

"DINAMICA FOLIAR NUTRICIONAL DE DURAZNO (Prunus persica Bacth) Y
MANZANO (Malus pumila) EN LA COSTA DE HERMOSILLO.

T E S I S

Sometida a la consideración de la
Escuela de Agricultura y Ganadería

de la

Universidad de Sonora

por

Rodolfo Romo Valenzuela

Como requisito parcial para obtener
el título de Ingeniero Agrónomo es-
pecialidad en Horticultura.

Diciembre de 1984.

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

UNIVERSIDAD DE SONORA

ESCUELA DE AGRICULTURA Y GANADERIA

"DINAMICA FOLIAR NUTRICIONAL DE DURAZNO (Prunus persica Bacth)
Y MANZANO (Malus pumila) EN LA COSTA DE HERMOSILLO".

T E S I S

RODOLFO ROMO VALENZUELA

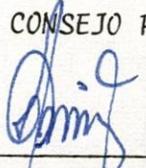
Diciembre de 1984.

Esta tesis fue realizada bajo la dirección del Consejo Particular y aprobado y aceptado como requisito parcial para la obtención del grado de:

INGENIERO AGRONOMO EN:
HORTICULTURA

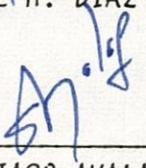
CONSEJO PARTICULAR:

ASESOR:



DR. DANIEL H. DIAZ MONTENEGRO

CONSEJERO:



M.C. SANTIAGO AVALA L.

CONSEJERO:



ING. FCO. JAVIER GAMEZ R.

D E D I C A T O R I A

A MIS PADRES:

ALBA Y RODOLFO

A MIS HERMANOS:

ROSA MARIA

HECTOR RAUL

CARMEN

LUIS ANTONIO

GUADALUPE

FRANCISCO

ALBA VERONICA

A MIS TIAS:

GUADALUPE LOPEZ

CARMEN VALENZUELA

+ LAURA VALENZUELA

A MI NOVIA:

EMMA TEQUIDA VALDEZ. y por su esmero en el trabajo de mecanografiado

Agradecimiento a las siguientes personas, por las facilidades dadas para la realización del presente trabajo.

Q. HERLINDA GRAGEDA COTA

Q. ROSA ANA NAVTORENA R.

Q. ADALBERTO VEGA G.

Q. ARMANDO QUEVEDO DE LA TORRE

Q. GUILLERMO MUNIBE TIBURCIO

I N D I C E

	Pág.
INDICE DE CUADROS Y FIGURAS	iii
RESUMEN	1
I.- INTRODUCCION	3
II.-LITERATURA REVISADA	5
II.1. Los Nutrientes en el Suelo y su Absorción	5
II.1.1) Movilidad de nutrientes	5
II.1.2) Mecanismo de absorción	6
II.1.3) Factores del suelo	6
II.1.4) Factores de la planta	7
II.2. Determinación de Disponibilidad de Nutrientes	7
II.2.1) Sintomatología	9
II.2.2) Análisis del suelo	9
II.2.3) Análisis del tejido	9
II.2.4) Factores que afectan composición mineral de hoja	10
II.2.4.a) Especie	11
II.2.4.b) Variedad	11
II.2.4.c) Portainjertos	11
II.2.4.d) Cosecha	12
II.2.4.e) Posición de la hoja	12
II.2.4.f) Cambios estacionales	12
II.2.4.g) Cambios entre años	14
II.2.4.h) Temperatura del suelo	14
II.2.4.i) Interacción de nutrientes	15
II.2.4.j) Humedad del suelo.....	16
II.2.5) Métodos de muestreo foliar	16

	Pág.
II.3.- <i>Determinación del Estado Nutricional del Cultivo por Región</i>	17
III.- MATERIALES Y METODOS	18
IV.- RESULTADOS Y DISCUSION	22
IV.1. Durazno	22
IV.1.a) Nitrógeno	22
IV.1.b) Potasio	24
IV.1.c) Fósforo	26
IV.1.d) Magnesio	28
IV.1.e) Calcio	28
IV.1.f) Manganeso	31
IV.1.g) Zinc	33
IV.1.h) Hierro	33
IV.1.i) Cobre	36
IV.1.j) Cloro	36
IV.1.k) Sodio	39
IV.1.l) <i>Condición nutricional</i>	39
IV.2. Manzano	45
IV.2.a) Nitrógeno	45
IV.2.b) Potasio	47
IV.2.c) Fósforo	49
IV.2.d) Magnesio	51
IV.2.e) Calcio	51
IV.2.f) Manganeso	54
IV.2.g) Hierro	56
IV.2.h) Zinc	58
IV.2.i) Cobre	60

	Pág.
IV.2.j) Cloro.....	60
IV.2.k) Sodio	63
IV.2.l) Condición nutricional	65
IV.3. Diferencia Nutricional entre Portainjerto de Manzano...	69
IV.3.a) Magnesio	69
IV.3.b) Manganeso	69
IV.4. Diferencia Nutricional Varietal en Manzano.....	72
IV.4.a) Fósforo.....	72
IV,4.b) Magnesio	72
IV.5. Efecto Antagónico de Calcio sobre Potasio en hoja de Durazno.....	75
V.- CONCLUSIONES.....	77
VI. BIBLIOGRAFIA	79
VII. APENDICE	87

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

	Pág.
Cuadro 1.- Valores de nutrientes obtenidos en muestreo foliar a finales de junio en durazno 'Desertgold' en la Costa de Hermosillo. 1982-1983	43
Cuadro 2.- Valores de nutrientes obtenidos en muestreo foliar a principios de agosto en manzano 'Anna' en la Costa de Hermosillo. 1982-1983.....	68
Cuadro 2.a. Propiedades físicas y químicas del suelo, en los campos muestreados para durazno 'Desert Gold'/Nemaguard. Costa de Hermosillo. 1982.....	87
Cuadro 2.b. Propiedades físicas y químicas del suelo, en los campos muestreados para manzano. Costa de Hermosillo 1982.....	88
Cuadro 3.a. Concentraciones standar de nutrientes en hoja para árboles de durazno	89
Cuadro 4.a. Concentraciones standar de nutrientes en hoja para árboles de manzano.....	90
Tabla 1.a. Terminología y definición para la concentración de rangos nutricionales en hoja	91
Figura 1.- Métodos empleados para la determinación de cada elemento.....	21
Figura 2.- Cambio estacional de Nitrógeno en durazno 'Desert Gold', Costa de Hermosillo.....	23
Figura 3.- Cambio estacional de Potasio en durazno 'Desert Gold', Costa de Hermosillo.....	25
Figura 4.- Cambio estacional de Fósforo en durazno 'Desert Gold', Costa de Hermosillo.....	27
Figura 5.- Cambio estacional de Magnesio en durazno 'Desert Gold', Costa de Hermosillo.....	29
Figura 6.- Cambio estacional de Calcio en durazno 'Desert Gold', Costa de Hermosillo.....	30
Figura 7.- Cambio estacional de Manganeso en durazno 'Desert Gold', Costa de Hermosillo.....	32
Figura 8.- Cambio estacional de Zinc en durazno 'Desert Gold' Costa de Hermosillo.....	34

	Pág.
Figura 9.- Cambio estacional de Hierro en durazno 'Desert Gold', Costa de Hermosillo.....	35
Figura 10.- Cambio estacional de Cobre en durazno 'Desert Gold', Costa de Hermosillo.....	37
Figura 11.- Cambio estacional de Cloro en durazno 'Desert Gold', Costa de Hermosillo.....	38
Figura 12.- Cambio estacional de Sodio en durazno 'Desert Gold', Costa de Hermosillo.....	40
Figura 13.- Período aproximado durante el cual la concentración de cada elemento permanece constante en hojas de durazno 'Desert Gold' en el ciclo 1982 y 1983. Floración completa el 28 de enero	42
Figura 14.- Cambio estacional de Nitrógeno en Manzano 'Anna' Costa de Hermosillo.....	46
Figura 15.- Cambio estacional de Potasio en Manzano 'Anna' Costa de Hermosillo.....	48
Figura 16.- Cambio estacional de Fósforo en Manzano 'Anna' Costa de Hermosillo.....	50
Figura 17.- Cambio estacional de Magnesio en Manzano 'Anna' Costa de Hermosillo.....	52
Figura 18.- Cambio estacional de Calcio en Manzano 'Anna' Costa de Hermosillo.....	53
Figura 19.- Cambio estacional de Manganeso en Manzano 'Anna' Costa de Hermosillo.....	55
Figura 20.- Cambio estacional de Hierro en Manzano 'Anna' Costa de Hermosillo.....	57
Figura 21.- Cambio estacional de Zinc en Manzano 'Anna' Costa de Hermosillo.....	59
Figura 22.- Cambio estacional de Cobre en Manzano 'Anna' Costa de Hermosillo.....	61
Figura 23.- Cambio estacional de Cloro en Manzano 'Anna' Costa de Hermosillo.....	62
Figura 24.- Cambio estacional de Sodio en Manzano 'Anna' Costa de Hermosillo.....	64
Figura 25.- Período aproximado durante el cual la concentración de cada elemento permanece constante en hoja de manzano 'Anna' en el ciclo 1982 y 1983. Floración completa finales de febrero.....	66

	Pág.
Figura 26.- Diferencia nutricional del patrón MM106 y doméstica en la absorción de Magnesio.....	70
Figura 27.- Diferencia nutricional del patrón MM106 y doméstica en la absorción de Manganeso.....	71
Figura 28.- Diferencia varietal en la absorción de Fósforo en Manzano	73
Figura 29.- Diferencia varietal en la absorción de Magnesio en Manzano.....	74
Figura 30.- Efecto antagónico entre Calcio y Potasio en hoja de Durazno 'Desertgold' Costa de Hermosillo.....	76

RESUMEN

El estado nutritivo de una planta, puede ser determinado a través de ciertos métodos o combinaciones de métodos. El análisis foliar tiene la ventaja de determinar los elementos minerales que ya han sido absorbidos por la planta, por lo que indica las necesidades reales de la misma.

Inicialmente se obtuvo la dinámica nutricional del durazno Cv. 'Desertgold' y de manzano Cvs. 'Anna' y 'Dorsett Golden' mediante muestreos quincenales a partir de mayo de 1982 hasta junio de 1983.

Para conocer el comportamiento de la dinámica nutricional, los muestreos se realizaron en huertos que presentaron 3 diferentes texturas, 2 sistemas de riego (gravedad y riego por goteo) y dos portainjertos para manzano (doméstica y MM106).

La dinámica de los elementos analizados periódicamente en durazno 'Desertgold', mostraron sus diferentes tendencias de cambio en concentración y algunos no presentaron períodos definidos para muestreo de diagnóstico. Los contenidos de N, K, P, Zn y Cu se redujeron progresivamente durante el ciclo vegetativo, mientras que Mg, Ca y Fe aumentaron; Mn Cl y Na casi no cambiaron. En general se considera que el mejor período de muestreo que permita establecer con más certeza el estado nutricional de los árboles, es cuando los cambios de concentración son mínimos; para durazno se encontró que existe un período entre los 70 y 220 días después de floración completa, en que varios elementos (K, P, Mg, Ca, Mn, Zn, Cu, Cl y Na) se estabilizan y pueden muestrearse hojas para cuantificarle sus niveles y compararlo con valores estandar. N y Fe no

presentaron un período de estabilidad definido.

Para manzano se encontró que los contenidos de N, K, P, Cu y Na se redujeron progresivamente durante el ciclo vegetativo, mientras que Zn, Fe, Mn, Mg y Ca aumentaron. El cloro se mantuvo sin cambio. El mejor período donde puedan muestrearse mayor número de elementos se presenta entre los 160 días y 180 después de floración completa, excepto para K y Ca que no presentaron un período estable.

Se encontraron diferencias entre los Cvs. 'Anna' y 'Dorsett Golden' en cuanto a contenido de P y Mg injertados sobre franco y bajo riego por goteo.

Al realizarse comparaciones de la dinámica nutricional de los diferentes elementos analizados para 'Anna' se encontró que el portainjerto semienano MM106 presentó concentraciones mayores que doméstica para Mg y Mn.

Por todo lo anterior se deberá continuar con el presente trabajo y establecer los rangos óptimos de los elementos para la región de la Costa de Hermosillo.

1.- INTRODUCCION

La actividad frutícola en la Costa de Hermosillo ha ido adquiriendo importancia en los últimos años, tanto por la problemática del recurso agua que ha hecho cambiar el patrón de cultivos, así como por la adaptación que han tenido las especies explotadas como uva, naranjo, nogal, durazno y manzano entre otros.

El lograr producción y calidad adecuada para el mercado requiere tener la especie y cultivar mas adaptado, darle un manejo eficiente, y satisfacerle sus necesidades hídricas y nutricionales. El tener una adecuada nutrición en el árbol es un aspecto importante para el buen desarrollo y fructificación del mismo, al permitirle un comportamiento fisiológico mas eficiente.

Existen diversas formas para diagnosticar el estado nutricional que tenga un árbol frutal, sea a través de sintomatología visual, de análisis de suelo o de análisis de planta o parte de ella. Cuando se detecta visualmente una deficiencia o exceso de algún elemento, por lo general se puede ya establecer que el nivel de dicho elemento esta bajo o alto a las necesidades del árbol por lo que es solo un índice tardío para diagnosticar y requiere corrección. Por otra parte, el análisis de suelo indica qué elementos están presentes en el lugar del muestreo aunque no necesariamente implica que éstos estarían en el árbol, porque por un lado existen diversos procesos complejos de interacción y translocación de los nutrientes y por otro la distribución de raíces dificulta establecer si el muestreo fue en el sitio donde existe la mayor concentración de éstas. El método de diagnóstico a través del análisis de planta (hoja, peciolo, etc), es el más indicado para detectar los niveles reales de nu -

trientes que tenga un árbol, ya que refleja directamente la composición mineral del tejido en cuestión así como la capacidad del árbol para tomar y translocar los elementos presentes en el suelo.

Aún cuando para este tipo de análisis ya se tienen establecidos rangos estandar para los diferentes elementos en varias especies frutales, es necesario que cada localidad establezca inicialmente la dinámica del nivel de los nutrientes a través del ciclo vegetativo a fin de detectar cual es el período indicado para el muestreo correspondiente. Esta información no se ha obtenido bajo las condiciones locales, por lo que el presente estudio tiene como objetivo el establecer la dinámica estacional nutricional del durazno y el manzano bajo diferentes condiciones de suelo, portainjerto y cultivar.

II.- LITERATURA REVISADA

I.- Los Nutrientes en el Suelo y su Absorción.

Los árboles pueden absorber casi cualquier elemento que se encuentre en solución en el suelo, y que no este en cantidades que causen daño a la raíz. La disponibilidad de nutrientes en el suelo esta influenciada por las condiciones metabólicas de la raíz.

A.- Movilidad de Nutrientes.- Se ha considerado que los nutrientes llegan a tener contacto con la raíz en la medida que ésta crece en el suelo y que cuando ello ocurre se puede dar un intercambio de elementos por contacto; sin embargo se ha establecido que la cantidad disponible a dicho intercambio es mínima en relación a lo que necesita una planta. Por otra parte, los nutrientes en el suelo pueden ser transportados hasta la raíz por flujo de masas o por difusión, en donde en el primer caso los solutos se transportan con el flujo convectivo del agua que va del suelo a la raíz, por lo que la cantidad de nutrientes que lleguen a ella depende de la velocidad de flujo de agua o el consumo de agua de la planta. En el caso de la difusión, el ión es transportado desde una condición de concentración alta a una baja y esto se da cuando la concentración en la superficie de la raíz es mayor o menor que aquella de la solución que la rodea (47).

La velocidad del movimiento de iones en el suelo, sea por flujo de masas y por difusión, depende en gran parte de la humedad del suelo, cuando es baja aumenta los poros con aire dificultando ambos

procesos.

B.- Mecanismos de Absorción.- El concepto de una toma selectiva de iones en las plantas es válido al encontrarse que algunas especies absorben solo ciertos iones del medio y los llevan a su interior, mientras que a otros iones no se les permite ser absorbidos o bien solo entran en cantidad limitada. Esto parece depender de la composición orgánica de la planta y su fisiología (34).

Los mecanismos de absorción de nutrientes se basan por un lado en la teoría de los "transportadores", que son moléculas con capacidad de llevar iones a través de la membrana con el uso de ATP y por otro en la teoría de la "bomba de iones" donde en la membrana la ATPasa se disocia liberando H^+ creando así un gradiente de pH que permite la entrada de cationes a la célula (47).

C.- Factores del Suelo que Afectan la Disponibilidad y la Absorción de Nutrientes.- La textura del suelo influye directamente en el estado nutricional y el comportamiento de los elementos; así los de un alto contenido de arcilla absorben mas agua y cationes y por lo tanto tienen mas capacidad de intercambio catiónico y una mayor capacidad de retención de agua que suelos mas ligeros. Muy relacionado a esto está la estructura del suelo.

El nivel de humedad de suelo puede afectar la disponibilidad y absorción de elementos minerales, lo cual ha sido reportado por Luckwill (43), al encontrar que el portainjerto de manzano M7 bajo capacidad de campo absorbió mas N, P, K, Ca, y Mn que tratamientos

con menor humedad.

El pH también tiene un marcado efecto en el contenido de minerales en el suelo. La solubilidad de sales como carbonatos, fósforos y sulfatos es alta en bajos pH. Por lo general la disponibilidad de nutrientes se incrementa a medida que sube el pH del suelo; los elementos mayores (N, P, Ca, Mg) se ven favorecidos hasta un cierto nivel, mientras que elementos menores como Fe, Mn, B, Cu y Zn se ven reducidos en su disponibilidad. La absorción de varios nutrientes también es dependiente del pH, en donde los aniones se toman con mayor velocidad en el rango de pH ácido, mientras que la de cationes parece ser mejor en rangos de pH alcalino (47, 63).

Carlson (8) menciona que la temperatura del suelo parece ser también un factor importante en el aspecto nutricional de la planta. En patrones de manzano semivigoroso y vigorosos, temperaturas del suelo de 7 a 23°C no causan diferencias en las concentraciones de K y Mn en la hoja, sin embargo el N, P, B y Zn están a un nivel más alto en temperaturas elevadas mientras que Ca, Fe y Cu muestran lo opuesto. Por otra parte, Gur y Hepner (22), reportan que a temperaturas de suelo entre 25 y 35°C en patrones enanos de manzano redujeron el contenido de K y Zn en el follaje y raíz pero incrementaron los de Na, Ca y Mg en la raíz. El nivel de N en el follaje se redujo a la temperatura alta de suelo.

Dado que en el suelo existen una diversidad de cationes, bajo ciertas circunstancias se puede dar competencia o auxiliarse entre ellos para ser absorbidos por la planta. Si se aumenta la concentración de un elemento en el suelo y se reduce la absorción de otro se está ante un fenómeno de antagonismo; en frutales se reporta esto entre N/K, N/B, P/Zn,

P/Cu, K/Mg, K/B, Cu/Fe y Ca/microelementos. Por otra parte se presenta también el fenómeno de sinergismo, en donde la absorción de un nutriente es estimulada por la presencia de otro; así el NO_3 estimula a Mg a P y K a Fe (62).

