden con lo reportado por Bárcenas *et al.*, (2003) que observó la mayor acumulación de Mg en el periodo de lluvias (Ago-Sep).

Del tratamiento de carga intermedia, los meses de junio, septiembre y febrero fueron los de mayor concentración con 1.3% y el mes de menor nivel fue Marzo con 0.8% (Cuadro A3.10). En la Figura 10 se observa que la tendencia del Mg en este tratamiento es de un nivel que bajo a partir del mes de mayo y se mantuvo en esa oscilación, y a partir septiembre comenzó a bajar hasta el mes de enero, esta baja pudo ser ocasionada por el crecimiento de raíces, crecimiento de brotes vegetativos y por la floración de diciembre (Yañez, 2002). En febrero se vio un repunte del nivel y para el siguiente mes, bajó, lo cual pudo deberse a que el Mg se estuvo acumulando y en esta última etapa se libero para el desarrollo de crecimiento vegetativo del flujo de otoño –invierno y para el crecimiento de frutos.

En el tratamiento de carga baja, el mes de septiembre fue el de mayor concentración (1.4%-Cuadro A3.10), aunque Figueroa *et al.*, 2001, tampoco encontró diferencias significativas entre cultivares de Hass, Fuerte y Colín V-33, en cuanto a la concentración de Mg. El mes con menor concentración fue enero con 0.6%. En la Figura 3.10, se muestra la tendencia de este nutriente; en el mes de marzo estuvo en 0.8%, este nivel subió hasta el mes de junio, y bajó hasta el mes de agosto, esta baja estaría explicada por que el Mg es destinado al crecimiento del flujo de verano y siguió bajando hasta el mes de enero, si se toma en cuenta que a partir de agosto el fruto en el árbol siguió en crecimiento y que el Mg es demandado para la formación de compuestos de las semillas de los frutos (Yañez, 2002).

### **Dinámica en Flujo de verano**

No se encontraron diferencias significativas en la concentración de Mg de acuerdo a la prueba de Tukey  $P \leq 0.05$ , todos los meses en cada tratamiento, tienen la misma concentración.

En el tratamiento de carga alta, se encontró que el mes con mayor concentración fue septiembre con 1.1% (Cuadro A3.11) y el mes con menor concentración fue julio con 0.47%. De acuerdo con la Figura 3.11, en el mes de julio se comenzó a acumular Mg en estas hojas jóvenes del flujo de verano hasta el mes de septiembre (Temporada de lluvias, crecimiento vegetativo, Bárcenas *et al.*, (2003), el nivel comenzó a bajar hasta noviembre y ligeramente repuntó hasta el último mes de evaluación. A partir de septiembre, la baja del nivel estaría causada nuevamente por la demanda de frutos presentes en el árbol, crecimiento de brotes vegetativos y por la edad de la hoja (Salazar-García *et al.*, 2007).

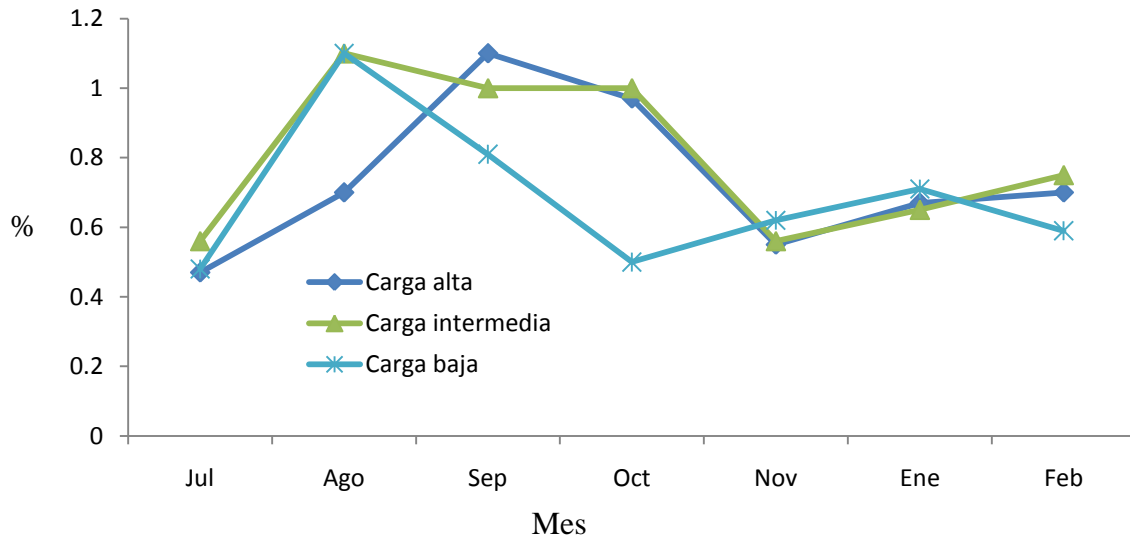


Figura 3.11. Dinámica nutrimental de Mg en tres tratamientos en un año de evaluación del flujo de verano.

En el tratamiento de carga intermedia, el mes de agosto fue el de mayor nivel con 1.1% y el de menor concentración fue noviembre con 0.56%. En la Figura 3.11, se observa que en julio hubo acumulación de Mg en las hojas (fuentes de demanda de Mg), para agosto alcanzaron un máximo que se mantuvo hasta octubre, que es cuando se observó una baja drástica, en enero y febrero se recupera ligeramente. Esta baja se explica por la demanda de frutos, por el flujo vegetativo y floración de otoño-invierno.

En el tratamiento de carga baja, el mes con mayor nivel fue agosto con 1.1% y el de menor concentración fue julio con 0.49%. Al inicio, el nivel de Mg es parecido al del tratamiento de carga intermedia, sin embargo, la caída del nivel en hojas fue más abrupta (Figura 3.11); esto se explica porque este tratamiento tiene fruta en crecimiento que representó una demanda; este nivel se recuperó a partir del mes de noviembre hasta enero, en donde se observó una ligera disminución.

## MANGANESO

### Dinámica en flujo de invierno

La concentración de Mn sólo fue diferente en el mes de Febrero comparada entre los tres tratamientos, siendo el tratamiento de carga alta con el de mayor concentración, de acuerdo a la prueba de Tukey  $P \leq 0.05$  (Cuadro A3.12), los demás meses fueron estadísticamente iguales en la concentración de Mn.

En el tratamiento de carga alta, febrero fue el de mayor concentración con 113.1 ppm y el de menor concentración fue marzo 2007 con 12 ppm (Cuadro 3.12). En la Figura 12, se observa que la dinámica de este elemento durante el año de evaluación tuvo siempre una tendencia acumulativa, aunque en meses como agosto tuvo una caída, inmediatamente se comenzó a recuperar hasta el mes de febrero del siguiente año con una ligera baja, tal vez ocasionada por la senescencia de la hoja y por el retorno de reservas en la hoja hacia el árbol. Esto coincide parcialmente con lo reportado con Salazar-García *et al.*, (2007), quienes dicen que la mayor acumulación de Mn se observó en hojas maduras en el flujo de verano, y en este estudio se observa la mayor acumulación en hojas maduras de invierno durante el flujo de verano y flujo de otoño-invierno.

El mismo caso se observa para los tratamientos de carga intermedia y baja, en donde también se encontraron diferencias significativas en la concentración de Mn, siendo el mes de mayor concentración Febrero con 159.6 ppm (diferente significativamente respecto a los otros dos tratamientos en este mes, Cuadro A3.12) y el menor marzo 2007 con 8.4 ppm para el de carga intermedia; y para el de carga baja, el mes con mayor concentración fue febrero con 120 ppm y el mes más bajo fue marzo 2007 con 7.8 ppm.

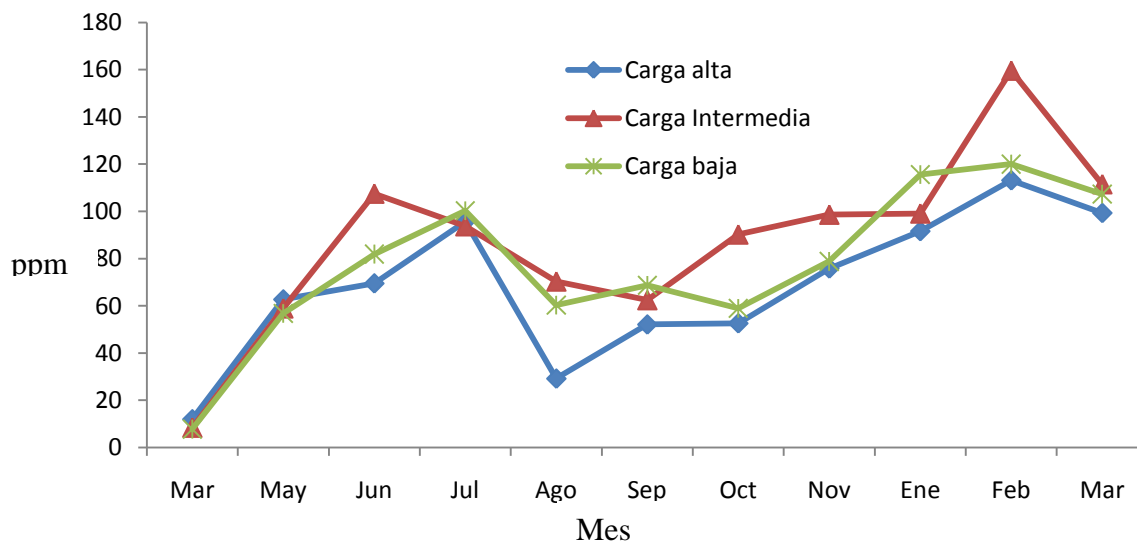


Figura 3.12. Dinámica nutrimental de Mn en tres tratamientos en un año de evaluación del flujo de invierno.