D.- Factores de la Planta que afecta la Absorción de Nutrientes.- La raíz, estructura de la planta que esta en contacto con el suelo, es la que en forma directa influye en la absorción y translocación de nu-trientes al resto de la planta. En manzano se reportan diferencias en la capacidad de absorción de nutrientes, en donde portainjertos enanos y semienanos como M26, M7 y MM106 toman mas Mg, Mn, Ca que el M4 y el estandar o franco, los cuales absorben mas P y K (1). En frututos de hueso se han detectado diferencias en ciruelo injertado sobre varios patrones; en durazno los contenidos de N, K, Mn y Zn son de los mas altos en comparación con los patrones de ciruelo Myrobalan y San Julian, los cuales resultan ser mas eficientes en la toma de Ca (11). En el caso de durazno injertado sobre durazno o bien enraizado por estaca, Couwillón (14), reporta que con este último hay una mayor absorción de Ca y Mg.

II.- Determinación de Disponibilidad de Nutrientes.

Los suelos varían en su fertilidad y esto causa diferencias en la disponibilidad de nutrientes a la planta, en la absorción de los mismos y finalmente en su presencia en los tejidos. Mediante el conocimiento de esta disponibilidad, se pueden hacer diagnósticos oportunos y correcciones de excesos o deficiencias de elementos minerales. Existen diversos métodos para detectar las necesidades nutricionales de las plantas, los cuales tienen ciertas ventajas y limitaciones que se deben ajustar a las

necesidades específicas del cultivo, suelo, etc.

A.- Sintomatología.- El observar en el árbol deficiencias o exceso de algún elemento, es una forma de determinar la disponibilidad de dicho compuesto; sin embargo, por lo general refleja ya una condición externa del problema el cual requerirá corrección inmediata.

B.- Análisis de suelo.- Se considera que el análisis de suelo es útil principalmente para determinar o estimar las necesidades básicas antes o al momento de la plantación de frutales. Este análisis se considera adecuado para especies anuales, en donde el sistema radicular está explorando la capa de suelo que se está muestreando; sin embargo, en árboles esto no es así ya que las raíces están ubicadas en un volumen mucho mayor al que se pudiera muestrear, y están creciendo en todas direcciones año con año (33, 62).

La utilidad de los análisis de suelo para frutales radica en tener un conocimiento de las condiciones físicas y químicas del terreno en donde se pretenda establecer árboles, y a través de ello hacer consideraciones con respecto al portainjerto o manejo especial que el suelo deba tener para adecuarlo a las necesidades del árbol. Conociendo las propiedades químicas, se podrá tener una apreciación más clara sobre posibles problemas de disponibilidad de nutrientes al detectar niveles de pH, condición de materia orgánica, fósforo asimilable, etc; mas sin embargo no dicen nada sobre los aspectos de absorción de esos elementos (62).

C.- Análisis de tejido. El análisis de material de planta es otra forma

de determinar la disponibilidad nutricional que hay en el suelo, y se basa en el concepto de que el contenido de un elemento en la planta es mayor a medida que su disponibilidad real en el suelo sea mayor. Hay una relación estrecha entre el crecimiento o producción de una planta y el contenido de nutriente en ella. Bajo condiciones de una baja concentración de algún elemento mineral, la planta crecerá o fructificará poco mostrando severos síntomas de deficiencia; a medida que se detecte un nivel mas alto del nutriente el crecimiento o producción será mayor y se tendrá una deficiencia ligera. Sin embargo, se llega a una etapa en donde aún cuando el contenido del elemento en cuestión aumente, no se ven efectos en crecimiento o producción ni se aprecian síntomas de necesidad del nutriente. Aquí es cuando se ha llegado al "nivel crítico" del elemento, en donde aún cuando hay mas disponibilidad y absorción del nutriente, fisiológicamente ya no es aprovechable para el crecimiento o productividad de la planta en cuestión. Si el contenido del nutriente sube demasiado en el tejido, el crecimiento y la producción se reducirán e inclusive se podrán presentar daños por toxicidad. Así pues, existen rangos de nutrientes en los cuales se podrán presentar ó no deficiencias y excesos (17, 36, 47).

El tejido mas comunmente utilizado para este propósito es la hoja, que una vez analizada proporciona valores útiles para confirmar diagnósticos visuales y determinar el estado nutricional de una planta perenne y su respuesta a los fertilizantes aplicados.

- 1.- Factores que afectan la composición mineral de las hojas. La concentración de nutrientes en hojas depende principalmente del suplemen-

to de nutrientes al suelo o la planta, pero está también influenciado por factores internos y externos.

- a) Especie. - Las especies frutales pueden tener diferentes niveles de nutrientes, lo cual es específico para cada una de ellas. Así para manzano se reportan valores estandar de 2.3% de N mientras que para durazno es de 3.8% y para uva 0.8 (34).
- b) Variedad. - Los niveles de nutrientes pueden variar entre variedades de la misma especie, lo cual se reporta en manzano con N, K, Ca, Mg, B y Mo principalmente (13,56).
- c) Portainjerto. En muchas especies frutales es común el uso de portainjertos a fin de aprovechar algunas de las ventajas que estos pueden ofrecer, éstas raíces pueden ejercer una influencia marcada sobre el nivel nutricional del follaje del cultivar injertado. En manzano, Sistrunk y Campell (59) reportan el efecto de los portainjertos Hibernial y French Crab sobre niveles de Ca, siendo mas alto en el primero. Con MM106 se tienen mayores concentraciones de Ca y Mg comparado con M4 y M7, MM111 o el estandar (50,56). Al evaluar los niveles nutricionales de 16 portainjertos, Poling y Oberly (50) encontraron que N, P, K, B, Zn y Cu no eran diferentes en el follaje de McIntosh', aún cuando Abdalla et al (1) reportan diferencias con K entre 8 portainjertos de diverso porte.

En pera, Chaplin y Westwood (11) al comparar diversos portainjertos no encontraron mucha diferencia de nutrientes en las hojas del Cv. Bartlett; Mg y Mn estaban bajos y Fe alto en hojas de árboles sobre 'Old Home' x 'Farmingdale' comparado con 'Bartlett'.

Los frutales de hueso también han mostrado diferencias como respuesta a diversos portainjertos. Chaplin et al (11) estudiando los niveles de ciruelo 'Italian' sobre durazno o ciruelo Myrobalano, Mariana y San Julian, reportan que hubo mayor cantidad de elementos cuando se tenía ciruela como raíz, especialmente N, K, Mn y Zn. En durazno 'Loring', Couvillón (14) comparó la concentración de nutrientes cuando este se injertaba sobre Nemaguard o bien si se enraizaba directo, encontrando mayores niveles de N, Ca y Mg en estos últimos.

- d) Cosecha. La presencia de fruta en el árbol o la rama por muestrear, tiene influencia sobre el contenido de nutrientes en el follaje. Así, Cain y Boyton (7) reportan que en manzano al estar presente la fruta los niveles de P y K se reducen, mientras que los de Ca y Mg aumentan. Según Emmert (19), en esta misma especie al aumentar la presencia de carga en el árbol se tiene también un incremento en N y Mn, notando mas tamaño en la hoja del árbol sin fruta.
- e) Posición hoja. De los estudios realizados sobre nutrientes en el follaje, se reconoce el efecto que tiene la posición de la hoja muestreada en el árbol. Así Emmert (18) comparando hojas de manzano del tercio basal, de la parte apical del crecimiento del año, y de la hoja en dardos no fructíferos en madera de dos años, encontró que para Mg se tenían niveles bajos, intermedios y altos respectivamente.
- f) Cambios estacionales. Durante el desarrollo del árbol en una estación se dan cambios en el contenido nutricional, los cuales varían para cada elemento. En el diagnóstico del análisis foliar, esto debe ser tomado en consideración para evitar interpretaciones erróneas de los resultados. En durazno Batjer y Westwood (2) reportan que Ca y

Mg tienden a acumularse en las hojas a través de la estación, mientras que el N, P y K muestran una reducción generalizada. En general, con todos los elementos se dió un período en el cual no hubo cambios significativos en el nivel de concentración, lo cual para el Cv. 'Elberta' fue a los 100-125 días después de floración completa. Por otra parte, Leece y Gilmour (42) compararon los cambios estacionales en una variedad tardía ('Golden Queen'), una temprana ('Gaumé') y una intermedia ('Halehaven'), encontrando también que los niveles de N, P y K se reducen a través de la estación pero que también ocurre con Cu y Zn, mientras que Ca, Mg, Fe, Mn, Al y B aumentan a medida que el tejido se madura. Reportan que en todos los cultivares hubo un período con el menor cambio nutricional, el cual ocurrió entre los 70 y 100 días después de floración completa y que fue similar en los tres cultivares. De los elementos que cambiaron de acuerdo a la época de maduración fue el K, posiblemente por ser un elemento competitivo entre la fruta y el follaje.

En manzano, también se ha encontrado que los nutrientes en las hojas sufren cambios en relación al tiempo. Emmert (18), Himelrick y Walker (28), Mason y Whitfield (46), y Smith y Taylor (61), han encontrado que como en durazno también en manzano el N, P, K, Cu y Zn se reducen progresivamente, mientras que el Ca, Mg, Fe, Mn y B aumentan. En general, también se encuentra que existe un período durante el cual el cambio de concentración de nutrientes es mínimo y que ocurre aproximadamente a los 100 días después de floración.

Las anteriores consideraciones sobre el cambio estacional de elementos en el follaje se ha reportado también en ciruela y cereza por

Leece (36, 39) uva y arandano azul por Chuntanaparb y Cummings (9) y en cítricos por Feucht (20) entre otros.

Considerando el cambio mínimo que ocurre en cierta época, se ha establecido este período como el más idóneo para realizar los muestreos para análisis de follaje, el cual debe ser establecido para ca da especie y localidad que se trate.

- g) Cambios entre años. La variación del contenido nutricional en árboles frutales puede cambiar frecuentemente al comparar un año con otro, aún cuando se hable del mismo árbol y el mismo tipo de hoja. Ljones (44) citado por Childers (13), encontró que en manzano en un período de 20 años, el K varió de 0.52 a 1.42%, el Ca de 1.09 a 1.93% y el Mg de 0.19 a 0.35% de peso seco. Por otra parte, Heeney y Hill (24) también citados por Childers (13), no encontraron cambios en N y P en manzano McIntosh por 10 años, pero sí con respecto a K. Se considera que las condiciones ambientales tienen un efecto importante en las diferencias antes señaladas.
- h) Temperatura de suelo. En manzano se han encontrado diferencias entre los portainjertos a la absorción de nutrientes. Sin embargo, se ha reportado una influencia marcada de la temperatura del suelo sobre la eficiencia de éstos para tomar nutrientes. Carlson (8) indica que al tener el M111, MM106, MM109, MM104 y un doméstica a temperaturas de suelo entre 7 y 25 °C, el contenido de K y Mn en la hoja no varió, sin embargo los de N, P, Mg, B y Zn fueron mayores a las temperaturas bajas, mientras que Ca, Fe, Cu y Al dieron valores más altos cuando se tenían temperaturas de suelo altas. Posteriormente, Gur, Hepner y Shulman (22), estudiaron la respuesta a temperaturas

de suelo de 20 a 35°C de los patrones M7, M9, M2, 'Italian Doucin' y 'Khashabi', encontrando que a 35°C el K en el follaje se reduce considerablemente en todos los portainjertos. Al injertar el Italian y el 'Khashabi' con 'Orleans' o 'Golden Delicious', se observó que 'Orleans' en los dos patrones contenía más K a cualquier temperatura de suelo. Similar respuesta de los portainjertos con o sin injerto se dió en relación al Zn.

- i) Interacción de nutrientes. El nivel de algún nutriente y los cambios que se den en el follaje, son fenómenos que a su vez pueden causar alteración hacia otros nutrientes. Emmert (18) define esto como "interacción iónica" la cual es la influencia estimulada o supresiva de un ión en el tejido sobre la acumulación de otros iones en el mismo tejido. Esta interacción iónica se dará independientemente del suplemento externo que la planta este recibiendo.

Se consideran dos tipos de interacción. El antagonismo es aquel en que un ión interrumpe la absorción o presencia de otro; por lo general esto ocurre con los iones que no están relacionados (no están en el mismo grupo de la tabla periódica) y el fenómeno es reversible. Mengel y Kirby (47) y Leece (40) reportan que aplicaciones elevadas de nitrógeno en durazno redujeron los niveles de K, Ca, Mg y B en el follaje, mientras que Cain (6) y Jentsch y Eaton (30) encontraron que en manzano con alto nitrógeno se reduce el contenido de K, Mn y P en la hoja pero aumenta el de Mg. Cummings (15) indica que alto Mg induce a una baja en Mn de durazno. Rogers (52) y Rogers, et al (57) estudiaron la inducción de deficiencia de manganeso a base de otros elementos, encontrando que con las aplicaciones de Fe se lo

graba esto. Así pues, son múltiples las observaciones sobre antagonismos las cuales se deben considerar al diagnosticar los niveles nutricionales en el follaje. El otro tipo de interacción iónica es el sinergismo, en el cual la presencia de un ión favorece los niveles de otro ión. Leece (40) encontró en durazno que las aplicaciones altas de nitrógeno favorecían los contenidos de Mn en la hoja, mientras que Cummings (15) reporta que alto K aumentó el nivel de Mn en la misma especie.

f) Humedad del suelo. Dado que los elementos están en el suelo y de ahí tienen que ser absorbidos por las raíces, la humedad de este medio se vuelve importante en lo que respecta a análisis y diagnóstico foliar. Mason (45) citado por Childers (13), encontró en portainjertos de manzano M7 que tratamientos de sequía aumentaron el nivel foliar de N, pero redujeron los de K, Ca y P. Algo similar reportan Hibbard y Nour (26) en diversas especies frutales, en donde bajo condiciones de "stress" de humedad no se absorbía P y K aún cuando estuvieran presentes en el suelo, lo cual se detectaba en el follaje.

2.- Métodos de muestreo. La toma de muestras foliares en el huerto es uno de los aspectos más críticos para la correcta diagnosis del estado nutricional del árbol.

En durazno, Leece (37) indica que en Australia el número promedio de árboles a muestrear para asegurar un error de muestreo no mayor al 10%, es de 14 para macronutrientes y 18 para micronutrientes. Para manzano, Beyers (4) citado por Childers (13), menciona que con 44 árboles muestreados se logra detectar un 10% de diferencia signi

ficativa.

Beutel, et al (3), sugieren el tomar hojas en dardos no fructíferos para almendro, manzano, chabacano, cereza, ciruelo y pera y el tomar hojas medias del crecimiento actual en durazno, colectando una sola hoja por árbol de cada 50-100 árboles. Por otra parte, Kenworthy y Hull (35) indican el tomar 100 hojas de la parte media del crecimiento del año para durazno, manzana, pera, ciruelo, chabacano, al mendro, recolectando no más de dos hojas por brote por árbol.

III. Determinación del Estado Nutricional del Cultivo por Región.

Con el fin de detectar la condición nutricional de algún cultivo en una región determinada, se han usado técnicas y principios del análisis foliar en diversas ocasiones. Así, Feucht y Arancibia (20) muestrearon limón en diversas provincias de Chile encontrando como deficiencias generales las de Mn y K y en menor escala las de N y P. Leece y Barkus (41) en Australia y Jones, et al en Estados Unidos (31) realizaron algo similar en durazno, determinando en ciertas regiones la proporción de huertas con diferencias y comparando los resultados con otro estudio de 10 años atrás, lo que les permitía evaluar la situación nutricional, sus tendencias y posible problemática.

III.- MATERIALES Y METODOS

De los árboles muestreados localizados en el área agrícola de la Costa de Hermosillo, se tomaron hojas a partir de mayo de 1982 hasta julio de 1983 con una periodicidad de 15 días.

En durazno se tomó para los estudios el Cv. 'Desertgold. injertado sobre 'Nemaguard', cuya maduración de fruta ocurre a mediados de abril.

Los campos muestreados fueron San Enrique, Carmen Dolores y La Morena de 6, 5 y 6 años de edad respectivamente. Los dos primeros campos es taban bajo riego por inundación y el último bajo riego por goteo, con aproximadamente 110 cm y 73 cm de lámina de riego anual respectivamente. En cada campo se seleccionaron 25 árboles uniformes en tamaño y producción, y en cada fecha de muestreo se tomaron 4 hojas por planta de la parte media de los crecimientos del ciclo a una altura media por todo los lados.

En manzano se tomó para los estudios Cvs. 'Anna' y 'Dorsett Golden' sobre portainjertos doméstica para los Campos Carmen Dolores y La Morena y 'Anna' sobre MM106 en el Campo Navolato. La edad de los árboles fueron 5, 5 y 4 años respectivamente. El riego en el Campo La Morena fue riego por goteo mientras que el resto fue por gravedad. Se seleccionaron 25 árboles uniformes en cada campo y se muestrearon cuatro hojas por árbol en cada fecha de muestreo, tomándose de la parte media del crecimiento del ciclo a una altura media.

Todas las plantas seleccionadas presentaban un desarrollo normal y no acusaron síntomas visuales de ataque de parásitos, deficiencias o exceso nutricionales. Las hojas muestreadas estaban fisiológicamente maduras y sin daños visibles.

Las hojas fueron recolectadas y guardadas en bolsas de papel; al no poder lavarse el mismo día se guardaban a temperaturas menores de 5°C para mantenerlas frescas y después se lavaban de 3 a 4 con agua desionizada. Posteriormente se secaban en estufa a una temperatura de 75°C por 24 horas, se trituran en molino mecánico con malla fina No.40, y se guardaban en bolsas de plástico.

En cada campo y lote muestreado, se tomaron muestras de suelo a 30, 60, 90 y 120 cm de profundidad para caracterizar su condición física y química (Cuadro 2a, 2b). La textura se evaluó en base al método de la escala de Bouyoucos; la conductividad eléctrica el contenido de carbonato de calcio por neutralización acida y el pH en base a extracto de pasta saturada con potenciómetro.

Las prácticas de fertilización realizada en cada campo fueron: para durazno, una aplicación de 1 kg de sulfato de amonio por árbol después de la poda (Enero) posteriormente 3 aplicaciones foliares de NZN y NFe combinados; para manzano se aplicó al suelo 750 gr de sulfato de amonio por árbol, más 3 aplicaciones de NZN y NFe.

Las muestras fueron procesadas con diversos métodos según el elemento analizado: N, P, K, Ca, Mg, Zn, Fe, Mn, Cu, Cl y Na. (figura 1).

Nitrógeno.- Se empleó el método Macrokjeldahl del ácido bórico (Horwite 25) en donde la muestra se digirió con Acido Sulfúrico en ebullición; una vez enfriado el residuo, se diluyó con agua y se le agregó hidróxido de sodio. El amonio desprendido se destiló y se recibió en una solución de Acido Bórico que posteriormente se tituló con Ac. Sulfúrico estandarizado.

Fósforo.- Se empleó el método colorimético Bray P-1 (Dickman y Bray 16) en donde a la muestra se le agrega $Mg(NO_3)_2$; se le lleva al horno hasta tener cenizas y posteriormente es colocada en una plancha eléctrica donde se le agrega HCl al 20% para disolver las cenizas; se filtran y con el filtrado se agrega una solución con agua mas Molibato de Amonio y Cloruro estanoso. Posteriormente se lee en el espectrofotómetro.

Cloro.- Se uso el método volumétrico, titulación con nitrato de plata (12), mediante el cual se fija la muestra con hidróxido de calcio, se lleva a incineración y se hace un lavado de las cenizas. Al filtrado se le agrega cromato de potasio, para titular con nitrato de plata hasta cambio de color.

Magnesio, Calcio, Potasio, Sodio, Manganeso, Fierro, Zinc y Cobre. Se determinaron por el espectrofotómetro de absorción atómica (Perkin-Elmer 2380) método del Ac. Perclórico. La desintegración de la materia orgánica se realiza por medio de Ac. Perclórico. Ac. Nitríco concentrado y Ac. Clorhídrico, se filtran y se afora a 100 ml (solución concentrada).

De la solución concentrada se tomó 1 ml y se procedió a la lectura de Fierro, Zinc y Manganeso. De esta solución se toma una alícuota de 2 ml agregándose 10 ml de óxido de lantano aforado a 100 ml para leer Calcio y Magnesio. Para leer Sodio y Potasio se tomó una alícuota de 1 ml de la solución concentrada, se le agregó 1 gr de Lithio y se aforó a 100 ml.

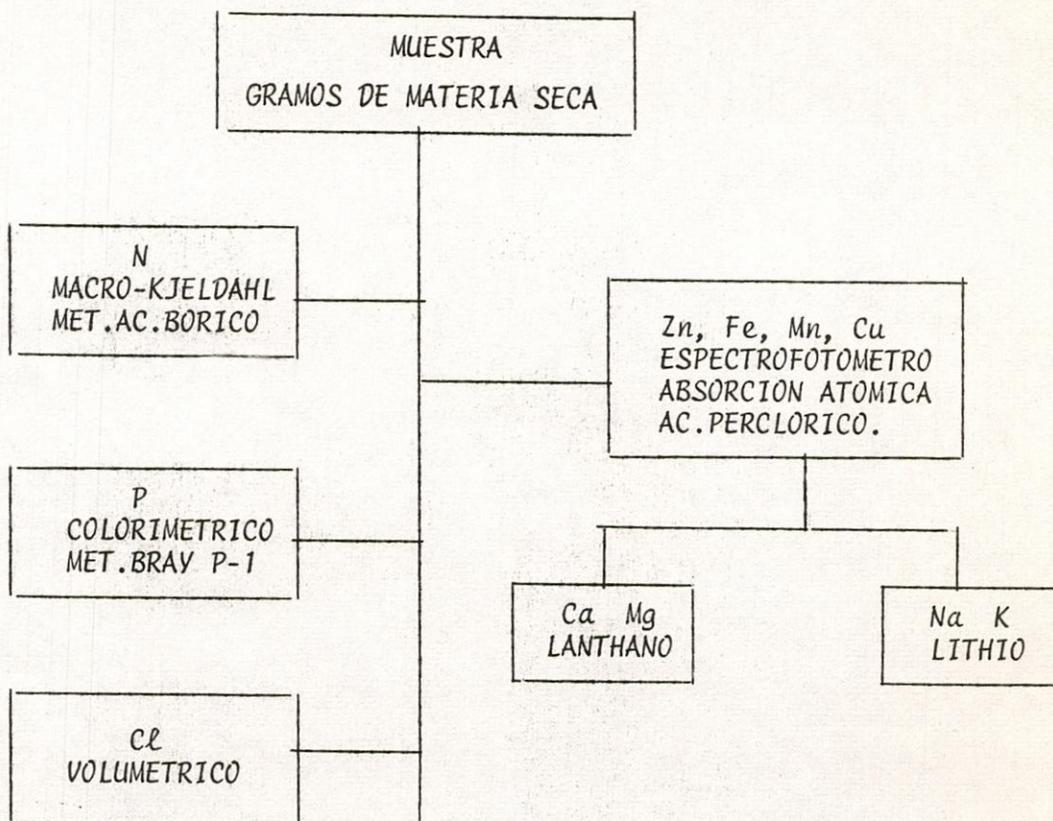


FIGURA 1.- METODOS EMPLEADOS PARA LA DETERMINACION DE CADA ELEMENTO.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Durazno.

La brotación floral y vegetativa se inició a principios de febrero; para mediados de marzo se tenían hojas fisiológicamente maduras y adecuadas para ser muestreadas lo cual se realizó en forma periódica hasta noviembre en que ocurrió la defoliación. El crecimiento de la fruta estaba en el inicio de la etapa III cuando se inició el muestreo y la cosecha se presentó a partir de mediados de abril.

Las concentraciones de los diversos elementos que aparecen en los resultados, son los valores promedio obtenido de los huertos muestreados.

Nitrógeno.- La dinámica del nitrógeno encontrado en las hojas muestra una alta concentración al inicio del ciclo para reducirse gradualmente (Figura 2), lo cual coincide con lo reportado por otros autores (2, 9, 42, 61). El contenido porcentual del nitrógeno se redujo en casi un 50% de marzo (3.6%) a noviembre (2.0%).

La tendencia estacional típica reportada para N foliar en durazno, es la de una reducción en su concentración hasta los 100-150 días después de la floración completa seguida por una condición estable de poco cambio por 50-80 días, después ocurre un nuevo descenso del nivel hasta la caída de las hojas (2, 42). Es frecuente de que la fase de poco cambio del elemento coincida con la detención de crecimiento vegetativo y con un período de estabilidad del peso seco de la hoja, aún cuando también se puede establecer que en ese período hay un equilibrio de absorción y demanda del elemento. Según Chuntanaparb (9) y Leece (39),

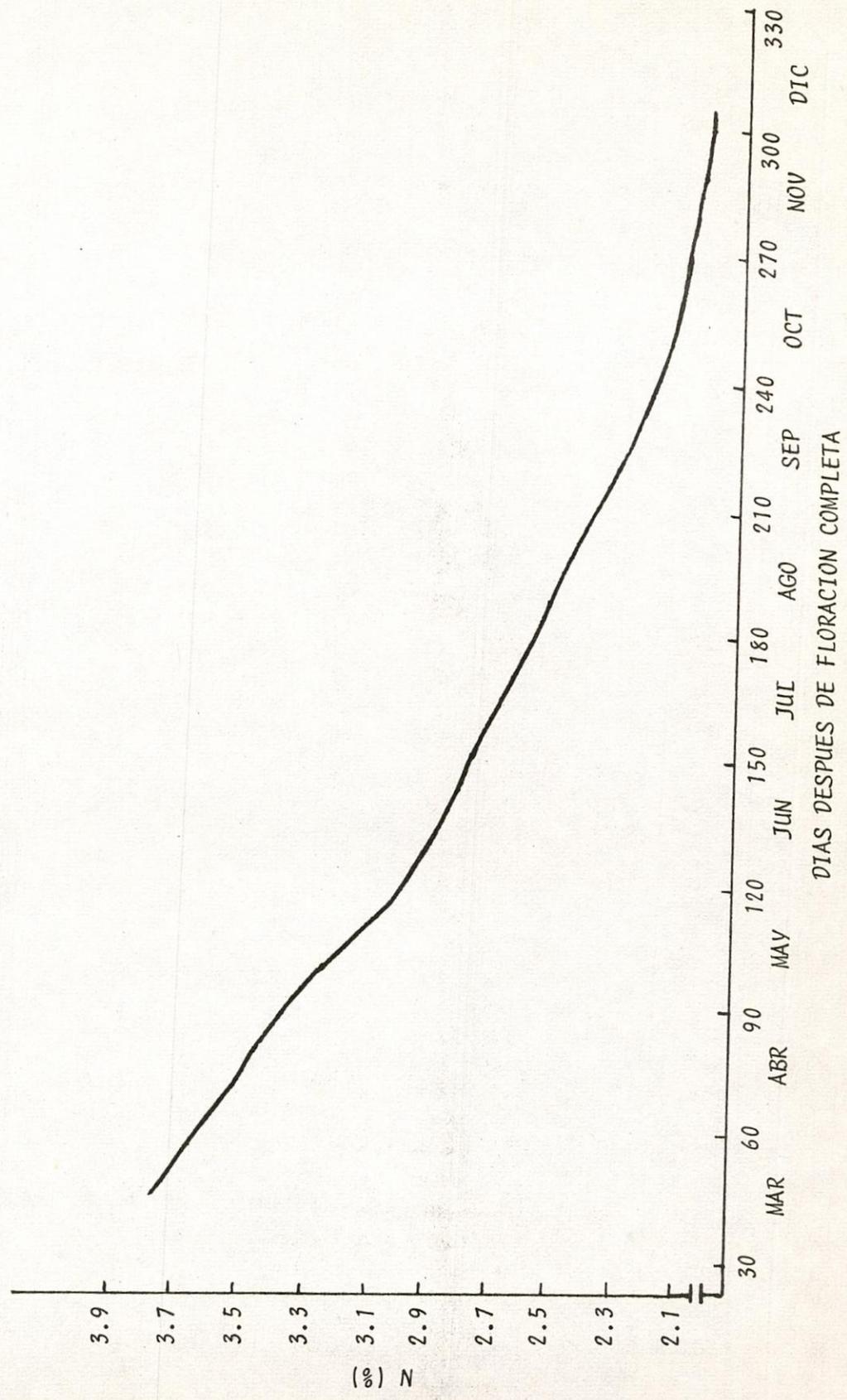


Figura 2.- Cambio estacional de Nitrógeno en durazno 'Desert Gold', Costa de Hermosillo.

la reducción de niveles de nitrógeno se debe a un efecto de dilución tanto por el traslado del elemento para la formación de nuevos tejidos, así como por el de una dilución en el tejido mismo.

La tendencia típica reportada para el nitrógeno en durazno no se presentó en el 'Desertgold', donde la reducción en concentración fue continua sin períodos de estabilidad bien establecidos (Figura 2). La discrepancia de tal condición puede deberse a que el crecimiento vegetativo no se detiene sino hasta 210 y 240 días después de la floración completa (agosto-septiembre), lo cual causa una dilución continua y prolongada del elemento en el tejido según lo asentado por Chuntanaparb (9) y Leece (39).

Lo anterior es importante porque se ha establecido que el período mas adecuado para muestreo foliar en durazno es cuando hay pocos cambios y la concentración del nitrógeno permanece estable (2, 33, 40, 60), sin embargo esto no se presenta en el área, por lo que es difícil establecer en base a esta información cual es el período de muestreo foliar para este elemento.

Se reporta que la baja del nitrógeno al final del ciclo, se debe a que hay una acumulación del elemento en la madera de 1 y 2 años así como en las raíces (21, 54).

Potasio. - El potasio (K) mostró variabilidad estacional incrementando el nivel de 40 a 50 días después de floración (marzo y principios de abril) y presentándose luego un período relativamente estable hasta los 150 días (finales de junio); posterior a esto se tuvo un descenso constante de la cantidad de K en el follaje hasta la caída de hojas (Figura 3). De la máxima concentración cuantificada (2.6%) se redujo al final del ciclo hasta un 80% (0.16%).

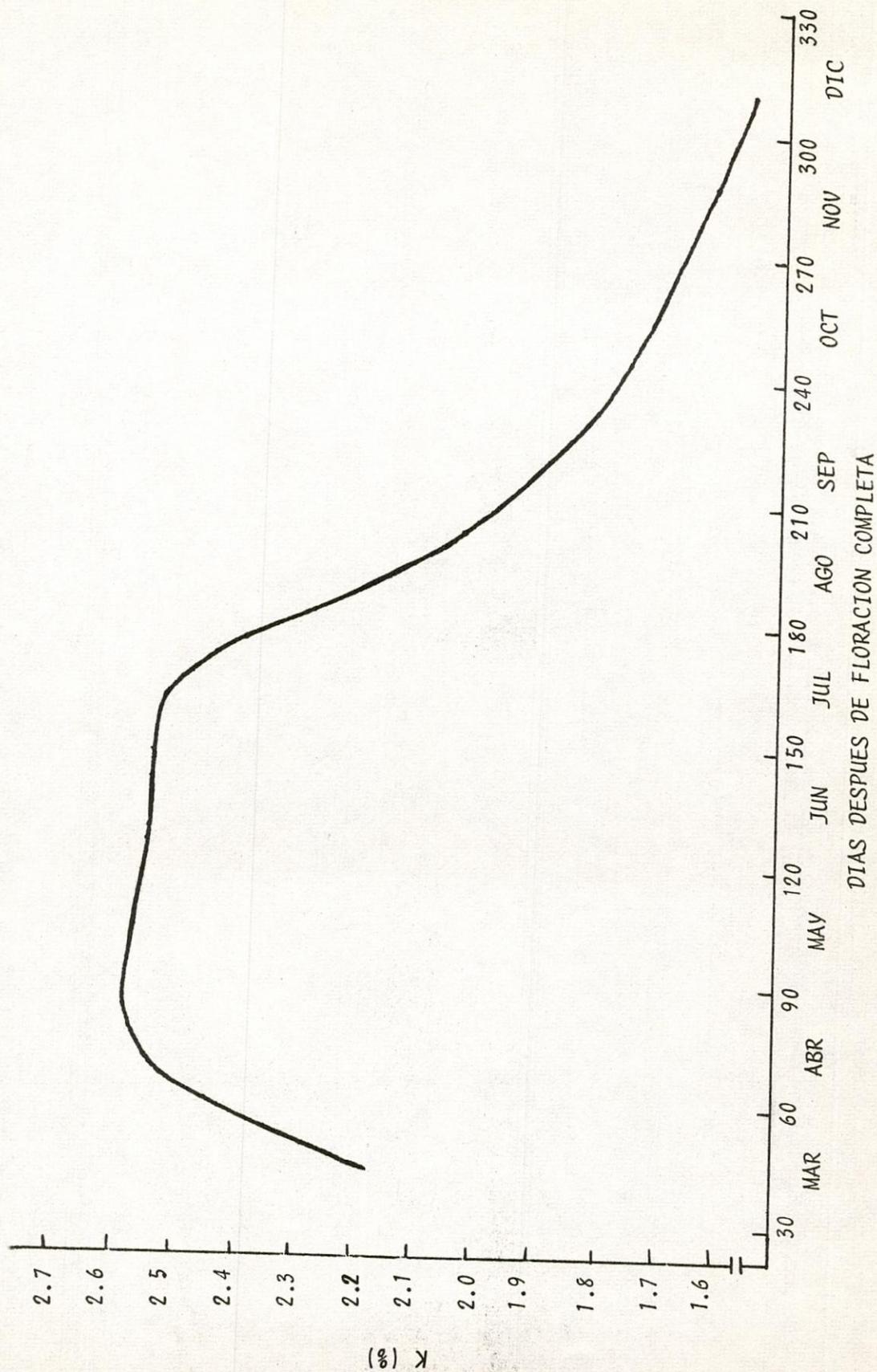


Figura. 3.- Cambio estacional de Potasio en durazno 'Desert Gold' Costa de Hermosillo.

La dinámica establecida coincide con lo encontrado por Batjer y Westwood (2), Leece y Gilmour (40) y Smith y Taylor (61), en que el K aumenta, se estabiliza y luego declina rápidamente. La tendencia estacional de reducirse los niveles de K está en función del fenómeno de dilución descrito para N (9, 39), y se ajusta al comportamiento fenológico del durazno 'Desertgold' en donde el crecimiento vegetativo es continuo hasta agosto o septiembre y es cuando se detiene el nivel del elemento en cuestión (Figura 3). Aún cuando algunos autores consideran que la baja de K en verano se debe a competencia de las hojas con los frutos (60), en nuestro caso no puede considerarse así porque éstos en 'Desertgold' habían sido cosechados desde abril.

Considerando que el K se presenta sin muchos cambios en las hojas de 70 a 150 días después de floración (abril-junio), este período sería el más indicado para el muestreo específico de este elemento lo cual corresponde a lo sugerido por Batjer y Westwood (2) en función de días después de floración.

Fósforo.- La dinámica estacional del fósforo (P) muestra una concentración alta al inicio del ciclo para ir reduciéndose progresivamente hasta 110 días después de floración (mediados de mayo), después se presenta un período relativamente estable que se mantiene por 100 días (fines de agosto) para después incrementarse y bajar nuevamente a finales del ciclo (Figura 4). Este tipo de curva está de acuerdo a lo reportado por Batjer y Westwood (2), Leece y Gilmour (42) y Smith y Taylor (61). La cantidad de fósforo que aparece al principio (0.18%), se reduce en casi la mitad hasta la caída de hojas (0.09%) y ocurre según Smith (60) por dilución del elemento al tenerse más crecimiento vegetativo y aumentar el peso seco de las hojas.

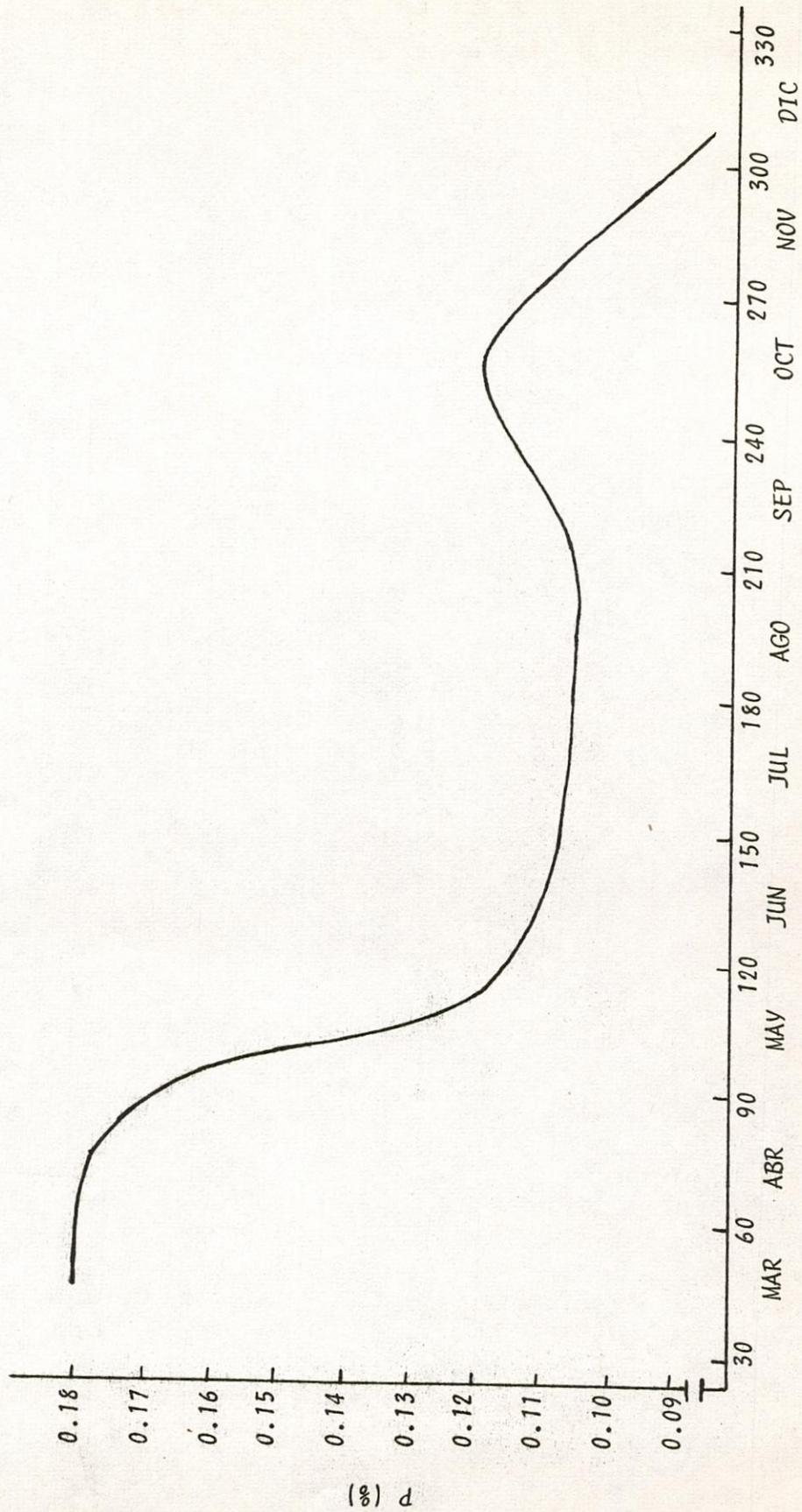


Figura 4.- Cambio estacional de Fósforo en durazno 'Desert Gold' Costa de Hermosillo.