En el tratamiento de carga intermedia y baja, se observó una tendencia parecida respecto a la dinámica de Mn durante el año de evaluación (Figura 3.12). En los últimos meses de evaluación, se observó un aumento de Mn en hojas, hasta el final en donde disminuye esta concentración, por su parte, Salazar – García *et al.*, (2007), dicen que Mn no estuvo asociado con el aumento de la edad de la hoja y la disminución de su concentración, por lo que no habría proceso de retorno de reservas al árbol.

### Dinámica en flujo de verano

De acuerdo a la prueba de Tukey  $P \leq 0.05$ , se encontraron diferencias significativas en la concentración de Mn en hojas, siendo los tratamientos de carga intermedia y baja superiores en el mes de julio y el de intermedia en el mes de febrero.

Para el tratamiento de carga alta, el mes de mayor concentración fue octubre con 113.6 ppm y el más bajo fue julio con 39.7 ppm (Cuadro A3.13). En la Figura 3.13,

se observa que este tratamiento en julio tuvo una acumulación de Mn en hojas, y en septiembre se observa otro repunte del nivel y que en noviembre comenzó a bajar hasta el último mes de evaluación (febrero), esto esta explicado por qué en un principio las hojas son jóvenes y demandan Mn, pero al alcanzar un 80% de su expansión total, las hojas cambian a pasar de ser una fuente de demanda a una de fuente de fotosintatos, (Whiley, 1990).

Para el tratamiento de carga intermedia, el mes de febrero fue el de mayor concentración con 212.5 ppm y el mes más bajo fue julio con 64.8 ppm.

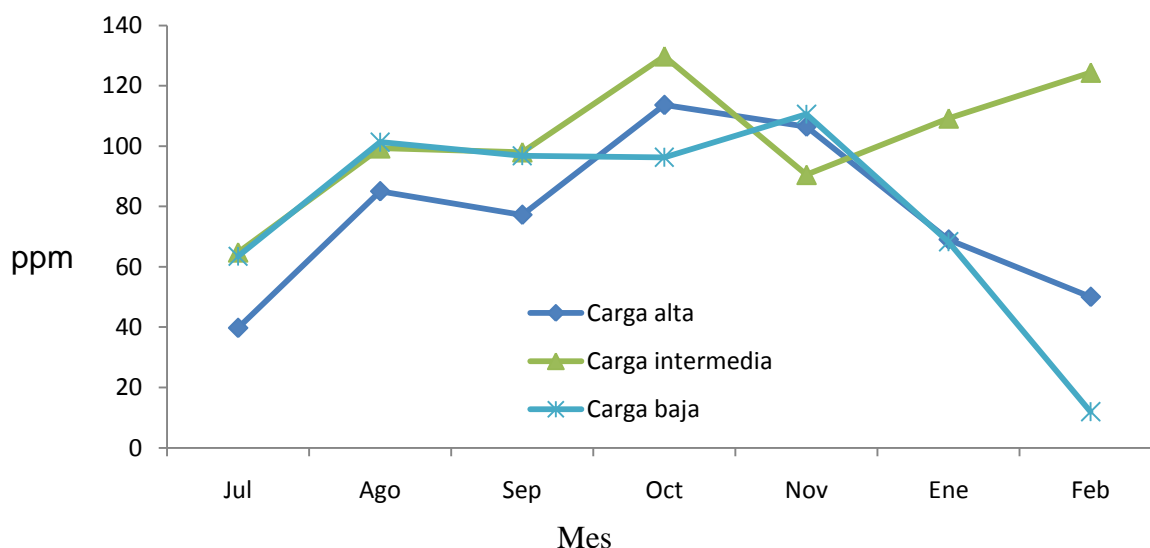


Figura 3.13. Dinámica nutrimental de Mn en tres tratamientos en un año de evaluación del flujo de verano.

En la Figura 3.13 se observa que en el mes de julio hubo una acumulación que se prolonga hasta el mes de octubre, en donde disminuyó pero en noviembre comenzó a recuperarse hasta el final de la evaluación, dando cuenta de que el Mn tiene una dinámica muy activa en hojas del flujo de verano en aguacatero 'Hass'.



En el tratamiento de carga baja, el mes de mayor nivel fue noviembre con 110.6 ppm y el más bajo fue febrero con 12 ppm. De acuerdo con la Figura 3.13, se observó que en un inicio, el Mn se acumulo a partir de julio, este nivel en agosto se mantiene hasta noviembre que es cuando bajo abruptamente hasta el último mes de evaluación; esto concuerda con Whiley (1990), que dice que una vez que las hojas alcanzan madurez, pasan a ser fuente de demanda a fuente de fotosintatos, además, de que por observaciones de campo, las hojas del flujo de verano 2007 senecieron de manera rápida entrando al proceso de abscisión uno o dos meses antes que las hojas del flujo de invierno 2006, esto explica el porqué de la baja abrupta, pues además de ser una fuente de fotosintatos, retornan al árbol sus últimas reservas antes de caer.

## **COBRE**

### **Dinámica en flujo de invierno**

Por otra parte, la concentración de Cu fue diferente estadísticamente en los meses de noviembre y enero cuando se comparó la concentración entre los tres tratamientos en un mismo mes, de acuerdo a la prueba de Tukey  $P \leq 0.05$ , el tratamiento de carga baja e intermedia es diferente en el mes de noviembre y en el mes de enero lo fue el tratamiento de carga baja.

Para el tratamiento de carga alta, el mes de marzo 2008 fue el más alto en el contenido de Cu con 6.7 ppm (Cuadro A3.14) y el más bajo fue el mes de julio con 0.5 ppm. En la Figura 3.14, se observa que en el mes de mayo hubo un aumento de Cu en hojas, el cual bajo hasta encontrar un mínimo nivel en julio, en agosto se presentó un aumento, que puede deberse a que paró la traslocación de Cu a las fuentes de demanda y este pico se observa en los tres tratamientos, aunque en el tratamiento de carga intermedia es en donde se ve el máximo nivel en este mes, posteriormente los tres tratamientos siguen tendencias similares.

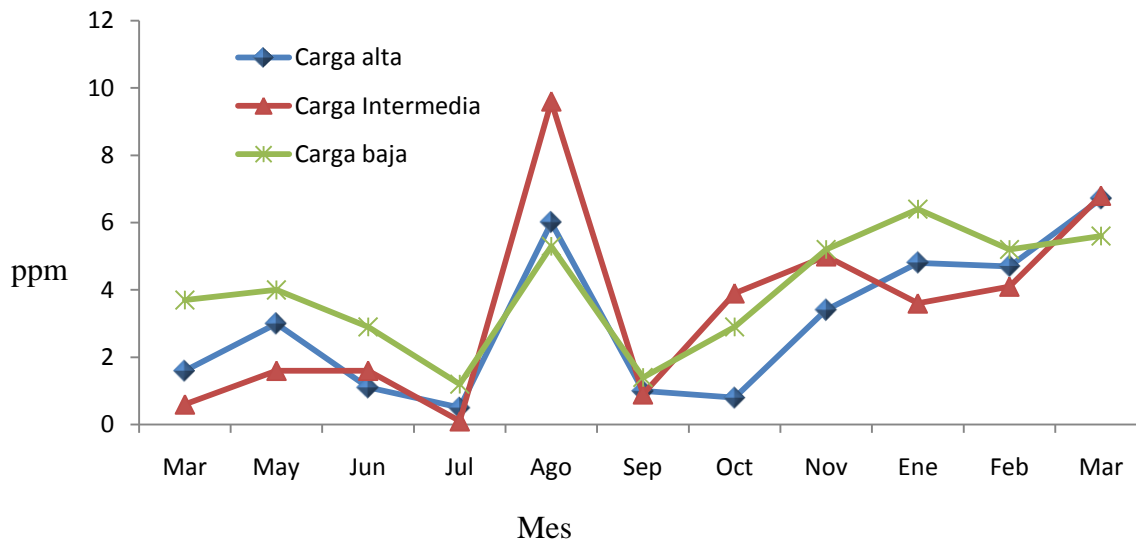


Figura 3. 14. Dinámica nutrimental de Cu en tres tratamientos en un año de evaluación del flujo de invierno.

En septiembre baja el nivel tal vez debido a que los frutos y el crecimiento vegetativo están demandando Cu. En el tratamiento de carga intermedia, en el mes de febrero se observa una gran alza en la concentración de Cu. Para el tratamiento de carga intermedia, se observa que el último mes de evaluación es el de mayor concentración de Cu con 17.5 ppm (Cuadro A3.14); para el tratamiento de carga baja enero es el mes con mayor nivel con 6.4 ppm y julio con la menor concentración con 1.2 ppm. Se sabe que el Cu desempeña funciones catalíticas, y es un importante componente en el sistema de transporte de electrones en fotosíntesis (Bidwell, 1979). En el tratamiento de carga intermedia y baja, en el mes de noviembre, son estadísticamente superiores en la concentración de Cu respecto al tratamiento de carga alta; en el tratamiento de carga baja, la concentración de Cu es superior a los otros dos tratamientos.

## **Dinámica en Flujo de verano**

Se encontraron diferencias significativas en los meses de julio, agosto y enero, donde de acuerdo a la prueba de medias Tukey  $P \leq 0.05$ , el tratamiento de carga baja fue estadísticamente superior a los otros dos tratamientos respecto a su concentración de Cu (Cuadro A3.15). Esto puede deberse a que en la aplicación de sulfato de cobre que se dio en los meses de verano (lluvias), los árboles de este tratamiento lo asimilaban mejor y lo almacenaron.