La época en que ocurre un período estable en la concentración de P es de 120 a 210 días después de floración (mediados de mayo a fines de agosto) y coincide en parte con la de K. Así, ambos elementos podrían ser analizados en el mismo muestreo. En discrepancia con Batjer y Westwood (2), la fase estable no coincide con la presencia de fruto y se está de acuerdo con las observaciones de Leece y Gilmour (40) de que la etapa de estabilidad puede ocurrir sin importar la presencia o no de fruta.

Magnesio. El contenido de magnesio (Mg) en las hojas de durazno aumentó consistentemente desde 0.45% hasta 0.71% de marzo a mediados de diciembre en que ocurrió la defoliación (Figura 5). Hubo un incremento rápido hasta los 140 días después de floración, presentándose después un período de relativa estabilidad. Esta dinámica estacional coincide con lo reportado por otros autores (2, 40, 61) y se explica en función de que este elemento se acumula más rápido que el peso seco de la hoja (19, 60).

El nivel de Mg al final de ciclo no se reduce drásticamente como en N, P y K, y se observa un período de estabilidad que parece indicar que el árbol no continúa acumulando Mg en la hoja sino en otro órgano que según Rogers et al (54), ocurre en la corteza.

Considerando los cambios de concentración, el período de muestreo foliar más adecuado para diagnosticar Mg en durazno en el área sería a partir de los 140 días después de floración, mediados de junio principios de agosto, lo cual es similar para K y P.

Calcio. La tendencia de la concentración de calcio (Ca) en las hojas de durazno 'Desertgold' fue ascendente aunque irregular (Figura

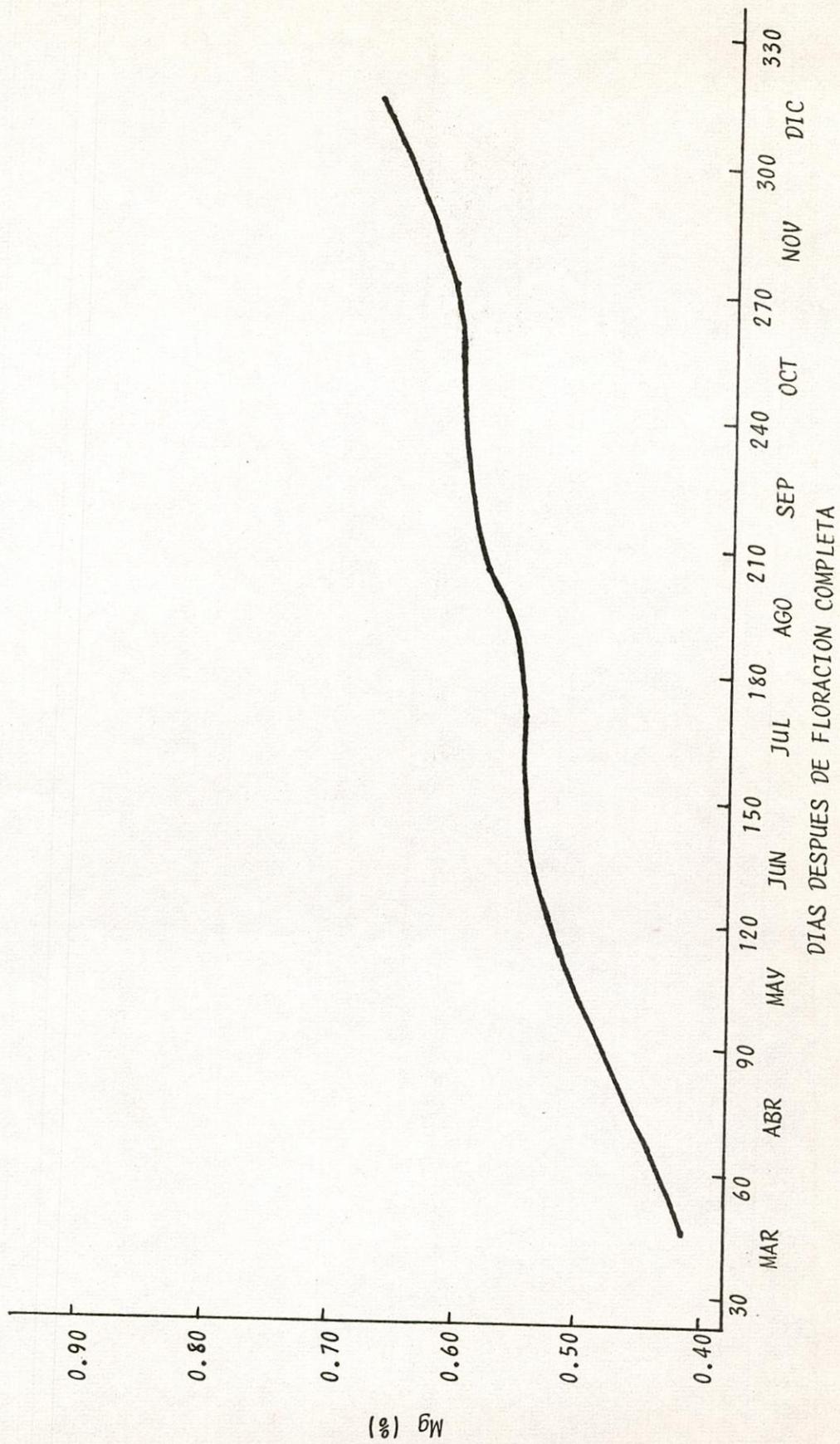


Figura 5.- Cambio estacional de Magnesio en durazno 'Desert Gold' Costa de Hermosillo.

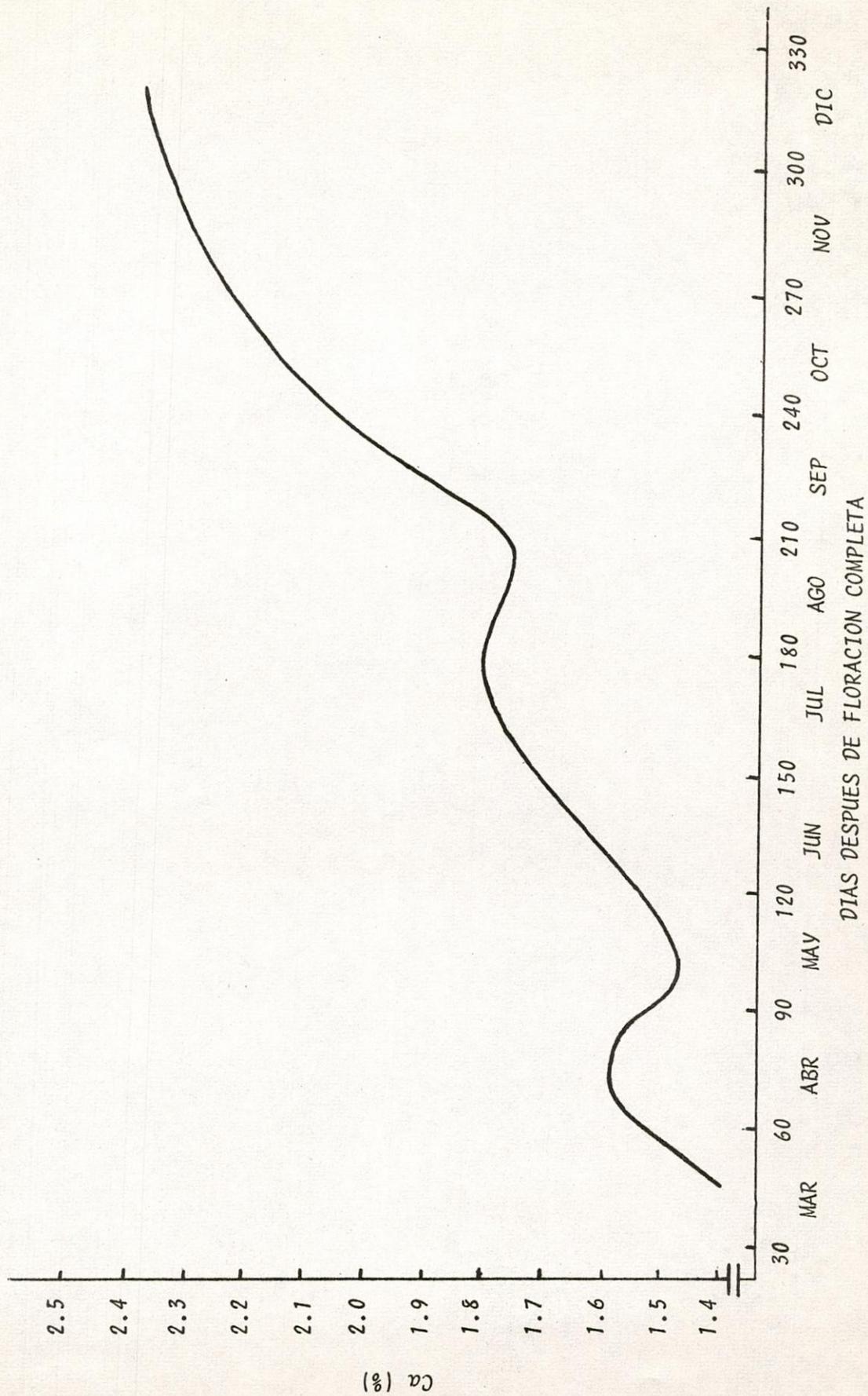


Figura 6.- Cambio estacional de Calcio en durazno 'Desertgold' Costa de Hermosillo.

6). Se inició con 1.4% a los 40 días después de floración completa (mediados de marzo) y terminó con 2.3% (a la defoliación en diciembre). El rápido incremento que se tiene de Ca a partir de septiembre puede deberse a la detención del crecimiento vegetativo y a una pérdida en el peso seco de la hoja según lo reportado por Batjer y Westwood (2) y Leece y Gilmour (42).

Para este elemento también se presenta un periodo de estabilidad durante el ciclo ocurriendo a los 150-200 días después de floración completa (mediados de julio a fines de agosto). Así, se considera ésta la mejor época para realizar los muestreos para análisis foliar sobre Ca.

La alta cantidad de Ca en la hoja a final de ciclo no es transportada hacia la madera y almacenada, sino que al caer el follaje el elemento se incorpora al suelo (40).

Manganeso. Los niveles de manganeso (Mn) expresados en ppm fueron aumentando gradualmente desde marzo (100 ppm) hasta mayo (140 ppm), posteriormente se mantuvo estable durante el resto del ciclo (Figura 7). Esta tendencia es la típica reportada para este elemento y refleja que el Mn se acumula más rápido que el peso seco de la hoja (27,42,48,51).

Las diferencias encontradas durante todo el ciclo no son altas, aumentando la concentración en un 50% en función de la cantidad inicial. El que el nivel de Mn se estabilice en las hojas a partir de mediados de junio hasta mediados de octubre, implica la consideración de muestrear en ese periodo para fines de diagnóstico sobre este elemento en durazno. Esta etapa coincide con otros elementos ya discutidos como K, P, Mg y Ca.

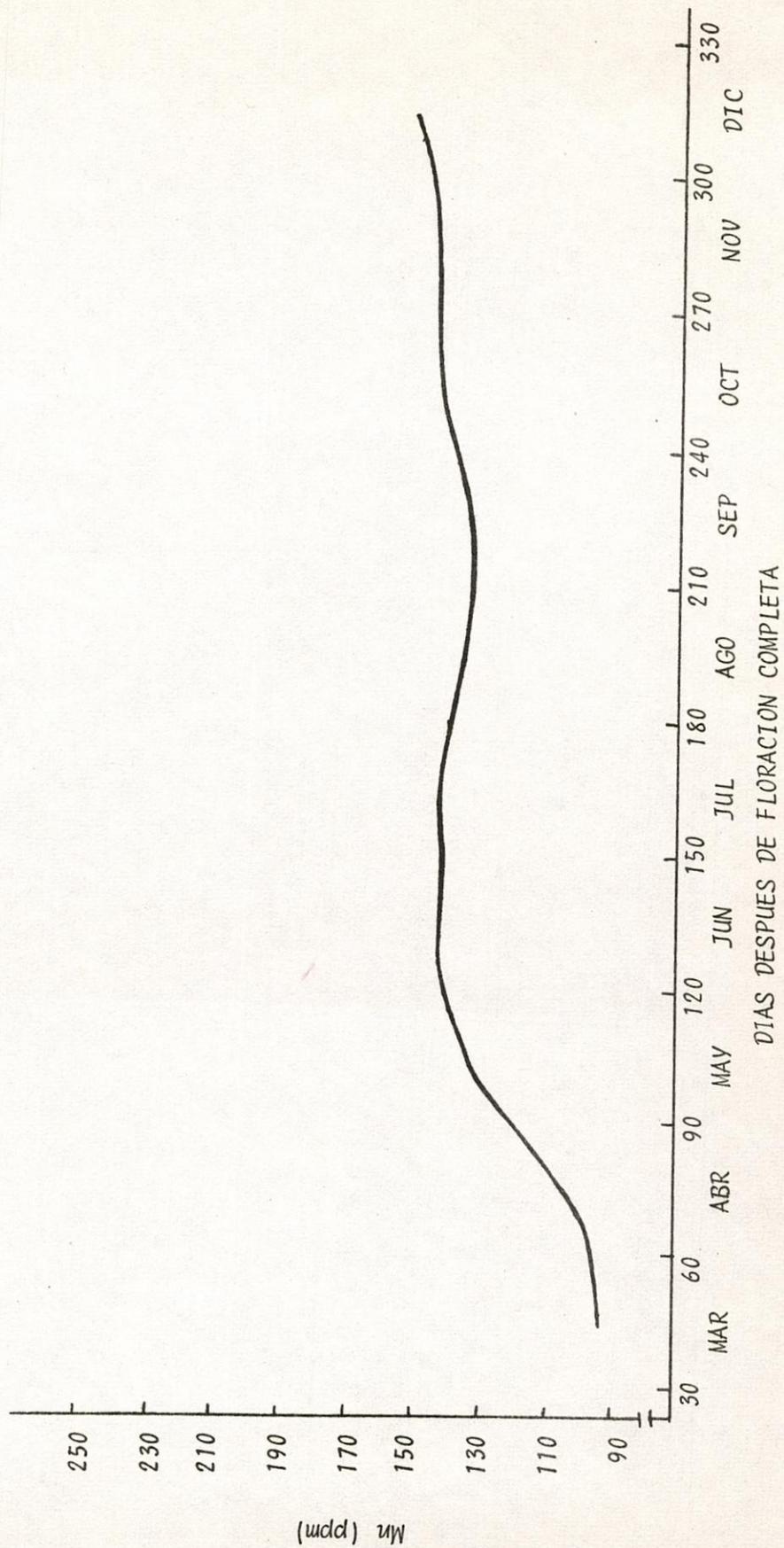


Figura 7.- Cambio estacional de Manganeso en durazno 'Desert Gold' Costa de Hermosillo.

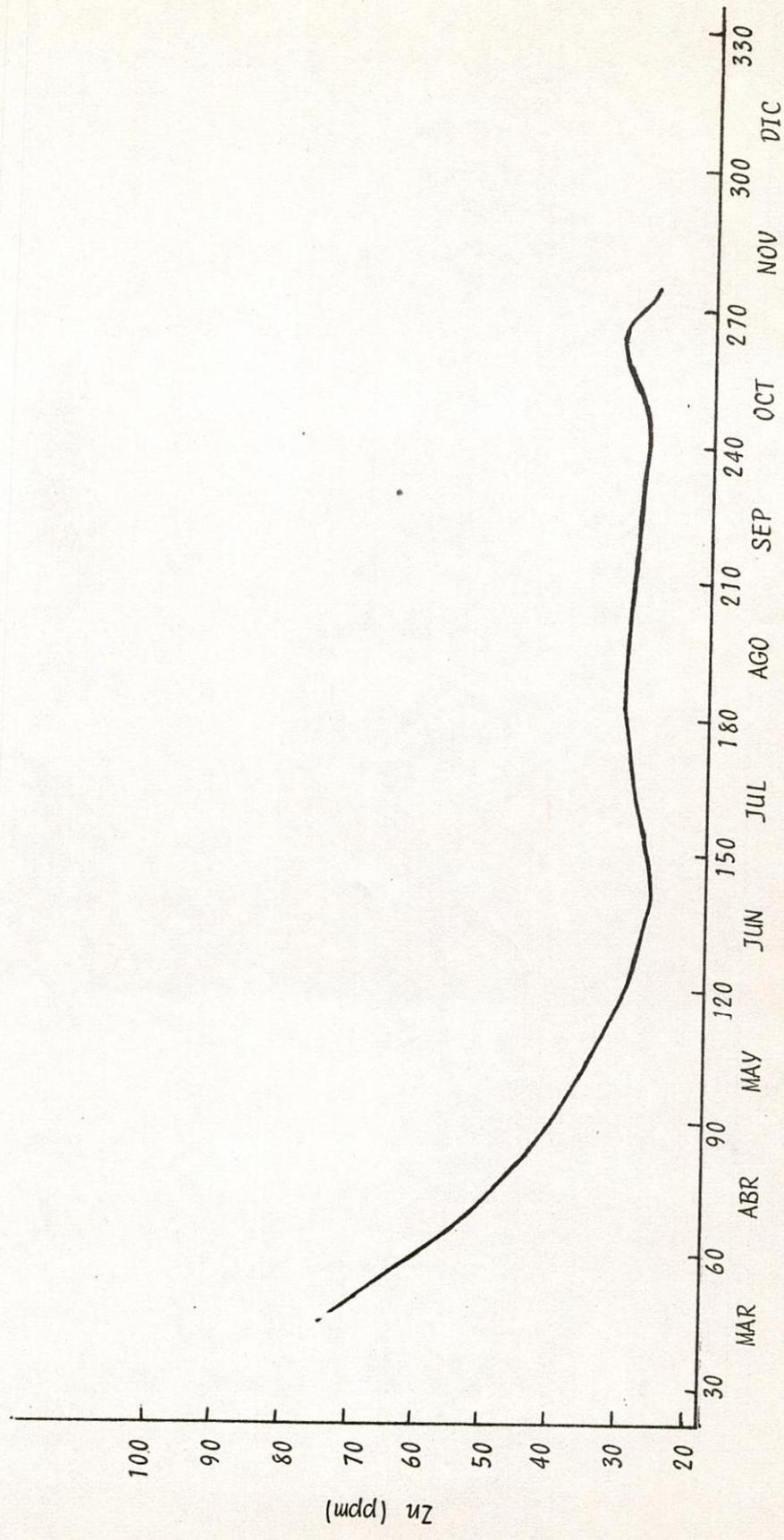
Zinc. La cantidad de zinc (Zn) encontrada en hojas de durazno muestra que hay una reducción gradual de este elemento a través del ciclo vegetativo, cambiando de 70 a 30 ppm (Figura 8). El nivel del Zn se estabiliza a los 135 días después de floración, o sea a partir de mediados de junio y se mantiene ahí. Este tipo de tendencia es similar a la reportada por McClung y Lott (48).

El aumento en Zn al final del ciclo coincide con la práctica de aplicar al árbol $ZnSO_4$ para defoliarlos a finales de octubre. Según Smith (60), se presenta una reducción de Zn al final del ciclo por translocación del elemento de la hoja hacia la madera.

De acuerdo con la época en que se presenta un período de estabilidad en la concentración de Zn, se puede sugerir que muestreos foliares en durazno a partir de mediados de junio hasta fines de septiembre (135 a 230 días después de floración completa) permitirán diagnosticar en forma mas precisa la condición del elemento.

Fierro. El fierro (Fe) es un elemento que cambió en forma irregular durante el ciclo vegetativo. Presentó una tendencia a acumularse desde el inicio del ciclo, para después descender en forma continua e incrementarse nuevamente al final (Figura 9); la máxima concentración (308 ppm) se alcanzó a los 135 días después de floración completa (mediados de junio). Esta tendencia de niveles de Fe en la hoja no coincide con lo reportado por Leece y Gilmour (42) y Smith y Taylor (61), en donde el elemento incrementa gradualmente y se mantiene estable por un período en el verano para subir nuevamente al final del ciclo.

La influencia que ejerce el alto pH del suelo sobre la disponibilidad del Fe limitándolo a ser tomado por el árbol, es un fenómeno cono-



DIAS DESPUES DE FLORACION COMPLETA

Figura 8.- Cambio estacional de Zinc en durazno 'Desert Gold', Costa de Hermosillo.

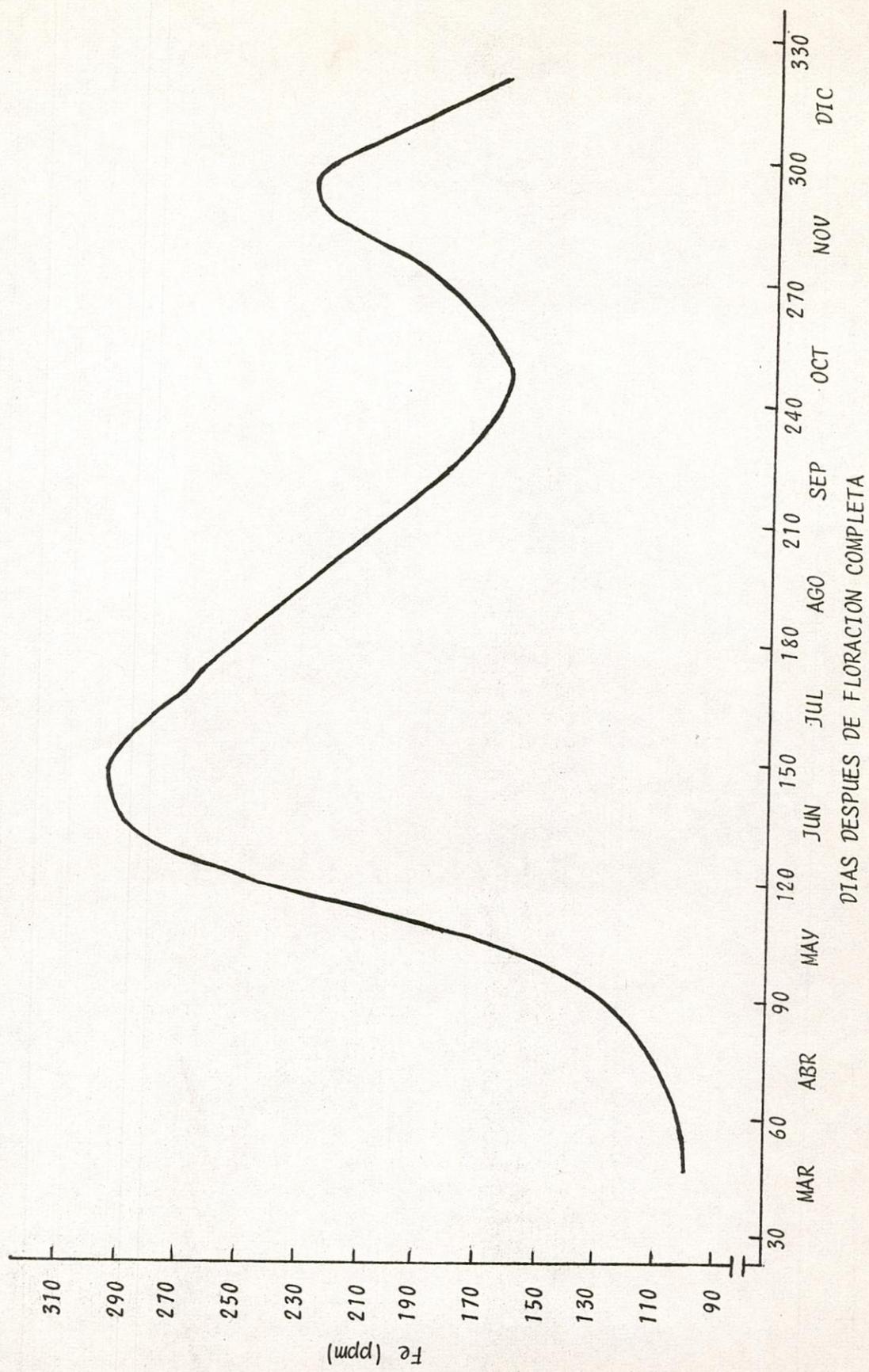


Figura 9.- Cambio estacional de Hierro en Durazno 'Desert Gold' Costa de Hermosillo.

cido. Esta circunstancia se presenta en los duraznos del área, al encontrarse síntomas visuales de deficiencias de Fe. La irregularidad que se manifiesta en la dinámica de concentración de este elemento en comparación con lo normal reportado, puede atribuirse a las condiciones antes mencionadas en donde el incremento en nivel de Fe se da por la constante aplicación de este elemento vía foliar. Una vez que esto se suspende a partir de junio, el nivel de Fe se abate progresivamente. Se desconoce la razón del incremento a partir de septiembre (47).

Los cambios de Fe foliar encontrados en durazno hacen difícil establecer una época adecuada de muestreo, por lo que al igual que otros autores como Bould (5) se recomienda utilizar como diagnóstico la sintomatología visual.

Cobre. La dinámica foliar del cobre (Cu) en durazno muestra una tendencia de reducirse, iniciando el ciclo con 12 ppm y terminando con 4 ppm (Figura 10). La reducción es gradual y se debe al rápido incremento del peso seco de la hoja que diluye el elemento (42, 60, 61). Por otra parte se conoce que este elemento es de los que son translocados de la hoja a la madera al final del ciclo contribuyendo más a los niveles bajos encontrados en esa época (48, 60).

El período de estabilidad del Cu que se presenta a partir de los 150 días después de floración completa (julio), permite sugerir que los muestreos foliares para diagnóstico de niveles de Cu en durazno se realicen durante julio, agosto y septiembre.

Cloro. Los niveles de cloro (Cl) en hojas de durazno presentaron un patrón irregular, en donde se detectan aumentos y descensos porcentuales en la concentración que varían desde 0.13 a 0.095% (Figura 11).

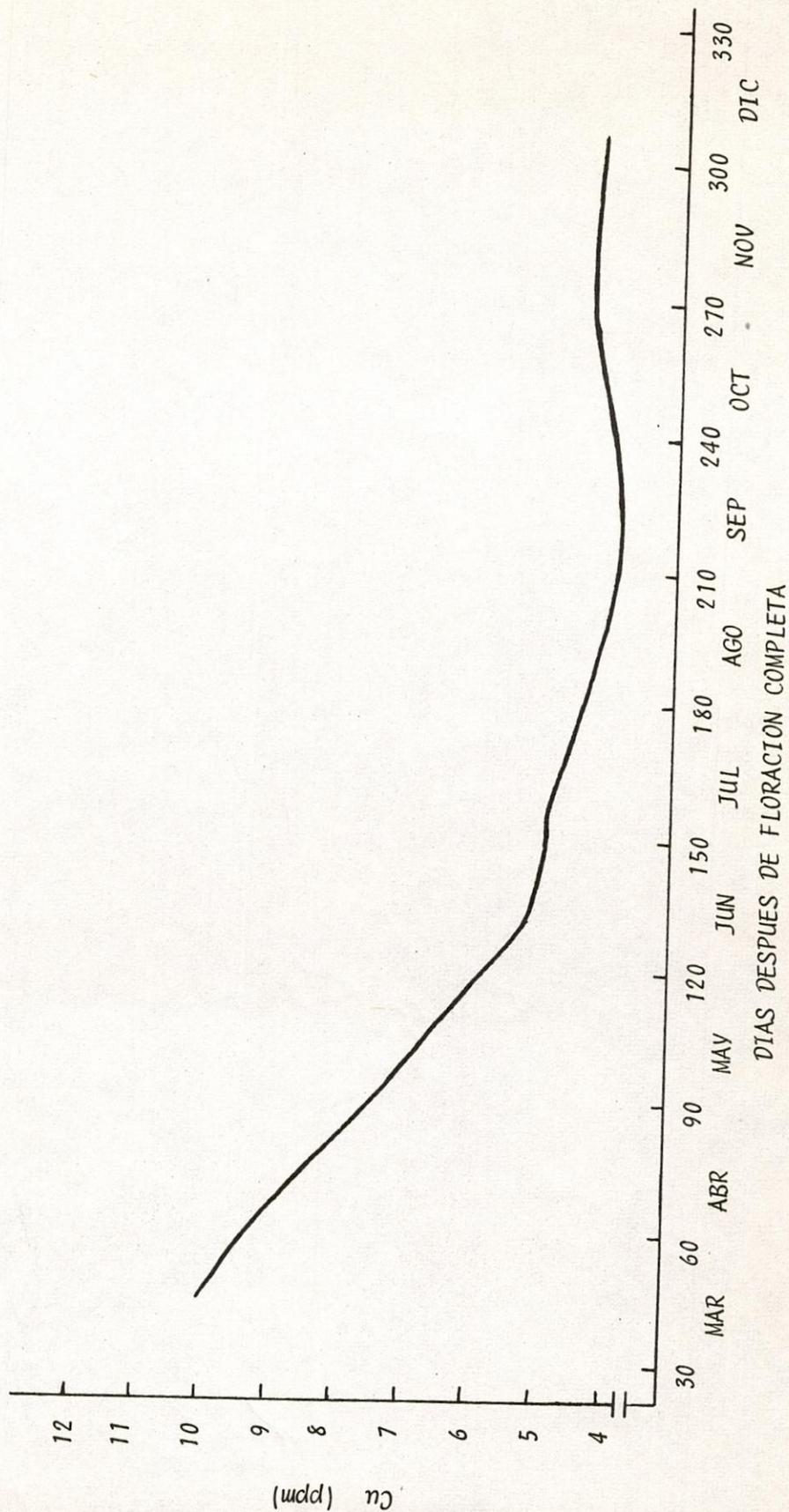


Figura 10.- Cambio estacional de Cobre en diatazno 'Desert Gold' Costa de Hermosillo.

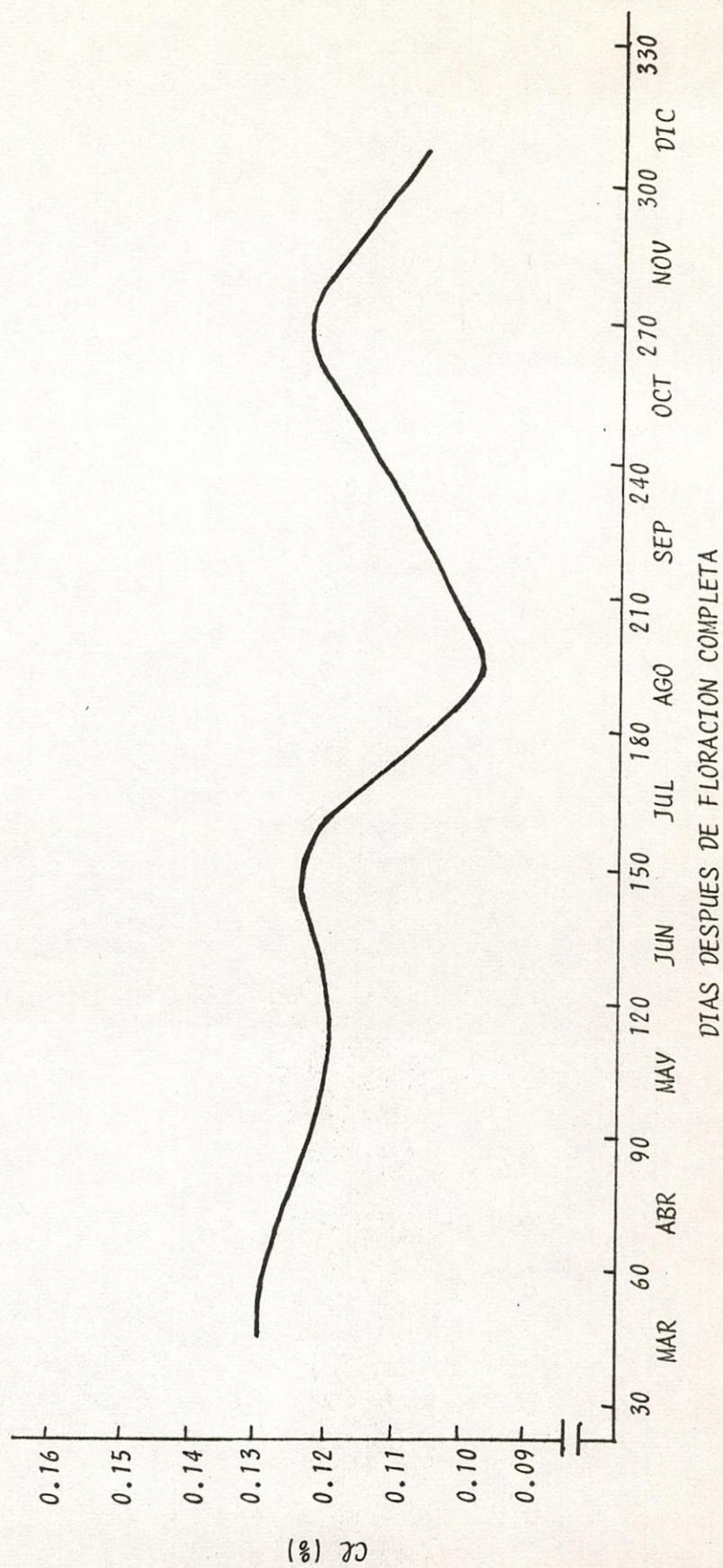


Figura 11.- Cambio estacional de Cloro en datrazno 'Desert Gold' Costa de Hermosillo.

En la literatura no se tienen antecedentes sobre la dinámica de este elemento.

De acuerdo con lo encontrado, se puede anticipar que para Cl cualquier época puede ser conveniente para el muestreo foliar ya que las diferencias registradas son mínimas.

Sodio. La concentración de sodio (Na) encontrada en hojas de durazno durante el ciclo vegetativo muestra un patrón de inconsistencia, aún cuando puede considerarse que se reduce a través del tiempo para estabilizarse y finalmente aumentar (Figura 12). No se tiene reportado en la literatura cual es la dinámica de este elemento en durazno, por lo que no se pueden establecer comparaciones.

Los niveles de Na estuvieron en un rango de 0.006% a 0.01% implicando poco cambio en concentración debido a ser un elemento poco usado por los tejidos.

Considerando la dinámica y niveles encontrados de Na, el muestrear hojas para diagnosticar este elemento puede hacerse en cualquier época a partir de 80 días después (mediados de abril) de floración.

Muestreo Foliar y Condición Nutricional.

La dinámica de los elementos analizados periódicamente en durazno 'Desertgold', mostraron sus diferentes tendencias de cambio en concentración y algunos no presentaron períodos definidos para muestreo de diagnóstico (Figura 2-12).

Los contenidos de N, K, P, Zn y Cu se redujeron progresivamente durante el ciclo vegetativo, mientras que Mg, Ca y Fe aumentaron; Mn, Cl

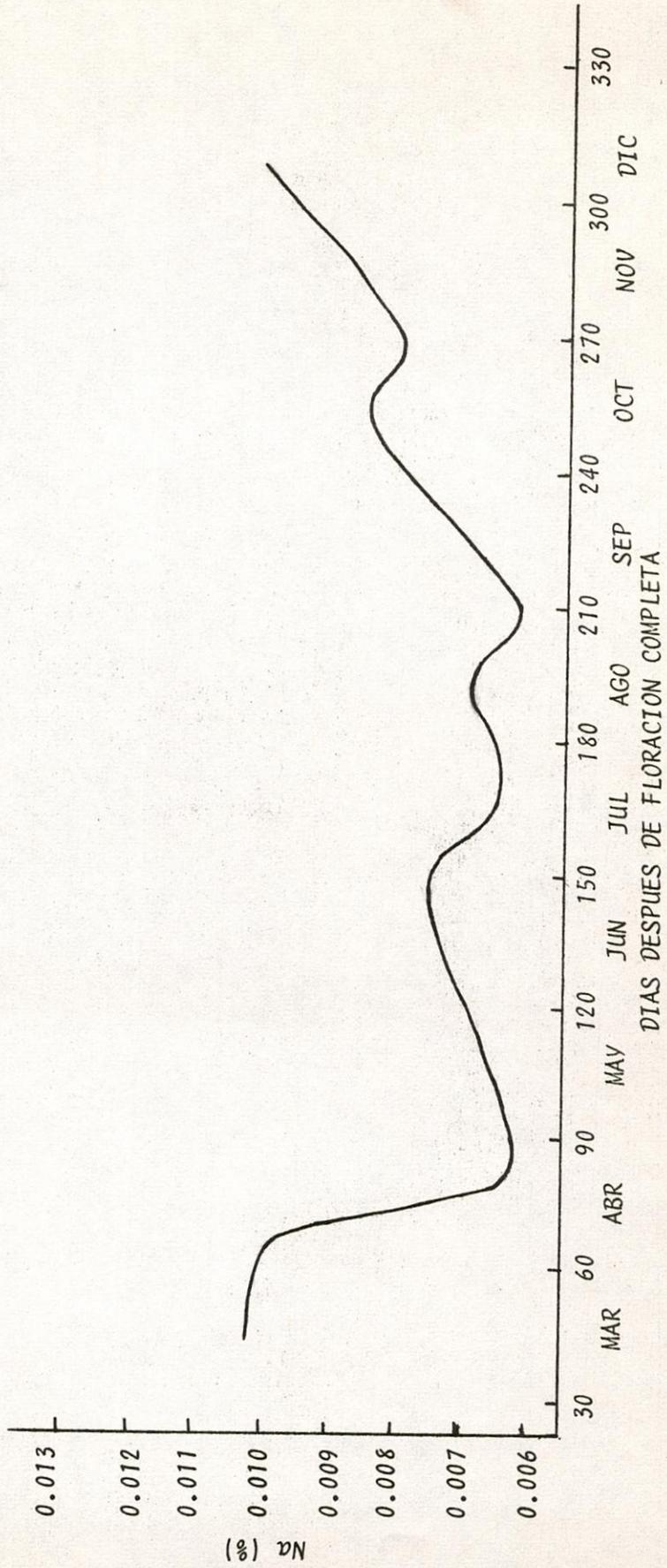


Figura 12. Cambio estacional de Sodio en durazno 'Desert Gold' Costa de Hermosillo.

y Na casi no cambiaron. Lo anterior refleja la importancia del período de muestreo foliar para diagnóstico nutricional, el cual puede interpretarse erróneamente si no se consideran aspectos como este.