Los meses con mayor concentración fueron octubre con 7.5 ppm para el tratamiento de carga alta, octubre con 6.1 ppm para el tratamiento de carga intermedia y julio con 8.8 ppm para el tratamiento de carga baja. Los meses con menor concentración son enero con 2.1 ppm, febrero con 1.6 ppm y febrero con 2.5 ppm para los tratamientos de carga alta, intermedia y baja respectivamente (Cuadro A3.15).

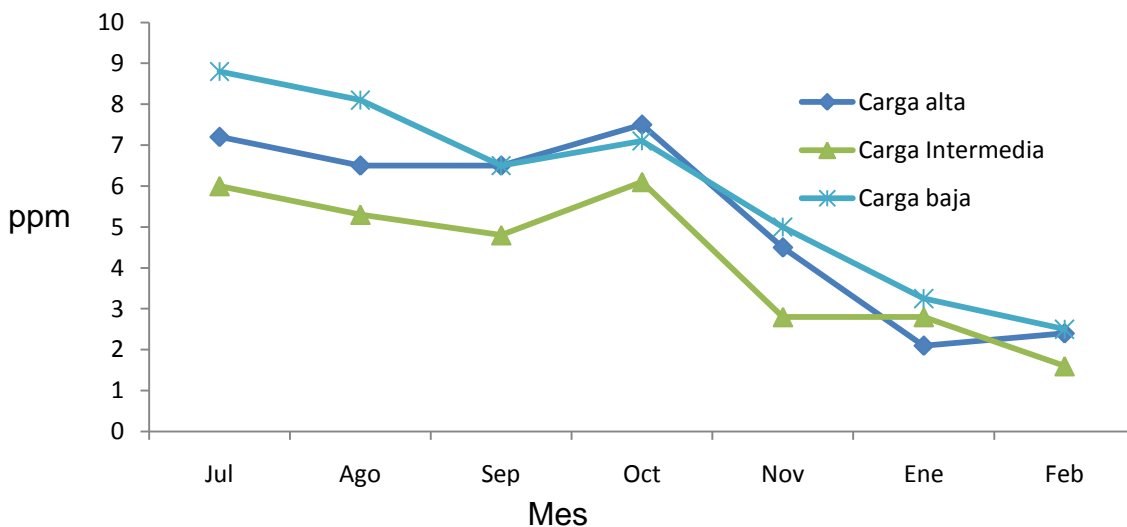


Figura 3.15. Dinámica nutrimental de Cu en tres tratamientos en un año de evaluación del flujo de verano.

En la Figura 3.15, se muestra que la dinámica de Cu durante los meses de evaluación es semejante entre los tres tratamientos. En julio se observa que los niveles de los tratamientos comenzaron a bajar sus niveles, en octubre se observa una alza, la cual desde este momento comienza a bajar hasta el mes de febrero, el último mes de evaluación, tal vez el Cu estuvo siendo requerido por frutos e inflorescencias. También se puede deber a que las hojas destinan sus fotosintatos al flujo de otoño-invierno y a la floración de noviembre-diciembre, a los frutos que están alcanzando su madurez de cosecha; y a partir de enero, estas hojas estaban a punto de caer y seguramente, retornaron sus reservas al árbol.

## ZINC

### Dinámica en flujo de invierno

Respecto a la concentración de Zn, no se encontró diferencia significativa de acuerdo a la prueba de Tukey  $P \leq 0.05$ , cuando se comparó a un mismo mes en los tres tratamientos (Cuadro A3.16).

Los meses de mayor concentración de Zn son mayo con 20.8 ppm, junio con 23.6 ppm y marzo 2007 con 22.4 ppm para los tratamientos de carga alta, intermedia y baja respectivamente. Los meses con menor concentración son marzo 2008 con 10.6 ppm, enero con 10 ppm, Marzo 2008 con 10.5 ppm, también para los tratamientos de carga alta, intermedia y baja respectivamente (Cuadro A3.16).

En la Figura 3.16, se observa que la tendencia del tratamiento carga alta comenzó con un aumento, el cual tendió a bajar a partir de junio hasta agosto, esto puede deberse a la demanda que representa el flujo vegetativo de verano, pues el zinc es importante en la activación de auxinas, regulador que está involucrado en la división celular de puntos de crecimiento, sin embargo, Torres *et al.*, (2003) no concuerda que con la aplicación de Zn se mejore el rendimiento, el crecimiento de brotes o de raíces. Sin embargo, esto dependerá de la forma de aplicación, pues Aguilar *et al.*, (1997), considera la aplicación al suelo con quelato, como la mejor opción para aumentar la concentración de Zn en el árbol, que ayudaría a mejorar el crecimiento en algunas zonas del árbol.

Para el tratamiento de carga intermedia, se observa al inicio una baja en el nivel de Zn, en junio subió y bajó hasta el mes de enero posiblemente causada por la demanda del flujo vegetativo de verano, flujo de otoño-invierno y la floración y amarre de frutos, esta baja coincidió con la observada por Salazar-García *et al.*, (2007), que dicen que para Zn se observaron dos bajas importantes en la concentración, una cuando emerge el flujo de verano y otra cuando ocurre la floración. En el último mes de evaluación bajó la concentración, que pudo deberse a que las hojas estaban sus reservas al árbol, aunque enfatizan que para hojas de invierno, no retornan más del 0.6% de Zn al árbol.

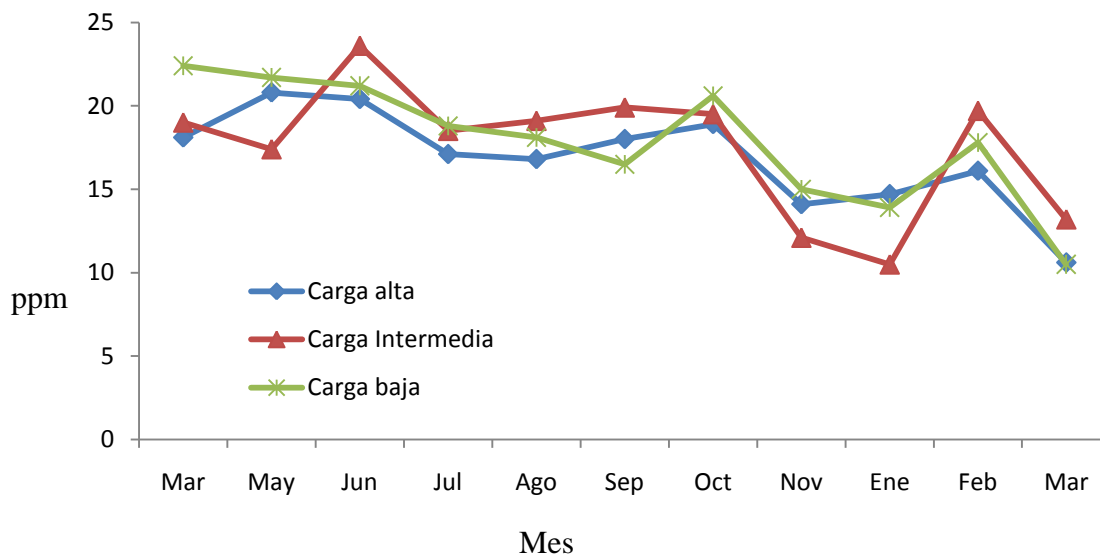


Figura 3.16. Dinámica nutrimental de Zn en tres tratamientos en un año de evaluación del flujo de invierno.

Para el tratamiento de carga baja, se observa una tendencia a la baja, desde marzo hasta septiembre, de nueva cuenta puede deberse a la demanda de los frutos que tienen estos árboles, en noviembre hay un repunte en el nivel, pero este baja hasta enero, y en febrero se observó el nivel más bajo durante el año de evaluación.

### Dinámica en el flujo de verano

No se encontraron diferencias significativas con la prueba de Tukey  $P \leq 0.05$  en la concentración de Zn en un mismo mes entre los tres tratamientos. Estos, tuvieron igual concentración en todos los meses.

Para el tratamiento de carga alta, el mes de octubre resultó con 20.4 ppm siendo el de mayor concentración, y el más bajo fue enero con 12.4 ppm (Cuadro A3.17). En el tratamiento de carga baja se encontró que el mes con mayor concentración fue octubre 23.1 ppm y con menor concentración resultó el mes de febrero con 12.8 ppm. En el tratamiento de carga intermedia el mes de mayor concentración fue julio.

En la Figura 3.17, se muestra la tendencia de los tres tratamientos en hojas del flujo de verano 2007, y el tratamiento de carga alta muestra un comportamiento constante, sin embargo, en octubre la concentración comenzó a bajar hasta enero, y se recuperó ligeramente en febrero. De nueva cuenta, la demanda del flujo vegetativo de otoño-invierno, floración y amarre de frutos causarían la baja en la concentración de Zn.

Para el tratamiento de carga intermedia, se observa que también tuvo una tendencia a la baja, aunque tuvieron una ligera recuperación. En el tratamiento de carga baja, al principio hubo una tendencia que subió y bajo, sin embargo, a partir de octubre la concentración en hojas comenzó a bajar hasta el último mes de evaluación. Esto debido también a la demanda que supone la carga de frutos, la floración de noviembre-diciembre y crecimiento vegetativo.