En general, se considera que el mejor período de muestreo que permita establecer con más certeza el estado nutricional de los árboles, es cuando los cambios de concentración son mínimos o sea cuando parte de la curva permanece estable. Para durazno 'Desertgold' se encontró que existe un período entre los 70 y los 220 días después de floración completa, en que varios elementos (K, P, Mg, Ca, Mn, Zn, Cu, Cl y Na) se estabilizan y pueden muestrearse hojas para cuantificarle sus niveles y compararlos con valores standar (Figura 13). Sin embargo, no todos los elementos coinciden para un muestreo único, y así se observa que en los 120-130 días después de floración completa (principios de junio) se podría interpretar para K, P, Mg, Mn, Cl y Na únicamente, pero colectando hojas a los 180 días después de floración completa (principios de agosto) se podría interpretar para P, Mg, Cu, Mn, Zn, Ca, Cl y Na pero no para K.

Nótese que en la Figura 13 no aparecen N y Fe, debido a que su curva no presentó un período de estabilidad durante el ciclo. Así, debe estudiarse más sobre ellos a fin de encontrar, en particular para N, su época adecuada de muestreo.

De acuerdo con los resultados obtenidos y tomando como punto de referencia el muestrear a mediados de junio, los niveles encontrados para K, P, Mg, Cl, Na y Mn serían válidos y podrían compararse con valores standar (Cuadro 1). Todos estos elementos se encontraron dentro del rango standar normal (Cuadro 3a) reportado por (3; 35), sugiriendo

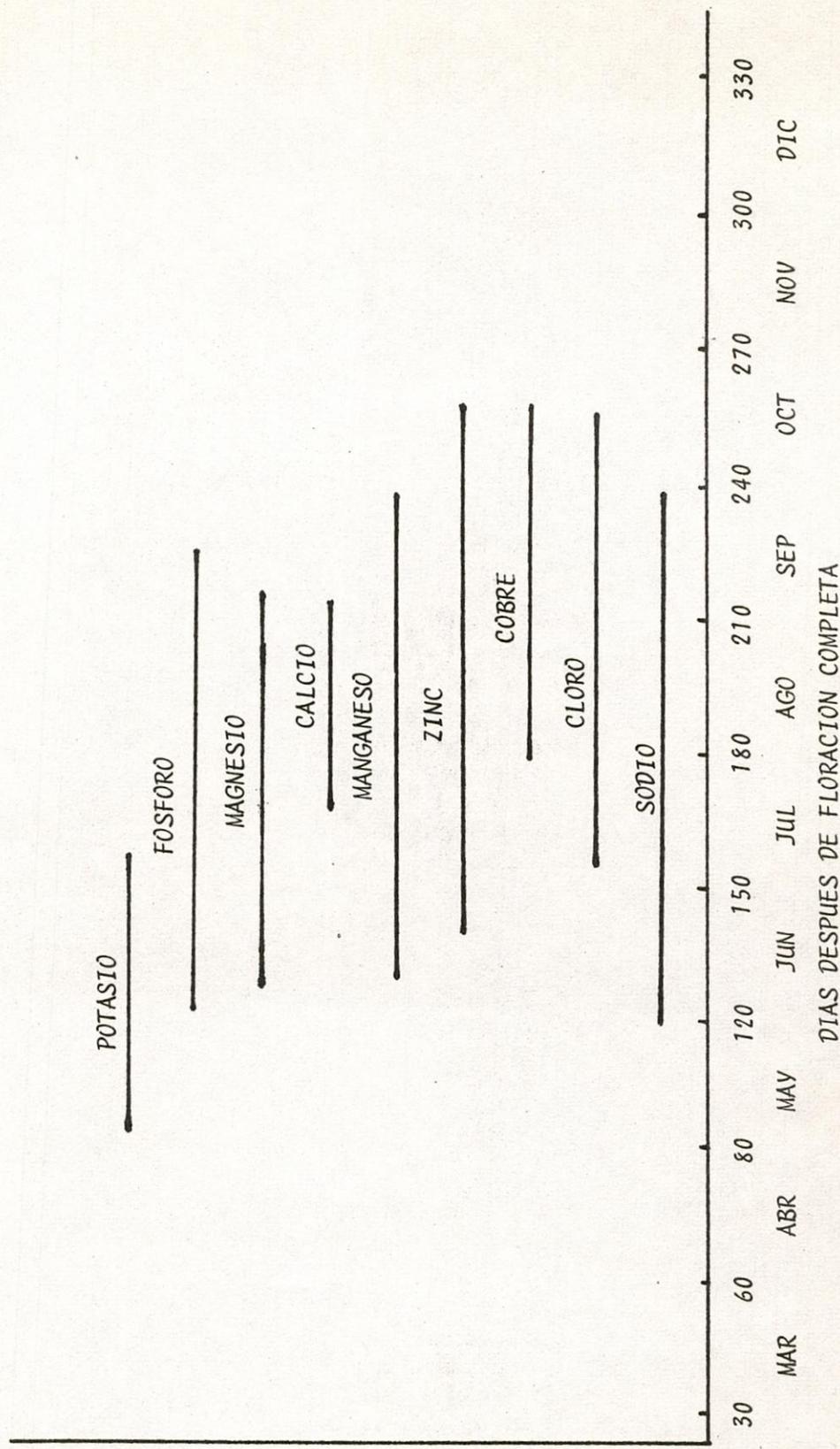


Figura 13.- Período aproximado durante el cual la concentración de cada elemento permanece constante en hojas de durazno 'Desertgold' en los ciclos 1982 y 1983. Floración completa el 28 de enero.

CUADRO 1.- VALORES DE NUTRIENTES OBTENIDOS EN MUESTREO FOLIAR A FINES DE JUNIO EN DURAZNO 'DESERTGOLD' EN LA COSTA DE HERMOSILLO. 1983.

H U E R T O	%							ppm			
	N	K	P	Mg	Ca	Cl	Na	Mn	Fe	Zn	Cu
"La Morena"	3.20	2.60	0.11	0.53	1.70	0.150	0.0087	137	342	22	5
"San Enrique"	2.68	2.80	0.11	0.65	1.65	0.080	0.0070	200	230	35	7
"Catmen Dolores"	2.60	2.50	0.11	0.49	1.80	0.115	0.0082	90	340	27	5
M e d i a	2.62	2.63	0.11	0.55	1.71	0.115	0.0079	142	304	24.6	5.6
Rangó Estandar Normal ¹	2.4-3.3	1.0	0.1-0.3	0.25	1.0	0.3 ²	0.2 ²	20	200	15	4

¹Embleton (17), Kenworthy (34).

²Exceso arriba de ese valor.

que los árboles tenían un suplemento adecuado de estos nutrientes.

Poco se puede decir del N, que aún cuando aparece dentro del rango normal se desconoce si esa es su época de muestreo. En el caso de Ca, el nivel promedio de 1.71% no refleja el valor comparativo porque durante junio aún está incrementándose la concentración. La inversa ocurre con Zn y Cu, en donde los niveles reportados (24.6 ppm y 5.6 ppm) representan valores fuera del período de estabilidad de la curva.

Como se menciona anteriormente existe la necesidad de establecer los rangos nutricionales para durazno en hoja para la región, y estos se deberán establecer en base a la terminología y definición dada por Leece (36) (Tabla 1a).

Manzano.

La brotación vegetativa y floral se inició a mediados y fines de febrero respectivamente; para mediados de marzo se tenían hojas fisiológicamente maduras y adecuadas para muestreo lo cual se continuó hasta diciembre. No ocurrió defoliación natural. La fruta fue cosechada desde fines de junio y durante julio.

Las concentraciones de los diversos elementos que aparecen en los resultados, son los valores promedio obtenido de los huertos muestreados.

Nitrógeno. La concentración de nitrógeno (N) en por ciento de peso seco en las hojas, se redujo gradualmente desde principio de ciclo hasta finales del mismo (Figura 14). Hasta los 60 días después de floración (fines de abril) hubo poco cambio de concentración (3.2% a 2.9%), para posteriormente declinar con mas celeridad por otros 60 días (fines de junio) hasta 1.8% y luego mantenerse relativamente estable. Este tipo de curva coincide en cierta forma con la reportada por Cain y Boyton (7), Mason y Whitfield (46) y Rogers (52), ya que ellos encontraron que el nivel de N baja poco hasta los 140 días después de floración completa y luego decrece rápidamente a medida que se aproxima la caída de hojas. Esta discrepancia puede deberse a la diferente dinámica de peso seco de la hoja entre las condiciones locales y las de áreas templadas en donde el ciclo vegetativo es más corto. Rogers et al (55) encontraron que el peso seco de la hoja aumenta rápidamente y diluye progresivamente el N, lo cual podría ser distinto con el manzano en esta área por crecer más rápido vegetativamente y por un período más largo.

La rápida caída en la curva de concentración de N que se reporta que ocurre al final del ciclo por la senescencia de hojas y el transporte

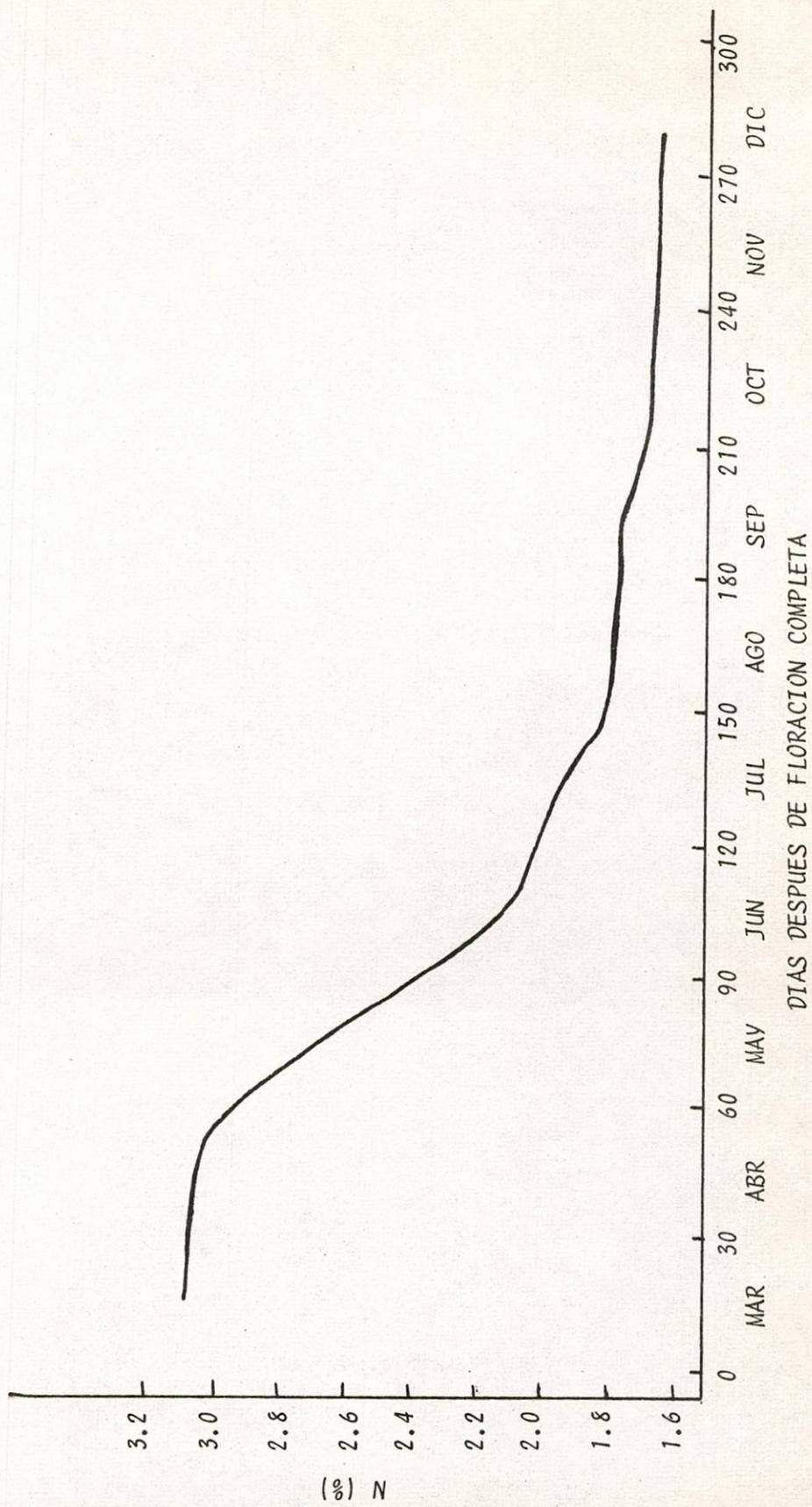


Figura 14.- Cambio estacional de Nitrógeno en manzano 'Anna' en la Costa de Hermosillo.

de este elemento a la madera (7, 55), no se presentó en 'Anna' debido quizás a la no senescencia del follaje y la permanencia de las hojas en el árbol durante el invierno por las condiciones climáticas favorables para ello. Es posible que cuando aquí ocurre la defoliación natural en enero y febrero antes de la brotación, sea el momento en que se trasloque N a la madera y luego sea reutilizado para los nuevos crecimientos (45).

La reducción gradual que se observa, también está siendo influenciada por el crecimiento del fruto que se conoce es demandante de N (45, 53).

Considerando la dinámica de concentración de N para las condiciones locales en manzano, se estima conveniente el muestreo para diagnosticar a partir de 120 días después de floración (julio), que es cuando se presentan pocos cambios en el nivel del elemento.

Potasio. Los niveles de potasio (K) en las hojas fueron irregulares (Figura 15), lo cual no coincide con lo encontrado por Mason y Whitfield (46) y Rogers et al (55), quienes reportan una reducción gradual de concentración de inicio a fin de ciclo, aunque Himelirck y Pollard (27) si tuvieron un aumento a mitad de verano antes de la caída final.

La cantidad registrada en el primer muestreo (1.6%) resultó ser la mas baja durante la temporada, lo cual es contraria a lo reportado por Rogers et al (55). Esto podría deberse a que no hubo una acumulación suficiente de K en la madera durante el ciclo anterior, la cual pudiera ser utilizada por el nuevo crecimiento tal como sugiere Mason y

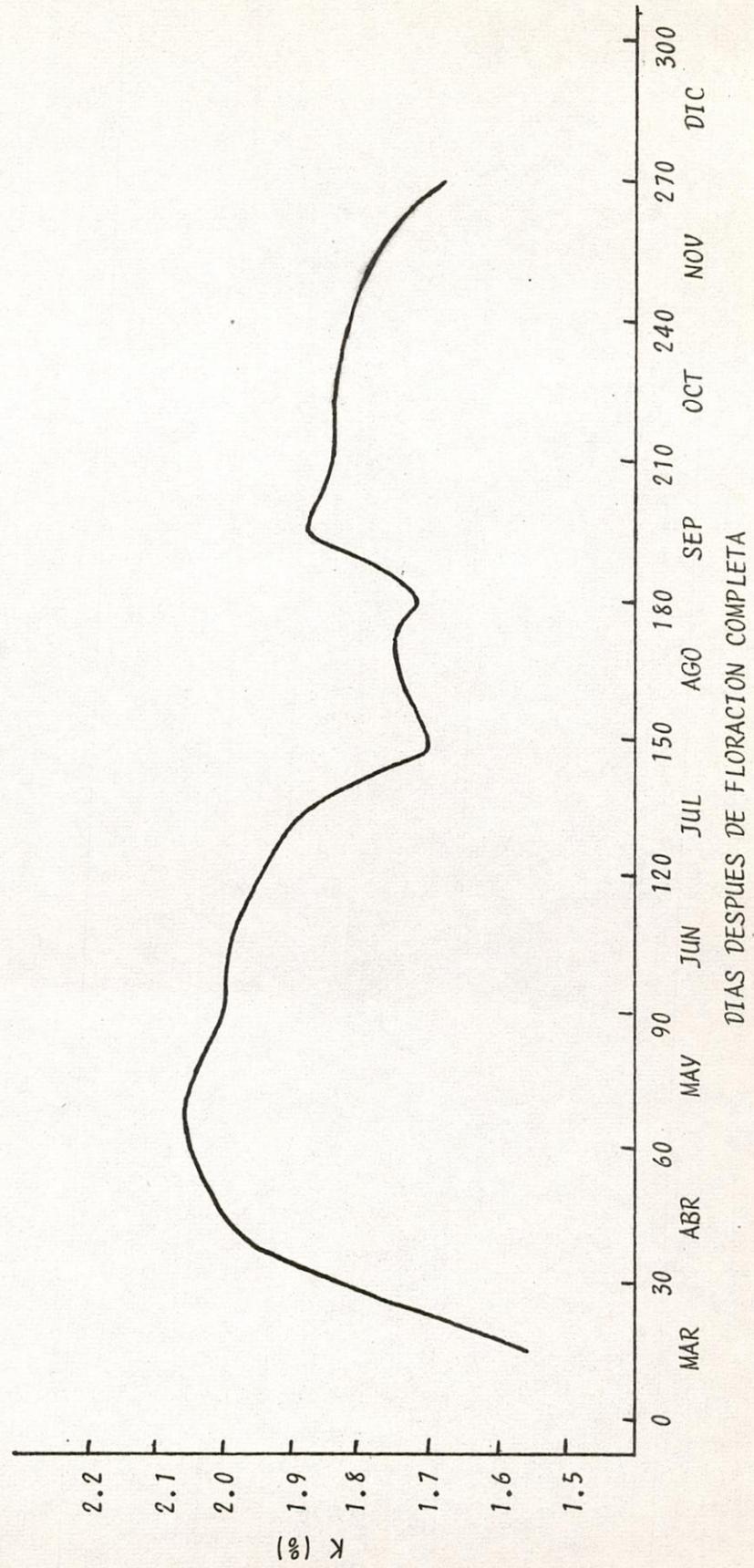


Figura 15.- Cambio estacional de Potasio en manzano 'Anna' en La Costa de Hermosillo.

Whitfield (45).

Se conoce que en manzano la fruta es un acumulador de K, lo cual se refleja en la curva de este elemento. Al presentarse una reducción gradual de K en la hoja a partir de mayo, es cuando está ocurriendo el crecimiento acelerado del fruto. Esta baja en la concentración de K, también ocurre por el aumento en el peso seco de la hoja que diluye el elemento (53).

Durante todo el ciclo el nivel de K es cambiante sin presentar un período estable, así no se puede fijar un tiempo específico de muestreo para diagnóstico. Al muestrear deberá considerarse la curva aquí obtenida para realizar las comparaciones correspondientes.