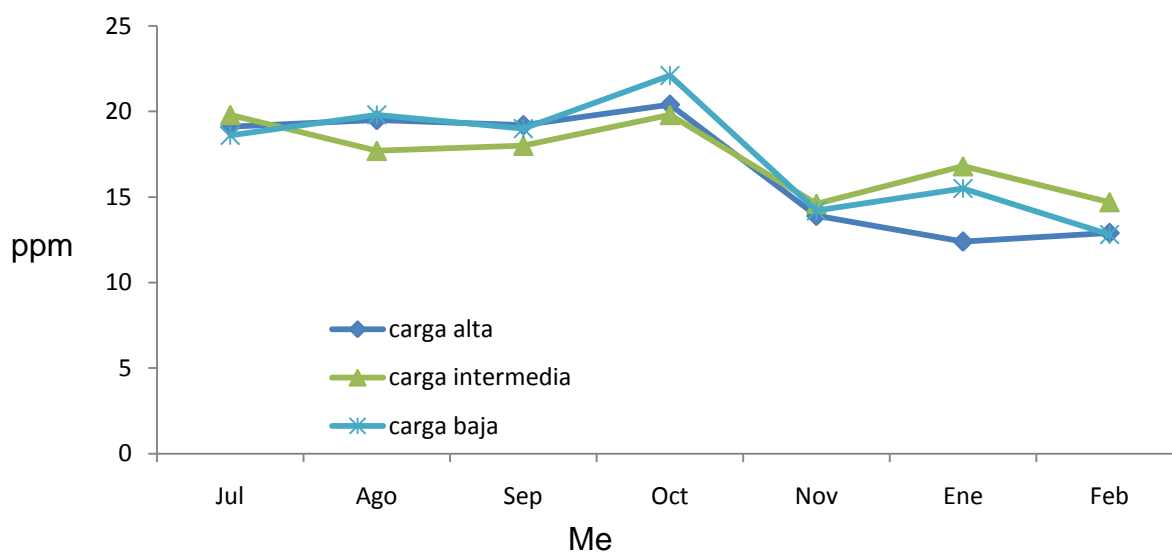


Figura 3.17. Dinámica nutrimental de Zn en tres tratamientos en un año de evaluación del flujo de verano.

## FIERRO

### Evaluación en Flujo de invierno

La concentración de Fe fue estadísticamente diferente en los meses de enero y febrero entre los tres tratamientos; de acuerdo a la prueba de Tukey  $P \leq 0.05$ , el tratamiento de carga baja es superior en enero y el de carga intermedia lo es en el mes de febrero (CuadroA 3.18).

Los meses con mayor concentración fueron mayo con 463 ppm, agosto con 477 ppm y junio con 514 ppm, para el tratamiento de carga alta, intermedia y baja respectivamente (Cuadro A3.18).

En la Figura 3.18, se puede observar que la concentración de Fe en el tratamiento de carga alta al inicio de la evaluación comenzó a incrementarse, sin embargo, comenzó a disminuir a partir del mes de mayo hasta casi el final de evaluación. Las hojas en el mes de mayo, tenían alrededor de 6 meses de edad, por lo que seguramente estarán destinando reservas hacia los puntos de crecimiento que aparecen a partir de junio como crecimiento de raíces, flujo vegetativo de verano, flujo de otoño-invierno, floración y amarre de fruto. Aunque Soceanu *et al.*, (2005), dice que la deficiencia de Fe en hoja puede deberse a diferentes factores como altas concentraciones de Mn, deficiencia de K o una alta luminosidad esto en cítricos, También comenta que deficiencias o bajas concentraciones de Fe en hojas puede deberse a inmovilidad y que debe suministrarse continuamente al árbol (Mengel y Kirkby, 1982), y que los síntomas de deficiencia primeramente serían observados en tejidos jóvenes, sin embargo en este tratamiento se están considerando hojas de flujo de invierno (Adultas).

En el tratamiento de carga intermedia, también se observa una tendencia a la baja, lo que estaría significando que las hojas estuvieron traslocando Fe a los



puntos de crecimiento, aunque también podría ser que hay problemas de absorción en el suelo por parte de las raíces. Sin embargo, Salazar-García *et al.*, (2007) dice que las hojas de invierno no mostraron variación significativa en la concentración de Fe en los primeros 8 meses de vida de las hojas. Aunque dice que la concentración nutrimental durante la vida de la hoja está determinado por los sitios de demanda metabólica como flujos vegetativos.

Para el tratamiento de carga baja, se observó la misma tendencia de los tratamientos de carga alta e intermedia, una línea que tendió a bajar, aunque menos pronunciada, Bárcenas *et al.*, (2003), dicen que el Fe siempre fue alto en hojas especialmente en la época de lluvias. Se sabe que el Fe es importante para la formación de clorofila, activador de diversos procesos bioquímicos como la respiración y fotosíntesis.

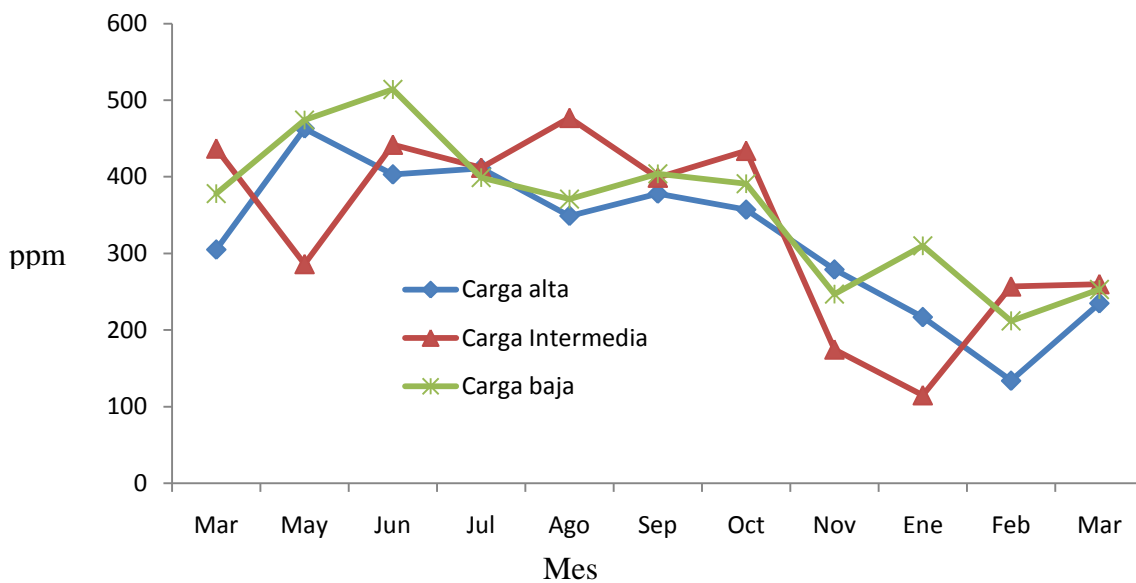


Figura 3.18. Dinámica nutrimental de Fe en tres tratamientos en un año de evaluación del flujo de invierno.

### Dinámica en flujo de verano

No se encontraron diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey  $P \leq 0.05\%$ , comparando la concentración de un tratamiento en un mismo mes, estadísticamente, los tres tratamientos tuvieron una concentración similar de Fe en todos los meses.

Los meses con mayor concentración fueron febrero con 334 ppm, julio con 231.5 ppm y julio con 271.5 ppm para los tratamientos de carga alta, intermedia y baja respectivamente (Cuadro A3.19).

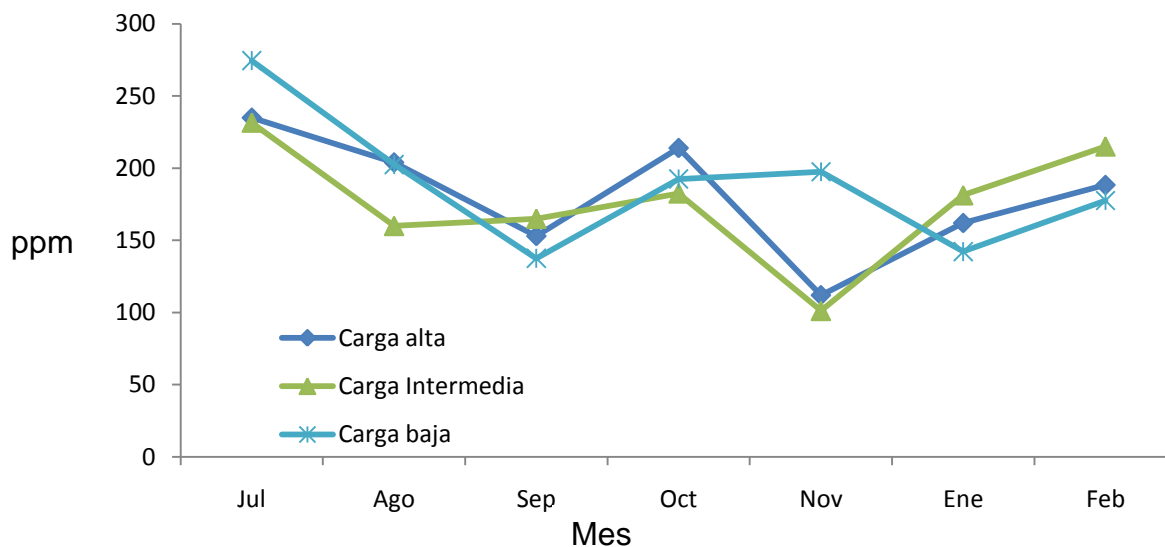


Figura 3.19. Dinámica nutrimental de Fe en tres tratamientos en un año de evaluación del flujo de verano.