Fósforo. Los niveles encontrados de fósforo (P) durante el ciclo vegetativo, muestran una dinámica descendente aún cuando no constante (Figura 16). La concentración inicial de 0.145% se mantuvo estable hasta 60 días después de floración (fines de abril) para después bajar en forma continua hasta los 150 días (mediados de julio) e incrementarse ligeramente después de eso hasta final de ciclo mostrando un nivel de 0.13%. Este tipo de curva no coincide con lo reportado, en donde se reduce gradual y constantemente a través del ciclo vegetativo y tampoco coincide en los valores finales que en otras localidades el manzano termina el ciclo en 0.05% o menos. Las discrepancias pueden deberse a diferencias al mayor crecimiento vegetativo y diferentes fases reproductivas de 'Anna' contra otros cultivares reportados. Por otra parte, el no tirar hojas al final del ciclo implica que el P no se trasloca mucho hacia la madera, lo cual se refleja en la concentración inicial que es baja en comparación con lo reportado (27, 46, 53, 55).

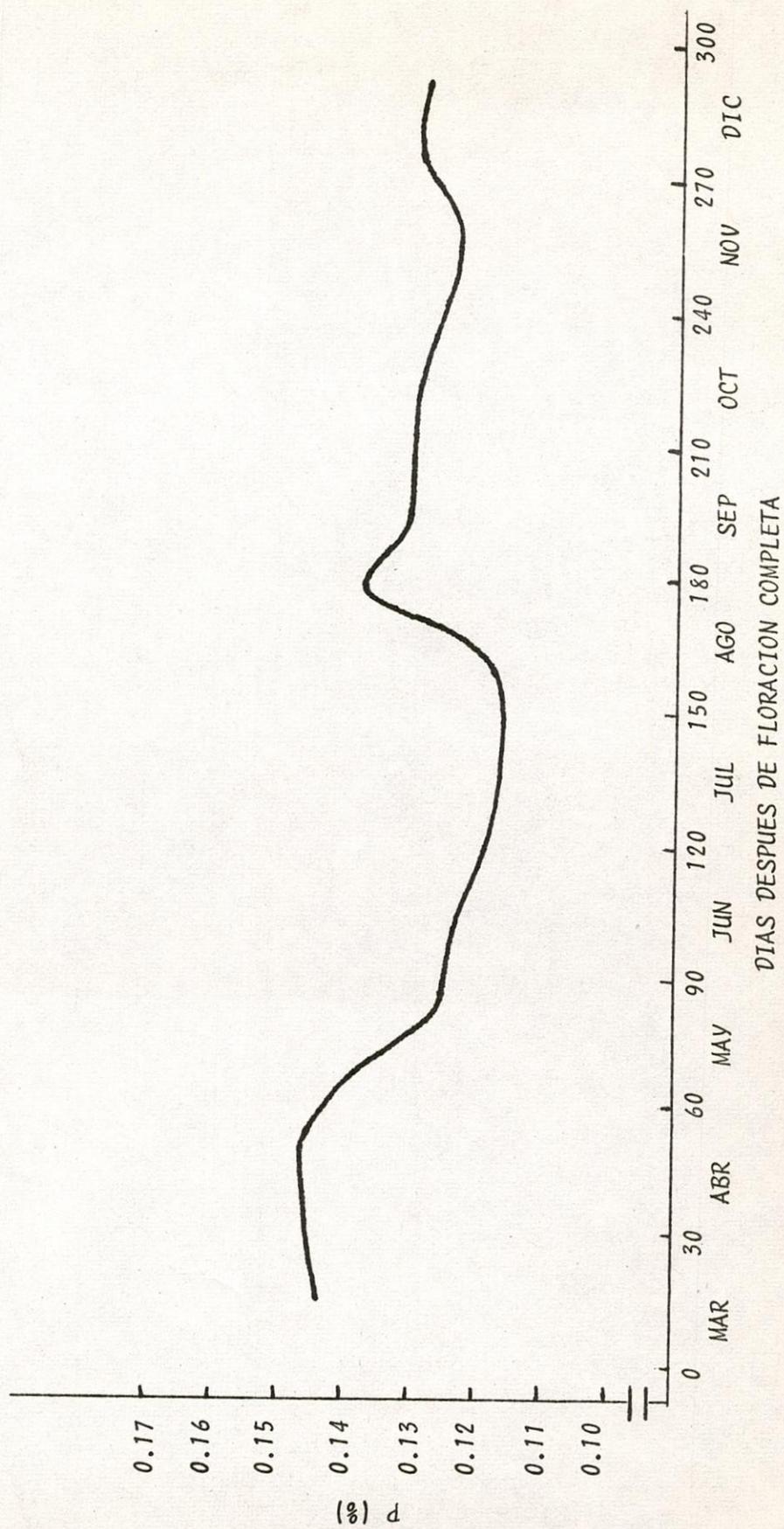


Figura 16.- Cambio estacional de Fósforo en manzano 'Anna' en la Costa de Hermosillo.

Por las condiciones de cambio poco fluctuantes en concentración desde 100 a los 150 días después de floración (mediados de junio finales de julio), se considera que en esta época se puede muestrear para diagnóstico foliar de P, lo cual coincide con N.

Magnesio. La tendencia del magnesio (Mg) en las hojas fue ascendente durante todo el ciclo, donde los cambios de concentración no fueron muy altos (0.3 a 0.5%) (Figura 17). Esta curva es similar a la reportada por Mason y Whitfield (46), quienes además indican que la estabilidad del elemento al final del ciclo coincide con una acumulación del Mg en la madera del año y del ciclo anterior. El aumento en la concentración del Mg sugiere una acumulación más rápida del elemento que de la materia seca en la hoja. El que el Mg se acumule, también se debe a que su uso en el crecimiento de ramas, hojas e inclusive frutas no es muy alta (46, 53).

La curva de Mg presenta pocos cambios de concentración en las hojas a partir de 100 días después de floración (mediados de junio) hasta finales de septiembre (210 días), lo cual se considera como época adecuada para muestrear con fines de diagnóstico.

Calcio. El calcio (Ca) en las hojas de manzano 'Anna' aumentó en forma progresiva desde inicios del ciclo hasta los 210 días después de floración completa (fines de septiembre); después de ello se presentó una reducción rápida en la concentración del elemento y finalizó en forma estable (Figura 18). Los cambios de Ca variaron de 1.4% a 1.8%. Esta curva es típica de lo reportado por Himelrick y Pollard (27), Mason y Whitfield (46) y Rogers et al (53), peso solo en lo que corresponde a la fase ascendente, ya que ellos encontraron que el Ca aumenta en forma --

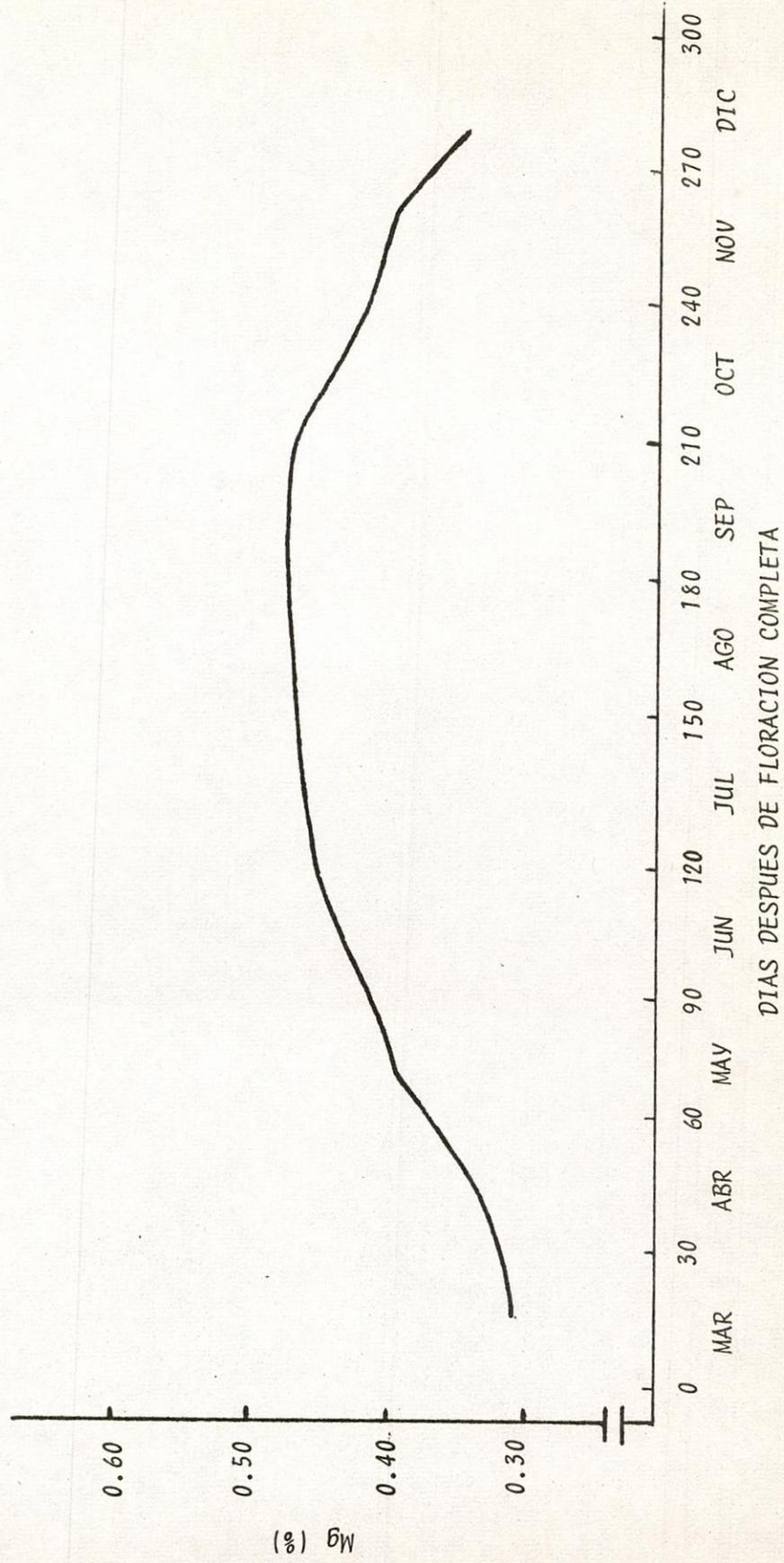


Figura 17.- Cambio estacional de Magnesio en manzano 'Anna' de la Costa de Hermosillo.

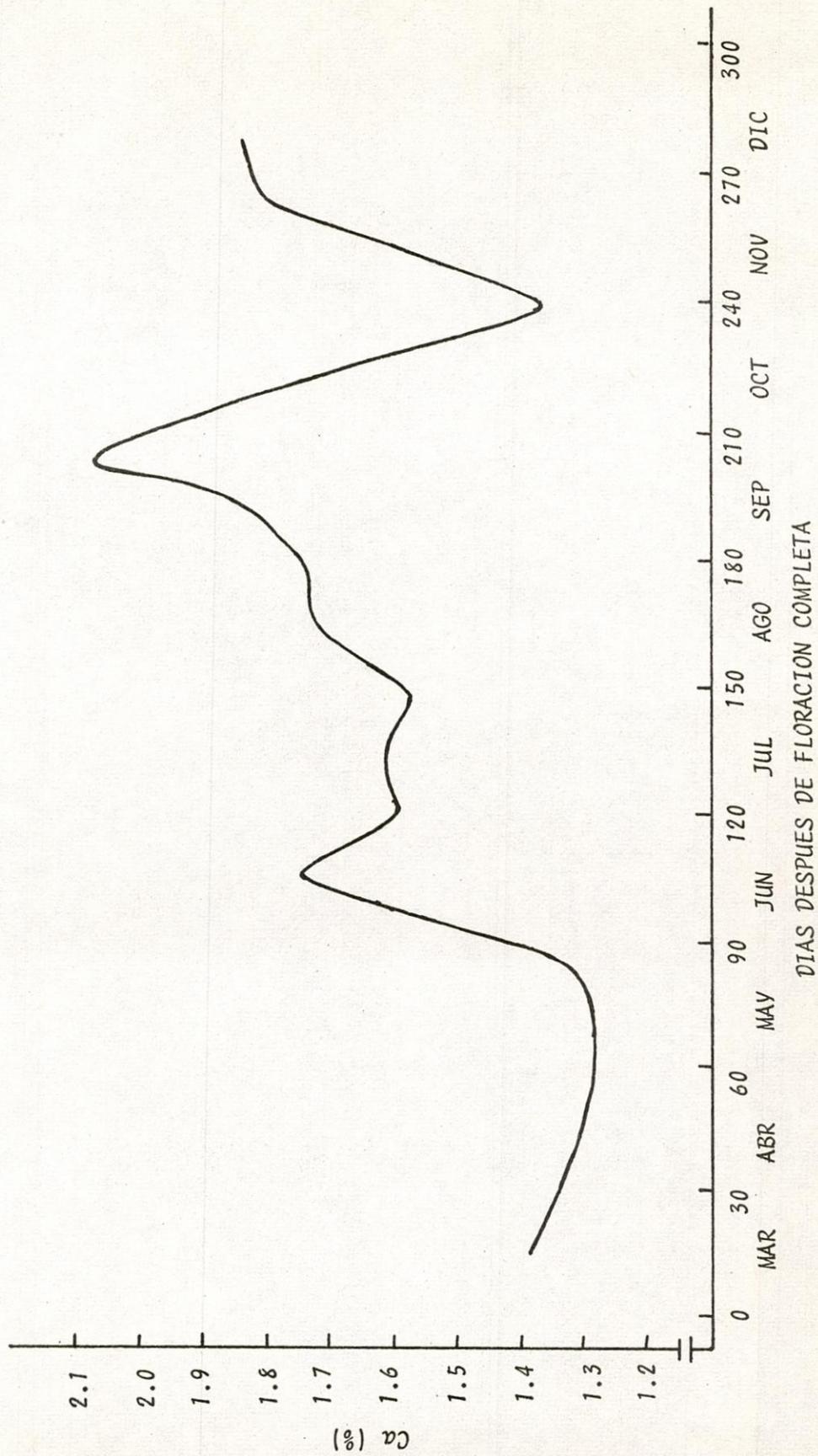


Figura 18.- Cambio estacional de Calcio en manzano 'Anna' de la Costa de Hermosillo.

constante durante todo el ciclo y la concentración más alta es la que ocurre al final, siendo en la mayoría de los casos casi el doble de lo inicial.

De los resultados obtenidos no puede considerarse que la baja de Ca a partir de septiembre se deba a una translocación y acumulación del elemento en la madera, ya que se conoce que el Ca no se transloca fácilmente (46, 60). Así, la tendencia encontrada podría asociarse a un antagonismo con otro elemento en el suelo que bien podría ser K o Mg reportado por Smith (60). El K en la hoja (figura 15) presenta un aumento acelerado antes de que se reduzca el Ca (Figura 18).

La dinámica del Ca no presenta un período de estabilidad en su concentración foliar, por lo que es difícil determinar una época para muestreo del elemento con fines de diagnóstico. Así, se deben continuar las evaluaciones y definir el rango de concentración que se presente durante el período de muestreo para otros elementos, y esto tomarlo como base para diagnóstico.

Manganeso. El manganeso (Mn) siguió una tendencia de incremento constante en sus niveles foliares a partir del primer muestreo, y continuó 140 días después de floración completa (mediados de julio) para después descender hasta finales del ciclo (Figura 19). Este patrón coincide en parte con lo reportado Himelrick y Pollard (27); Smith y Taylor (61), en que el Mn aumenta. Sin embargo, lo encontrado por ellos en otras localidades es que esto ocurre durante todo el ciclo, mientras que aquí se presentó hasta mediados y luego se redujo la concentración. Esta situación no puede deberse a una translocación del elemento fuera de la hoja para ser almacenado, ya que está reportado como de mínima movilidad en

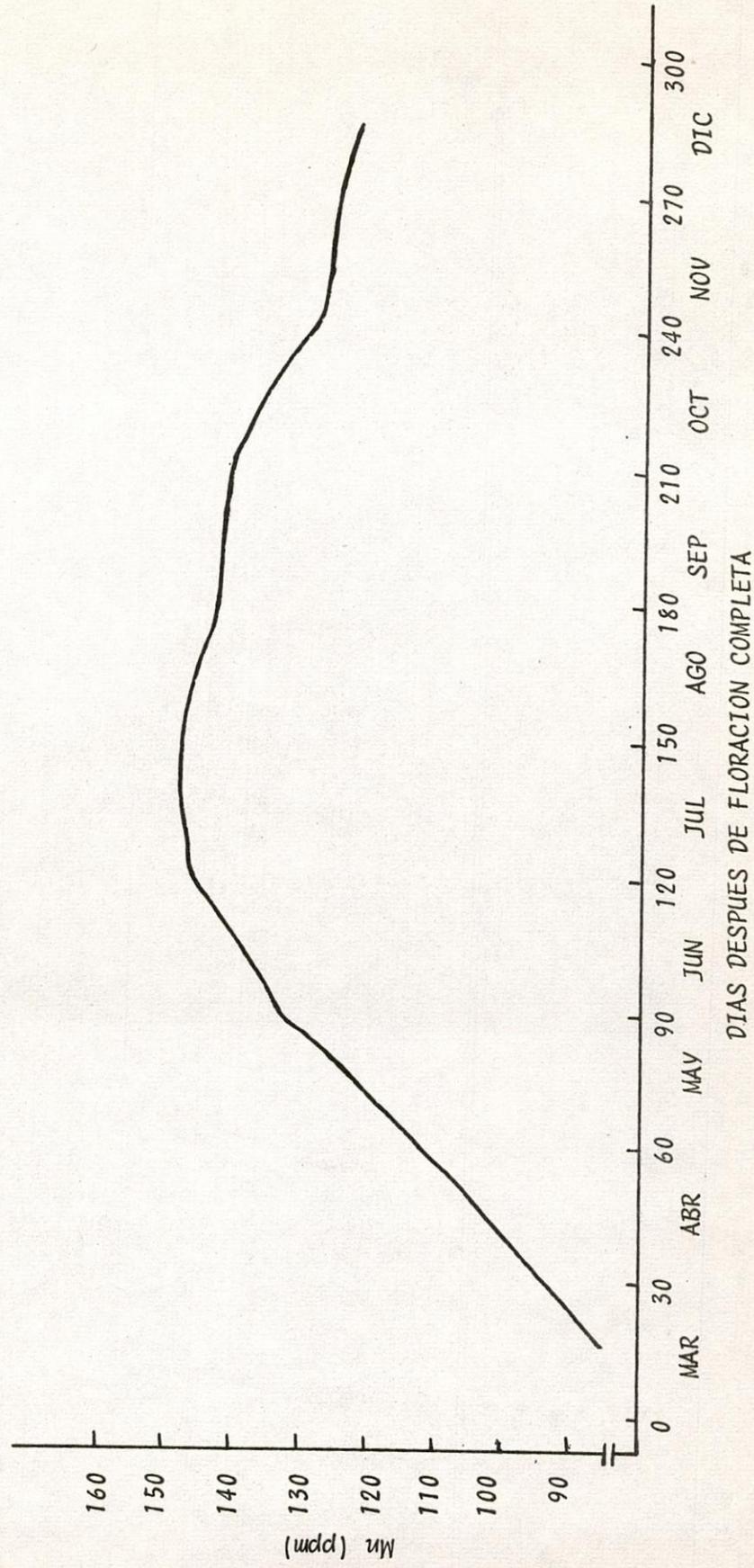


Figura 19. Cambio estacional de Manganeso en manzano 'Anna' en la Costa de Hermosillo.

esa etapa (47). Así, posiblemente se deba al uso continuo de Mn y la poca absorción del elemento por la raíz en los suelos aquí considerados (pH 7.5 o mas), creándose un menor nivel del elemento en la hoja (47).