En el tratamiento de carga alta, en la Figura 3.19, se observa que la tendencia de la concentración de Fe es a la baja, con una recuperación al final de la evaluación (Febrero), esto no coincide con lo que reportó Bingham (1961), quien dice que la concentración de Fe y otros micronutrientes aumentan con el paso del tiempo o el aumento de la edad de las hojas. El tratamiento de carga intermedia y baja

tienen tendencia a la baja, con recuperaciones durante el transcurso del tiempo, esta baja estaría causada por que el Fe es muy importante para diversas funciones metabólicas como síntesis de clorofila y transporte de electrones (Taíz y Zeiger, 1998).

## **BORO**

### **Dinámica en flujo de invierno**

Para B, la concentración sólo fue diferente en el mes de junio, donde el tratamiento de carga baja es significativamente superior respecto a los otros dos tratamientos de acuerdo a la prueba de Tukey  $P \leq 0.05$  (Cuadro A3.20). En los demás meses de evaluación, la concentración es estadísticamente igual en los tres tratamientos.

Los meses con mayor concentración fueron mayo (141 ppm) para el tratamiento de carga alta, julio y mayo con 139.4 ppm para carga intermedia, y julio con 139.4 ppm para el de carga baja (Cuadro A3.18).

En la Figura 3.20, se muestra la tendencia de la concentración de B en hojas del flujo de invierno en el tratamiento de carga alta; en marzo 2007, comenzó un incremento en hojas que alcanzó un máximo en Mayo, este se mantiene hasta julio. Después, en agosto, la concentración estuvo en su nivel más bajo el cual se mantuvo durante el resto de los meses en evaluación. Salazar *et al.*, (2007), dicen que la concentración de B se mantienen más o menos constante, sin embargo, esto no concuerda con este estudio al menos en los primeros meses de evaluación. También comentan que cuando disminuye la cantidad de frutos en el árbol, la concentración de B aumenta, esto explica la alta concentración de B en

hojas en marzo 2007, periodo en el cual está terminando la cosecha en la región de Temascaltepec, Edo. Mex.

En el tratamiento de carga alta y baja, se observa una atencencia semejante, aunque para el tratamiento de carga intermedia, tuvo una disminución mucho más importante en el mes de junio que el tratamiento de carga baja y alta. A partir de agosto, los tres tratamientos mantuvieron una concentración de B semejante, con un ligero repunte el final de la evaluación.

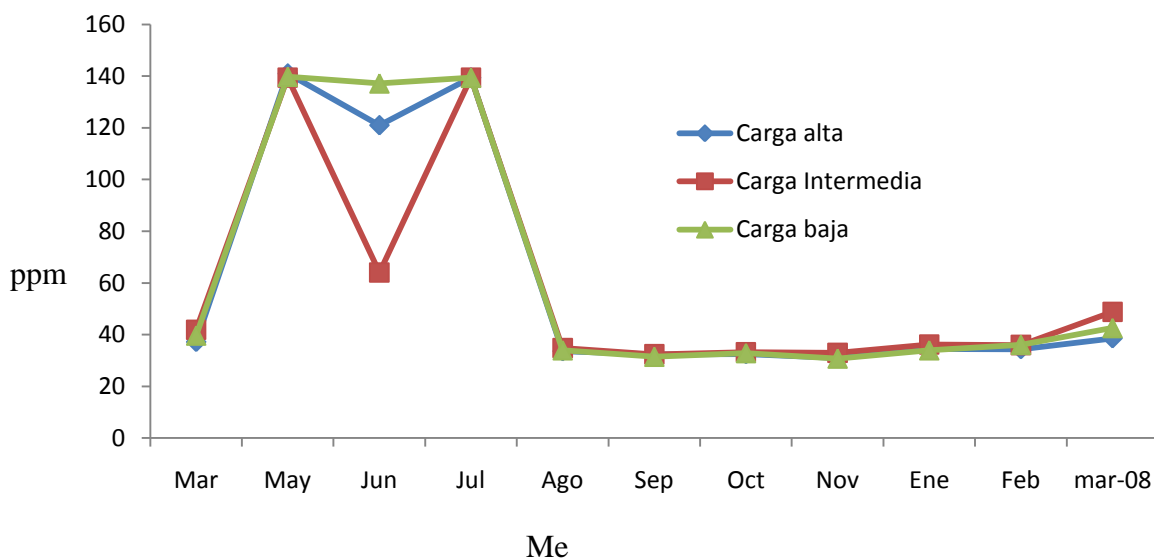


Figura 3.20. Dinámica nutrimental de B en tres tratamientos en un año de evaluación en flujo de invierno.

La concentración de B no fue diferente de acuerdo a la prueba de medias Tukey ( $P \leq 0.05$ ) entre los tres tratamientos, sin embargo, el de mayor concentración en el año de evaluación fue el de carga baja con 63.4 ppm, seguido por el de carga alta con 61.5 ppm y carga intermedia con 57.5 ppm.

### Evaluación de B en flujo de verano

No se encontraron diferencias significativas en la concentración de B entre los tres tratamientos comparados en un mismo mes, de acuerdo a la prueba de

Tukey $P \leq 0.05$ . Los tres tratamientos tienen concentración similar de B en hojas independientemente de la carga frutal.

En el tratamiento de carga alta, los meses de Febrero y julio resultaron los de mayor nivel (Cuadro A3.21). En el tratamiento de carga intermedia y baja lo fue el mes de febrero con 40.9 y 38.3 ppm respectivamente.

En la Figura 3.21, se observa que una tendencia semejante para los tres tratamientos; en el mes de julio 2007, cuando comienza la evaluación, se observa un nivel que se mantiene hasta febrero del 2008, con valores máximos de 40 ppm. Esto difiere con Salazar – García *et al.*, (2007), que encontraron concentraciones de 81.6 ppm para hojas del flujo de verano y para las de invierno 52.3 ppm.

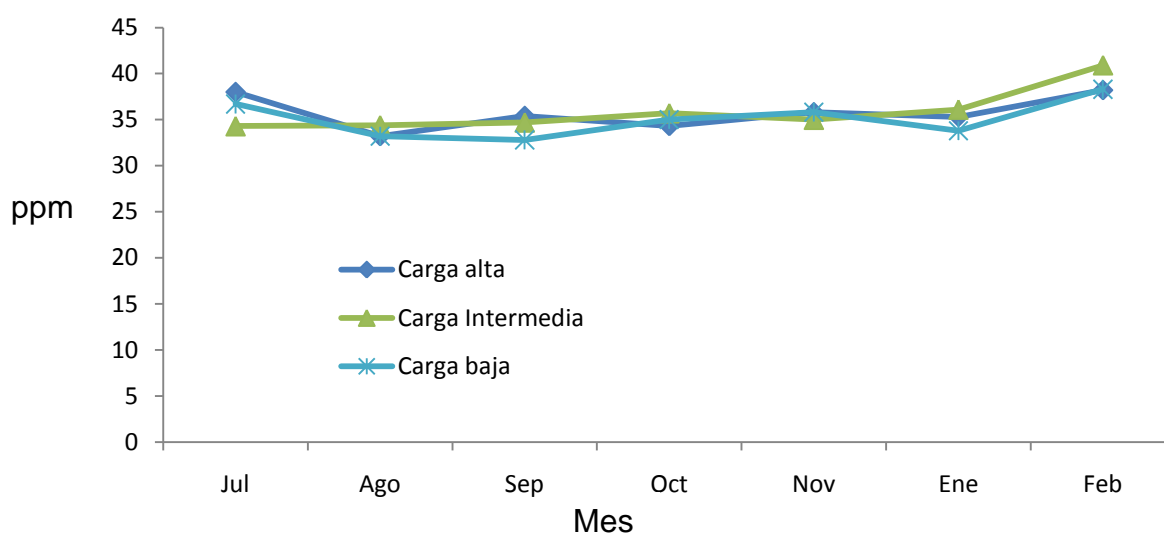


Figura 3. 21. Dinámica nutricional de B en tres tratamientos en un año de evaluación en flujo de verano.

### 3.7 Conclusiones

No hubo diferencias en la concentración de N entre tratamientos ni entre meses de un mismo tratamiento en hojas del flujo de invierno. Para flujo de verano, el tratamiento de carga intermedia tuvo diferencias de concentración entre meses.

En la concentración de P, sólo hubo diferencias significativas entre meses en el tratamiento de carga intermedia en determinaciones de hojas del flujo de invierno; para el flujo de verano, hubo para el tratamiento de carga intermedia. Tampoco hubo diferencias en la concentración de P entre tratamientos.

En la concentración de K, hubo diferencias en la concentración entre meses de los tratamientos de carga alta y baja en determinaciones del flujo de invierno; para el flujo de verano, se encontraron diferencias en el tratamiento de carga intermedia y baja. La concentración de K entre tratamientos no fue diferente en hojas de flujo de invierno.

Para Ca, hubo diferencias significativas en la concentración entre meses en los tratamientos de carga intermedia y baja respecto al flujo de invierno, para el flujo de verano hubo diferencias en el tratamiento de carga alta y baja. Respecto a la concentración entre tratamientos, no hubo diferencias significativas en evaluaciones del flujo de invierno.

En la concentración de Mg entre meses en determinaciones del flujo de verano, hubo diferencias significativas en el tratamiento de carga baja; para el flujo de verano, hubo en los tratamientos de carga alta e intermedia. La concentración de Mg entre tratamientos no fue diferente en el flujo de invierno.

En la concentración de Mn, hubo diferencias en la concentración entre meses en los tres tratamientos en determinaciones del flujo de invierno; para el flujo de verano solo hubo diferencias en el tratamiento de carga alta y baja. La concentración entre tratamientos, fue diferente, siendo carga intermedia como el de mayor concentración.

En la concentración de Cu, el tratamiento de carga baja fue diferente en su concentración a carga alta e intermedia respecto al flujo de invierno; para el flujo de verano, hubo diferencias en los tres tratamientos. La concentración entre tratamientos no fue diferente para el flujo de invierno.

Para Zinc, se encontraron diferencias de concentración en los tres tratamientos respecto al flujo de invierno, para el flujo de verano, se encontraron diferencias en el tratamiento de carga alta y baja. No hubo diferencias en la concentración entre tratamientos.

Para Fe, hubo diferencias en la concentración en los tres tratamientos en determinaciones hechas en flujo de invierno; para el flujo de verano no se encontraron diferencias. Respecto a la concentración entre tratamientos, no se encontraron diferencias significativas.

Respecto a boro, en determinaciones hechas del flujo de invierno y verano, hubo diferencias significativas en la concentración en hojas de flujos de invierno y verano. Entre tratamientos, la concentración no fue diferente en hojas del flujo de invierno.

### 3.8 Literatura Citada

- Aguilar, M. J.J., López J. A., Cortés J.I., Castillejos E. y Martínez A. 1997. EFECTO DEL METODO Y DOSIS DE APLICACION DE ZINC EN AGUACATE.  
[http://www.avocadosource.com/Journals/CICTAMEX/CICTAMEX\\_1997/eda\\_4\\_97.pdf](http://www.avocadosource.com/Journals/CICTAMEX/CICTAMEX_1997/eda_4_97.pdf). pp 46-50.
- Aldrich, D. G., J. J. Coony, and B. Goulben . 1953. Leaf analysis survey as a guide for establishing avocado fertility trials. *Citrus Leaves* 33(2): 15-16.
- Barber, S. A. 1974. Influence of the plant root on ion movement in soil. In: E.W. carson (Ed.). *The plant root and its environment*. University Press of Virginia. Charlottesville. Pp. 525-564.
- Bárcenas, O. A. E., Molina, E. J., Huanosto M. F. y Aguirre P.S. 2003. Contenido de macro y microelementos en hojas, flor y fruto de aguacate "Hass" en la región de Uruapan Michoacan. *Proceedings V World Avocado Congress*. pp. 365-371.
- Bidwell, R. G. S. 1979. *Fisiología Vegetal*. Primera Edición en Español. AGT Editor, S. A. México. pp. 265-287.
- Bingham, F. T. 1961. Seasonal trends in nutrient composition of Hass avocado leaves. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 78: 149-160.
- Castillo-González, A. M.; Colinas-León, M. T.; Ortega-Delgado, M. L.; Martínez - Garza, A.; Avitia-García, E. 1998. Variación estacional de carbohidratos en hojas e inflorescencias de aguacatero (*Persea americana* Mill.). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 4(1): 13-18.
- Emblenton, T. W., W. W. Jones, J. D. Kirkpatrick, and D. G. Allen. 1958. Influence of sampling date season and fertilization on macronutrients in Fuerte avocado leaves. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 72:309-320



- Emblenton, T. W., Labanauskas, C. y Bitters, P. 1962. The influence of certain rootstocks on the concentration of Boron, Iron, Manganese, and other elements in lemons leaves, and on boron toxicity symptoms. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 80: 285-290.
- Emblenton, T. W. and W. W. Jones. 1971, 1972. Development of nitrogen fertilizer programs for California avocados. *Cal Avo. Soc.* 55: 90-96.
- Emblenton, T. W. and W. W. Jones. 1964. Avocado nutrition in California. *Proc. Of the flor. St. Hort. Soc.* 77:401-405.
- Emblenton, T. W. and W. W. Jones. 1966. Avocado and mango nutrition. *Temperate to tropical fruit nutrition*. N. F. Childres Editor. New Jersey, USA. Pp. 51-76.
- Fernandez-Escobar, R., Moreno, R., and Garcia-Creus, M. (1999) Seasonal changes of mineral nutrients in olive leaves during the alternate-bearing cycle. *Scientia Horticulturae*. 82: 25–45.
- Figuroa-Ruiz, M., A. M. Castillo- González., E. Avitia- García, y J. L. Tirado-Torres. 2001. Concentración nutrimental en hojas e inflorescencias de tres cultivares de aguacatero. *Terra Latinoamericana*. 19(002): 127-132
- Finazzo, S. F.; T. L. Davenport, and B. Schaffer. 1994. Partitioning of photoassimilates in avocado (*Persea Americana* Mill.). during flowering and fruit set. *Tree physiology* 14:153-164.
- Fullmer, F. S. 1945. Variation in the phosphorus and potassium content of the foliage from Fuerte avocado groves. *Cal. Avo. Soc. Yrbk* 29:93-100.
- Guerrero, G. A. 1990. *El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos*. Ed. Mundi Prensa, Madrid, 267 pp.

- Gutierrez R. N. 1986. Dinámica nutrimental en árboles de aguacate cv. Fuerte tratados contra *Phytophthora cinnamomi* Rands. Tesis Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Halvin, L. J.; D. J. Beaton; I. S. Tisdale, Y. W. L. Nelson. 1999. Soil fertility and fertilizers. Sixth edition. Prentice Hall. New Jersey, U. S. A. pp.501.
- Kass, C. L. D. 1996. Fertilidad de suelos. Universidad Estatal a Distancia. San José Costa Rica. Pp. 376.
- Kook, R. C. J., and T. W. Young. 1977. Effects of age position and fruiting status on mineral composition of "tonnage" avocado leaves. Journal Of Amer. Soc. Hort. Sci. 102(3): 311-313
- Labanauskas, C. K.; T. W. Emblenton; W. W. Jones, and M. J. Garber. 1961. Seasonal changes in concentrations of micronutrients in Fuerte avocado leaves. Cal. Avoc. Soc. Yrbk. 45:75-79.
- Lázaro, M. C. 2003. Comparative effects of gibberellic acid, Crop-Set™ and potassium nitrate on vegetative development, fruit set and quality of orange fruits, *Citrus*.
- Lovatt, C. J. 1993. Physiology of reproduction of citrus and avocado. VI Curso de actualización Frutícola. Tópicos selectos para el desarrollo de la fruticultura. Fundación Salvador Sánchez Colín- CICTAMEX, S. C. Coatepec Harinas, México.
- Lynch, S. J. and S. Goldweber. 1957. Some effects of nitrogen, phosphorus and potassium fertilization on the yield and the tree growth of avocados. In: proceedings of the Caribbean Region. Amer. Soc. For Hort. Sci. V. Annual Meeting. México. Pp. 23-27.
- Marschner, H. 2002. Mineral nutrition of higher plants. 2a ed., Ed. Academic Press, London. 889 pp.

- Mengel, K. and E.A. Kirkby. 1982. Iron. In: Principles of Plant Nutrition. International Potash Institute, Worblaufen-Bern, Switzerland. P.293-512.
- Osuji, J. O. and Ndukwu, B. C. 2005. Probable functions and remolisation of calcium oxalates in Musa L. African Journal of Biotechnology. 4:10. pp. 1139-1141.
- Palacios, A. J. M. 1986. dinámica y Blance nutrimental en árboles de aguacate (persea americana Mill) cv Hass, con alto y bajo rendimiento en la región de Uruapan, Michoacán. Tesis Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Plancarte, M. I. y R. Pimienta. 1975. La alternancia en el aguacate. Sección fruticultura. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 10p.
- .Rechcigl, E. L. 1995. Soil amendments and environmental quality. In: Rechcigl. Ed. Lewis Publishers. U. S. A. 179 pp.
- Robinson, P. W., Mickelbart M. V., Liu, X., Adams, C., Witney G., and Arpaia L. M. 2002. Development of a phonological of avocado tree growth in California. Acta Hot. 575 (2): 859-864.
- Salazar G. S. 2002. Nutrición del aguacate, principios y aplicaciones. INPOFOS-INIFAP. Querétaro, Qro.
- Salazar –García S., Cossio –Vargas L.E. y González-Durán I.J. 2007. Reciclamiento de nutrimentos por las hojas de aguacate ‘Hass’. Proceedings VI World Avocado Congress (Actas VI Congreso Mundial del Aguacate). Viña Del Mar, Chile. pp. 1-11.
- Sánchez G. P. y Ramírez, P. M. 2000. Fertilización y nutrición del aguacatero: en El aguacate y su manejo integrado. Ed. Mundiprensa. 1ra. Edición. pp:103-104.

- Scholefield, P. B., M. Sedgley, and D. McE. Alexander. 1985. Carbohydrate cycling in relation to shoot growth, floral initiation and development and yield in the avocado. *Scientia Hort.* 275: 425-434.
- Socenau A., Magearu V., Popescu V., Matei N. 2005. Accumulation of Manganese and Iron in citrus fruits. *chimie, anul xiv (serie nouă), vol. i-ii*, pg. 173-177.
- Tirado, T. J. J. 1977. Variación en la concentración de N, P, K, en hojas de aguacate (Fuerte) por efecto de fertilización y estados fenológicos. Tesis Profesional E.N.A. Chapingo, México.
- Torres, M.D., Hermoso, J.M., Farré, J.M. 2003. Nutrición B, Zn, Cu del aguacate. Comparación de métodos de fertilización. *Proceedings V World Avocado Congress.* pp. 381-386.
- Taíz, L. y E. Zeiger. 1998. Nutrición Mineral. En: *Fisiología Vegetal*. Segunda Edición. Sinauer Assoc., Inc., pp. 103-104.
- Yañez, R. J. N. 2002. Nutrición y Regulación del crecimiento en hortalizas y frutales. *Tecnología, comercio y servicios agrícolas mundiales.* pp.12.
- Whiley, A. W. 1990. CO<sub>2</sub> assimilation of developing shoots of cv 'Hass' avocado (Persea Americana Mill.) a preliminary report S. Afr. Avo. Grower's Assoc. *Yrbk.* 13:28-30.
- Wright, C. J. 1989. Interactions between vegetative and reproductive growth. In. Wright, C. J. (ed.) *Manipulation of fruiting.* pp. 15-27. Butterworths
- Wtscher, H. K., and N. P. Maxwell. 1975. Seasonal changes in 12 leaf nutrients of 'Lula' avocado with drip and flood irrigation. *Hortscience* 10(5):512-514.

## CAPITULO IV. DISCUSIÓN GENERAL

En el presente trabajo, se destaca que independientemente del tipo de carga del año previo, se observaron tres flujos de crecimiento, uno que surge a finales noviembre (otoño), mes de diciembre (invierno) y finales de junio y principios de julio (verano), estos resultados son diferentes a los reportados para Michoacán y Nayarit (Sánchez-Pérez *et al.*, 2001 y Salazar García *et al.*, 2006). La diferencia puede deberse a las condiciones ambientales imperantes en Temascaltepec, Edo. México. Cabe hacer notar que en el año de evaluación (2007), los flujos de otoño e invierno se traslaparon.

De esta manera, el tratamiento de carga alta emitió más brotes vegetativos e inflorescencias durante el periodo de evaluación, la mayoría de los brotes provenían del flujo de invierno, que a su vez dieron origen a la mayoría de las inflorescencias; esto concuerda con Salazar García *et al.*, (2006), quienes dicen que el flujo de invierno fue el principal productor de brotes florales.

La carga de frutos del año previo influyó en la producción de brotes florales y crecimiento vegetativo, pues al tener carga alta, los árboles no produjeron brotes vegetativos y tampoco inflorescencias; por otra parte, los árboles que no tuvieron carga un año anterior, si produjeron inflorescencias, crecimiento vegetativo y amarre de frutos, sin embargo, no sólo la carga frutal determina la promoción de crecimiento, sino también el estado nutricional del árbol.

Las tendencias de los elementos en su concentración durante un año, estuvo de acuerdo a la edad de la hoja y procesos fisiológicos que se presentaron en los árboles. Es importante mencionar que las hojas de verano entraron mucho más rápido al proceso de senescencia que las hojas de invierno, pues tuvieron un periodo de vida de alrededor de 7 y por 13 meses de las de invierno.

El análisis nutrimental demuestra que no es necesario que haya diferencia en la concentración entre árboles con carga alta, baja o intermedia para que sean catalogado como “Off” y “On”, pues no hubo diferencia significativa entre tratamientos del flujo de invierno en algunos casos como el de N, P, Mg y Zn. Sin embargo, se observa que las tendencias son similares entre tratamientos, pero no así entre flujos.

Para mejorar y hacer uso de estos resultados, se debe llevar a cabo un estudio durante más de un año de evaluación, el cual se deberán integrar más factores a estudiar como enfermedades, plagas, manejo, tipo de suelo, demanda nutrimental de frutos, de ramas, raíces, medio ambiente, los cuales ayudarán a clarificar el fenómeno de la alternancia.

Por esto, se recomienda que los árboles deben ser observados minuciosamente para poder ser utilizados en un estudio de este tipo, pues el fenómeno de la alternancia puede ser profundo, sectorial, etc. lo que puede crear ambigüedades en los resultados.

#### **4.1 Literatura citada.**

Salazar-García, S. 2000. Fisiología reproductiva del aguacate. pp. 57-83. In: Téliz-Ortíz, D. (coord.). El Aguacate y su Manejo Integrado. Ediciones Mundi-Prensa, México.

Salazar-García, S.; Cossio-Vargas, L.E.; Lovatt, C.J.; González-Durán, I.J.L. and Pérez-Barraza, M.H. 2006. Crop load affects vegetative growth flushes and shoot age influences irreversible commitment to flowering of 'Hass' avocado. Hortscience 41 (7):1541-1546.

Sánchez, P., J. de La L.; Alcántar R., J. J.; Coria A., V. M.; Anguiano C., J.; Vidales F., I.; Tapia V., L. M.; Aguilera M., J. L.; Hernández R., G; Vidales F., J. A. 2001. Tecnología para producir aguacate en México. SAGARPA-INIFAP. Campo Experimental Uruapan. Libro Técnico No. 1. Michoacán, México. pp. 208.

## CAPÍTULO V. APÉNDICE

Cuadro A3.2. Concentración de N (%) en hojas de aguacate cv Hass del flujo de invierno a tres niveles de carga de frutos.

Tratamiento	Mar	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Ene	Feb	Mar08
Carga alta	1.7a	2.2a	2.1a	2.0a	1.8a	2.4a	2.5a	2.4a	2.2a	1.9a	2.2a
Carga Intermedia	1.9a	2.2a	1.8a	2.0a	1.7a	2.1a	2.5a	2.4a	2.0a	1.8a	1.9a
Carga baja	1.8a	2.1a	1.7a	1.8a	1.4a	1.9a	2.2a	2.2a	1.8a	1.6a	1.8a

Cantidades con la misma letra en el sentido de la columna son iguales según la prueba Tukey,  $P \leq 0.05$ .

Cuadro A3.3. Concentración de N (%) en tres tratamientos en los meses de evaluación del flujo de verano.

Tratamiento	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Ene	Feb
Carga Alta	1.9a	2.1a	2.3a	2.2a	2.0a	1.8a	1.9a
Carga Intermedia	2.1a	2.6a	2.3a	2.0a	2.4a	2.0a	1.7a
Carga Baja	2.1a	2.4a	2.4a	1.7a	2.5a	2.1a	1.7a

Cantidades con la misma letra en el sentido de la columna son iguales en la concentración de N con la prueba Tukey,  $P \leq 0.05$ . \*\* Significativamente diferente en la concentración de N.

Cuadro A3.4. Concentración de P (%) en tres tratamientos en los meses de evaluación del flujo de invierno.

Tratamiento	Mar	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Ene	Feb	Mar08
Carga alta	0.2a	0.07a	0.07a	0.07a	0.08a	0.08a	0.07a	0.1a	0.07a	0.07a	0.06a
Carga Intermedia	0.07a	0.07a	0.1a	0.07a	0.08a	0.08a	0.06a	0.06a	0.06a	0.07a	0.06a
Carga baja	0.10a	0.07a	0.08a	0.09a	0.09a	0.1a	0.09a	0.05a	0.07a	0.07a	0.06a

Cantidades con la misma letra en el sentido de la columna son iguales en la concentración de P con la prueba Tukey, 0.05. \*\* Significativamente diferente en la concentración de P.



Cuadro A3.5. Concentración de P (%) en tres tratamientos en los meses de evaluación de flujo de verano.

Tratamiento	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Ene	Feb
Carga alta	0.08a	0.07a	0.06a	0.08a	0.06a	0.065a	0.074a
Carga Intermedia	0.09a	0.067a	0.06a	0.087a	0.06a	0.07a	0.08a
Carga baja	0.09a	0.07a	0.06a	0.08a	0.06a	0.065a	0.07a

Cantidades con la misma letra en el sentido de la columna son iguales en la concentración de P con la prueba Tukey,  $P \leq 0.05$ . \*\* Significativamente diferente en la concentración de P.

Cuadro A3.6. Concentración de K (%) en tres tratamientos en los meses de evaluación del flujo de invierno.

Tratamiento	Mar	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Ene	Feb	Mar08
Carga alta	5.2a	5.2a**	5.1a	4.5a	3.6ab	2.2a	2.1a	2.5a	3.2a	2.1a	2.7a
Carga Intermedia	5.1a	4.0 b	5.2a	3.5a	4.0a**	2.7a	1.8a	2.3a	2.6a	2.2a	2.3a
Carga baja	5.6a	6.2a**	4.6a	4.0a	2.9 b	3.5a	2.4a	2.3a	2.4a	2.2a	1.9a

Cantidades con la misma letra en el sentido de la columna son iguales en la concentración de K con la prueba Tukey,  $P \leq 0.05$ . \*\* Significativamente diferente en la concentración de K.

Cuadro A3.7. Concentración de K (%) en tres tratamientos en los meses de evaluación del flujo de verano.

Tratamiento	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Ene	Feb
Carga alta	2.6a	3.3a	3.3a	3.0a	2.4a	2.4a	2.4a
Carga Intermedia	2.5a	3.9a	3.3a	2.2a	1.7a	2.4a	2.5a
Carga Baja	2.0a	4.0a	4.3	2.5a	2.8a	1.6a	2.7a

Cantidades con la misma letra en el sentido de la columna son iguales en la concentración de K con la prueba Tukey,  $P \leq 0.05$ . \*\* Significativamente diferente en la concentración de K.

Cuadro A3.8. Concentración de Ca (%) en tres tratamientos en los meses de evaluación del flujo de invierno.

Tratamiento	Mar	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Ene	Feb	Mar08
Carga alta	0.7a	1.9a	1.3a	1.4a	1.0 a	1.2a	1.0 a	0.6a	0.4a**	0.2a	0.2a
Carga Intermedia	0.8a	0.7a	1.4a	0.9a	0.9a	1.3a	0.7a	0.6a	0.4a**	0.3a	0.7a
Carga baja	0.8a	0.8a	1.2a	1.3a	1.4a	1.1a	1.3a	0.5a	0.2b	0.5a	0.7a

Cantidades con la misma letra en el sentido de la columna son iguales en la concentración de Ca con la prueba Tukey,  $P \leq 0.05$ . \*\* Significativamente diferente en la concentración de Ca.

Cuadro A3.9. Concentración de Ca (%) en tres tratamientos en los meses de evaluación del flujo de verano.

Tratamiento	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Ene	Feb
Carga alta	0.52a	0.34b	0.56a	0.7a	0.55b	0.42a	0.25a
Carga intermedia	0.5a	0.6a**	0.77a	0.78a	0.34c	0.29a	0.43a
Carga baja	0.32a	0.42b	0.55a	0.4a	0.7a**	0.34a	0.35a

Cantidades con la misma letra en el sentido de la columna son iguales en la concentración de Ca con la prueba Tukey,  $P \leq 0.05$ . \*\* Significativamente diferente en la concentración de Ca.

Cuadro A3.10. Concentración de Mg (%) en tres tratamientos en los meses de evaluación del flujo de invierno.

Tratamiento	Mar	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Ene	Feb	Mar08
Carga alta	0.8a	0.9a	1.2a	1.2a	1.2a	1.5a	0.9a	0.6a	0.9a	1.0a	0.6a
Carga Intermedia	1.1a	1.0a	1.3a	1.2a	1.1a	1.3a	1.1a	0.5a	0.5a	1.3a	0.8a
Carga baja	0.8a	0.9a	1.2a	1.2a	1.1a	1.4a	1.2a	0.7a	0.6a	1.1a	0.8a

Cantidades con la misma letra en el sentido de la columna son iguales en la concentración de Mg con la prueba Tukey,  $P \leq 0.05$ . \*\* Significativamente diferente en la concentración de Mg.

Cuadro A3.11. Concentraciones (%) de Mg en los meses de evaluación del flujo de verano.

Tratamiento	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Ene	Feb
Carga alta	0.47a	0.7a	1.1a	0.97a	0.55a	0.67a	0.7a
Carga intermedia	0.56a	1.1a	1.0a	1.0a	0.56a	0.65a	0.75a
Carga baja	0.48a	1.1a	0.81a	0.5a	0.62a	0.71a	0.59a

Cantidades con la misma letra en el sentido de la columna son iguales en la concentración de Mg con la prueba Tukey,  $P \leq 0.05$ . \*\* Significativamente diferente en la concentración de Mg.

Cuadro A3.12. Concentración de Mn (pmm) en tres tratamientos en los meses de evaluación del flujo de invierno.

Tratamiento	Mar	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Ene	Feb	Mar08
Carga alta	12 a	62.7a	69.5a	95.7a	29.2a	52.1a	52.6a	75.8a	91.6a	113.1 b	99.3a
Carga intermedia	8.4a	58.9a	107.5 a	93.7a	70.3a	62.4a	90.2a	98.6a	99.1a	159.6a**	111.5a
Carga baja	7.8a	56.8a	81.9a	100.3a	60.3a	68.7a	58.9a	78.8a	115.6a	120 b	107.3a

Cantidades con la misma letra en el sentido de la columna son iguales en la concentración de Mn con la prueba Tukey,  $P \leq 0.05$ . \*\* Significativamente diferente en la concentración de Mn.

Cuadro A3.13. Concentración (ppm) de Mn en los meses de evaluación en el flujo de verano.

Tratamiento	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Ene	Feb
Carga alta	39.7b	85.0a	77.2a	113.6a	106.4a	69.0a	50.0b
Carga intermedia	64.8a**	99.3a	98.0a	129.8a	90.5a	109.2a	124.4a**
Carga baja	63.5a**	101.3a	96.8a	96.3a	110.6a	68.3a	12.0c

Cantidades con la misma letra en el sentido de la fila son iguales en la concentración de Mn con la prueba Tukey,  $P \leq 0.05$ . \*\* Significativamente diferente en la concentración de Mn.

Cuadro A3.14. Concentración de Cu (pmm) en tres tratamientos en los meses de evaluación del flujo de invierno.

Tratamiento	Mar	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Ene	Feb	Mar08
Carga alta	1.6a	3.0a	1.1a	0.5a	6.0a	1.0a	0.8a	3.4b	4.8ab	4.7a	6.7a
Carga Intermedia	0.6a	1.6a	1.6a	0.1a	9.6a	0.9a	3.9a	5.0a**	3.6b	4.1a	6.8a
Carga baja	3.7a	4.0a	2.9a	1.2a	5.3a	1.4a	2.9a	5.2a**	6.4a**	5.2a	5.6a

Cantidades con la misma letra en el sentido de la columna son iguales en la concentración de Cu con la prueba Tukey,  $P \leq 0.05$ . \*\* Significativamente diferente en la concentración de Cu.

Cuadro A3.15. Concentración de Cu (ppm) en tres tratamientos en los meses de evaluación del flujo de verano.

Tratamiento	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Ene	Feb
Carga alta	7.2ab	6.5b	6.5a	7.5a	4.5a	2.1c	2.4a
Carga Intermedia	6.0c	5.3b	4.8a	6.1a	2.8a	2.8ab	1.6a
Carga baja	8.8a**	8.1a**	6.5a	7.1a	5.0a	3.2a**	2.5a

Cantidades con la misma letra en el sentido de la columna son iguales en la concentración de Cu con la prueba Tukey,  $P \leq 0.05$ . \*\* Significativamente diferente en la concentración de Cu.

Cuadro A3.16. Concentración de Zn (pmm) en tres tratamientos en los meses de evaluación del flujo de invierno.

Tratamiento	Mar	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Ene	Feb	Mar08
Carga alta	18.1a	20.8a	20.4a	17.1a	16.8a	18.0a	18.9a	14.1a	14.7a	16.1a	10.6a
Carga Intermedia	19.0a	17.4a	23.6a	18.5a	19.1a	19.9a	19.5a	12.1a	10.5a	19.7a	13.2a
Carga baja	22.4a	21.7a	21.2a	18.8a	18.1a	16.5a	20.6a	15.0a	13.9a	17.8a	10.5a

Cantidades con la misma letra en el sentido de la columna son iguales en la concentración de Zn con la prueba Tukey,  $P \leq 0.05$ . \*\* Significativamente diferente en la concentración de Zn.

Cuadro A3.17. Concentración de Zn (ppm) en tres tratamientos en los meses de evaluación del flujo de verano.

Tratamiento	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Ene	Feb
Carga alta	19.1a	19.5a	19.2a	20.4a	13.9a	12.4a	12.9a
Carga intermedia	19.8a	17.7a	18.0a	19.8a	14.6a	16.8a	14.7a
Carga baja	18.6a	19.8a	19.0a	22.1a	14.2a	15.5a	12.8a

Cantidades con la misma letra en el sentido de la columna son iguales en la concentración de Zn con la prueba Tukey,  $P \leq 0.05$ . \*\* Significativamente diferente en la concentración de Zn.

Cuadro A3.18. Concentración de Fe (pmm) en tres tratamientos en los meses de evaluación del flujo de invierno.

Tratamiento	Mar	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Ene	Feb	Mar08
Carga alta	305a	463a	403a	411a	349a	378a	357a	279a	217ab	134b	235a
Carga Intermedia	437a	286.2a	442a	412a	477a	399a	434a	174a	115b	257a**	260a
Carga baja	378a	474a	514a	399a	371a	404a	391a	247a	310a**	212ab	253a

Cantidades con la misma letra en el sentido de la columna son iguales en la concentración de Fe con la prueba Tukey,  $P \leq 0.05$ . \*\* Significativamente diferente en la concentración de Fe.

Cuadro A3.19. Concentración de Fe (ppm) en tres tratamientos en los meses de evaluación en el flujo de verano.

Tratamiento	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Ene	Feb
Carga alta	235.0a	204.0a	153.0a	214.0a	112.0a	162.0a	188.4a
Carga Intermedia	231.5a	160.0a	165.0a	182.5a	101.2a	181.2a	215.0a
Carga baja	274.5a	202.5a	137.5a	192.5a	197.5a	142.2a	177.5a

Cantidades con la misma letra en el sentido de la fila son iguales en la concentración de Fe con la prueba Tukey,  $P \leq 0.05$ . \*\* Significativamente diferente en la concentración de Fe.

Cuadro A3.20. Concentración de B (pmm) en tres tratamientos en los meses de evaluación del flujo de invierno.

Tratamiento	Mar	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Ene	Feb	Mar08
Carga alta	37.2a	141.0a	121.0ab	139.4a	33.6a	32.4a	32.5a	31a	34.5a	34.4a	38.6a
Carga Intermedia	41.9a	139.4a	64.0b	139.4a	34.8a	32.4a	33.2a	33.0a	36.2a	36.0a	48.8a
Carga baja	39.7a	139.8a	137.2a**	139.4a	34.0a	31.5a	32.9a	30.8a	34.0a	36.1a	42.6a

Cantidades con la misma letra en el sentido de la columna son iguales en la concentración de B con la prueba Tukey,  $P \leq 0.05$ . \*\* Significativamente diferente en la concentración de B.

Cuadro A3.21. Concentración de B (ppm) en tres tratamientos en los meses de evaluación en el flujo de verano.

Tratamiento	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Ene	Feb
Carga alta	38.0a	33.2a	35.4a	34.3a	35.8a	35.3a	38.2a
Carga Intermedia	34.3a	34.4a	34.7a	35.7a	35.0a	36.1a	40.9a
Carga baja	36.7a	33.2a	32.8a	35.0a	35.8a	33.8a	38.3a

Cantidades con la misma letra en el sentido de la columna son iguales en la concentración de B con la prueba Tukey, 0.05. \*\* Significativamente diferente en la concentración de B.