Considerando el tipo de curva obtenida para Mn, se puede establecer como época adecuada para muestreo de hojas que permitan diagnosticar sobre este elemento, a partir de los 120 a los 210 días después de floración completa (principios de julio a finales de septiembre).

Fierro. Los niveles de fierro (Fe) encontrados en las hojas de manzano 'Anna', aumentaron progresivamente desde inicios de ciclo hasta 130 días después de floración completa (principios de julio) y luego se redujeron hasta llegar a final del ciclo a una concentración similar a la que empezó (Figura 20). De acuerdo a lo encontrado por Himelrick y Pollard (27) y Smith y Taylor (61), el Fe sube en forma continua sus niveles de concentración durante todo el ciclo, por lo que los datos aquí presentados solo coinciden parcialmente. La reducción a partir de julio, puede deberse a que no se tenía un suplemento adecuado del elemento hacia la parte area y el Fe se abatió progresivamente en su concentración. Este bajo suplemento pudo ser por la no absorción del elemento por las raíces, lo cual fue causado por la condición calcarea y de pH alto del suelo que fija al Fe (47).

Las concentraciones variaron desde 120 hasta 400 ppm, lo cual sugiere un rango muy amplio sobre el cual tomar decisiones con respecto a niveles adecuados de este elemento.

La curva de Fe no permite establecer un período adecuado de muestreo para diagnóstico. Algunos autores como Childers (13) considera mas conveniente el diagnosticar en función de sintomatología visual, ya que

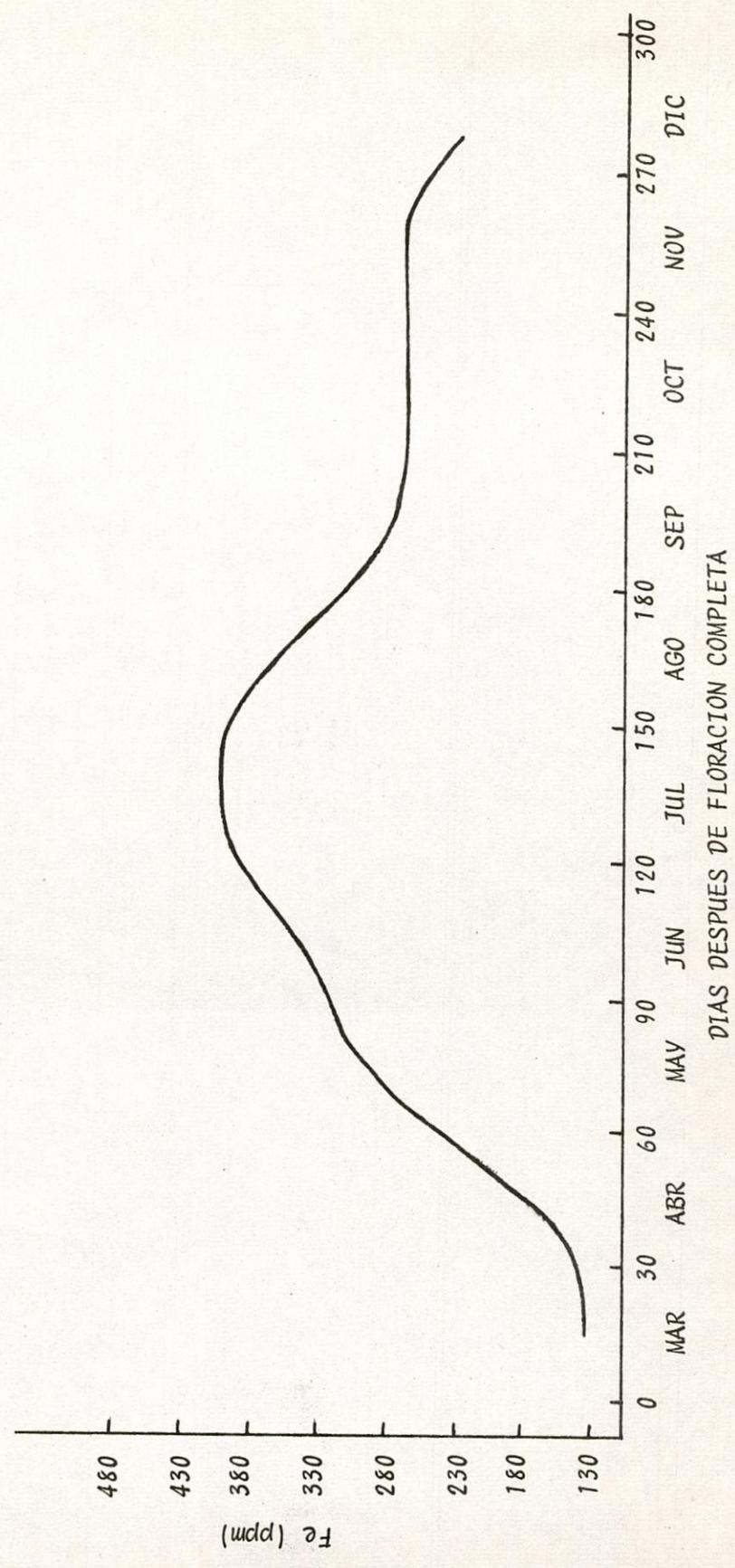


Figura 20. Cambio estacional de Hierro en manzano 'Anna' en La Costa de Hermosillo.

en diversas evaluaciones se han encontrado niveles altos de Fe en hojas cloróticas y viceversa. Sin embargo, si se considera importante conocer que concentración se tiene de Fe, lo más recomendable para muestreo parece ser a los 130 días después de floración completa (principios de julio) que es cuando se tiene el máximo nivel.

Zinc. La dinámica nutricional del zinc (Zn) foliar en manzano muestra una tendencia a incrementarse durante el ciclo para termianr descendiendo hasta llegar a valores similares a los inicialmente detectados (Figura 21). Según lo reportado por Himlerick y Pollard (27) el Zn se presenta con un aumento constante de junio a agosto, lo cual en el presente estudio ocurrió de principios de ciclo hasta 100 días después de floración completa (fines de mayo) para luego tener un período de estabilidad desde mediados de junio hasta mediados de agosto.

La reducción progresiva del Zn en las hojas del manzano a partir de los 190 días después de floración completa (principios de septiembre) se desconoce a que puede deberse, ya que la literatura no menciona nada al respecto para manzano. Sin embargo, no puede considerarse que se deba a translocación del elemento de la hoja a la madera como efecto de se necencia y almacenamiento de reservas, ya que los árboles están en actividad vegetativa hasta fines de septiembre y mantienen un follaje sano (verde) durante el otoño y parte de invierno hasta que se reinicia la brotación en febrero.

El período de estabilidad que presenta el Zn en las hojas de los 100 a los 165 días después de floración completa (mediados de junio a mediados de agosto), permite considerar este período como el adecuado para realizar muestreos foliares de diagnóstico, lo cual coincide con N y P.

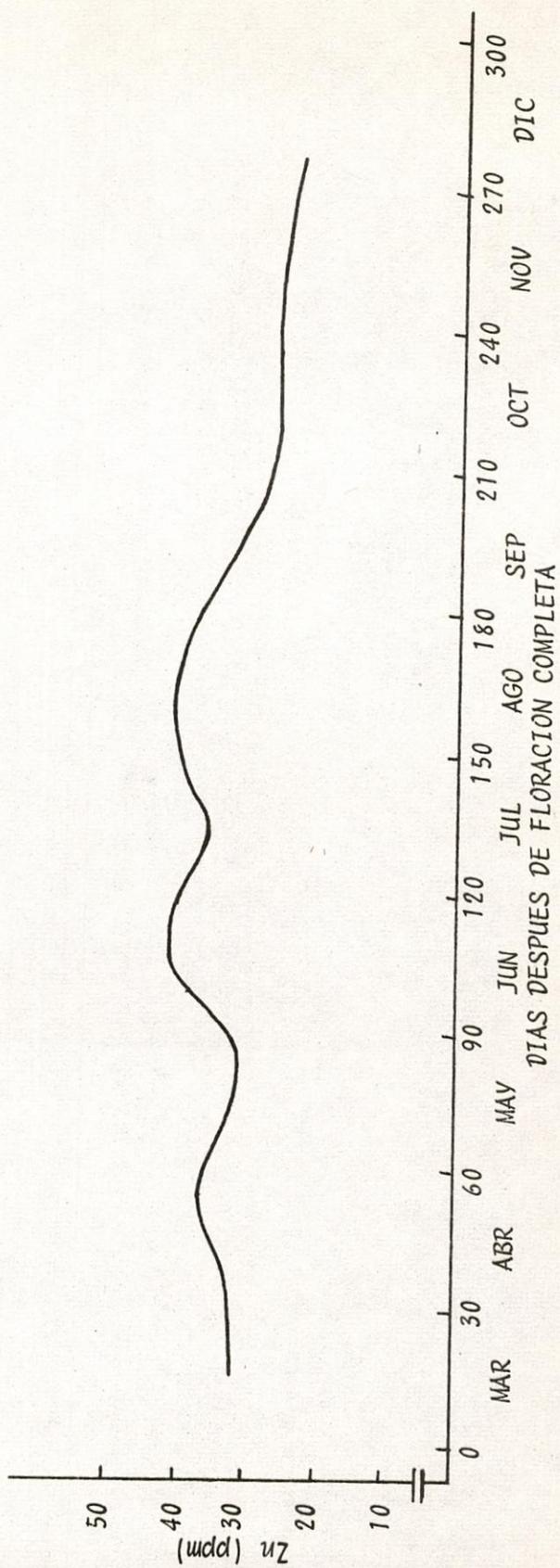


Figura 21.- Cambio estacional de Zinc. en manzano 'Anna' en la Costa de Hermosillo.

Cobre. Los niveles de cobre (Cu) detectadas a través del ciclo vegetativo en hojas de manzano, muestran una alta concentración del elemento al principio, reduciendo en forma progresiva hasta los 160 días después de floración completa (mediados de agosto); posteriormente se mantiene estable hasta finales del ciclo (Figura 23). La curva obtenida coincide con lo reportado por Himelrick y Pollard (27) y se muestra que la cantidad de Cu al principio (10 ppm) es 2 veces mayor que la detectada a mediados de verano (5 ppm).

Aún cuando se desconoce para manzano la causa de la reducción en concentración del Cu en la hoja, para otras especies se ha considerado se debe a una dilución del elemento por un rápido aumento en el peso seco del follaje (60).

Por la dinámica registrada para Cu, el período de muestreo foliar en manzano para fines de diagnóstico puede ser a partir de los 150 días después de floración completa (principios de agosto) en adelante, ya que en esa época los niveles del elemento fluctúan muy poco permitiendo así identificar con más exactitud la condición del elemento.

Cloro. El cloro (Cl) mostró leves cambios de concentración foliar durante el ciclo vegetativo que variaron de 0.095% al 0.115%. En la literatura no se encontró antecedentes de la dinámica foliar del Cl (Figura 22) por lo que no es posible comparar las tendencias obtenidas.

Por el tipo de curva del Cl en el manzano 'Anna', se puede establecer que muestreando hojas durante los 60 y 150 días después de floración completa (principios de mayo a fines de julio), se puede diagnosticar la condición que el árbol guarda con respecto al Cl al compararse

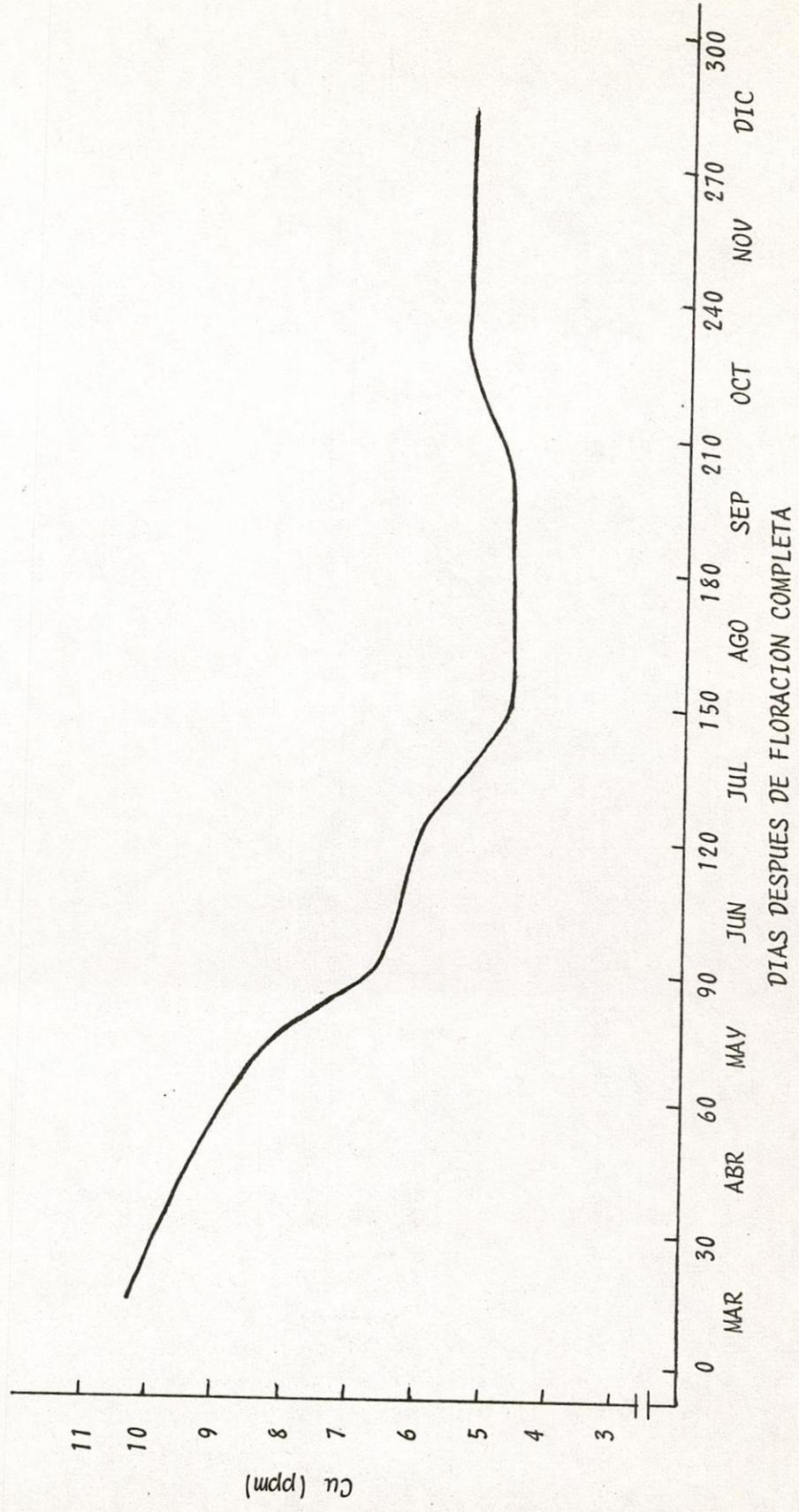


Figura 23.- Cambio estacional de Cobre en manzano 'Anna' en la Costa de Hermosillo.

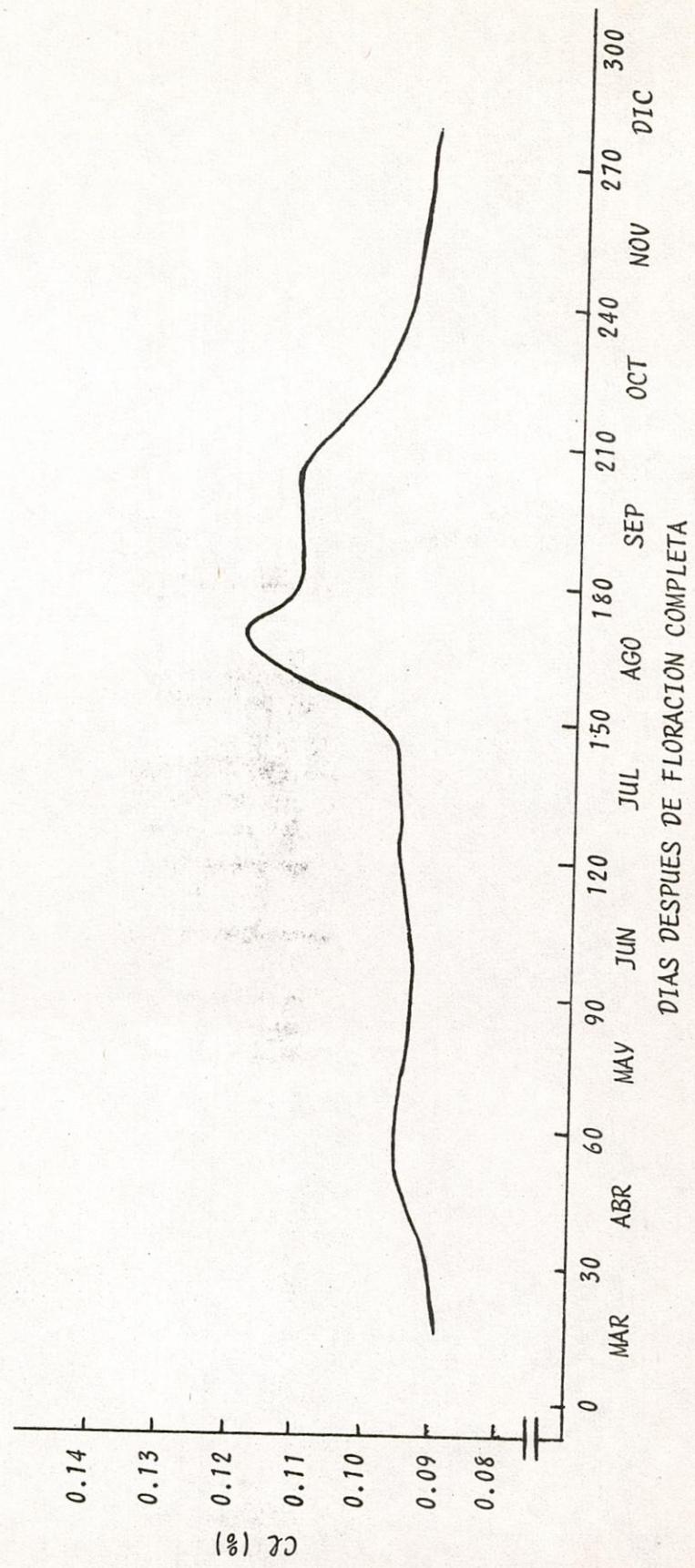


Figura 22.- Cambio estacional de Cloro en manzano 'Anna' en la Costa de Hermosillo.

sus valores con los standar ya establecidos.

Sodio. La concentración de sodio (Na) detectada en hojas de manzano a través del ciclo vegetativo, muestra que hay una tendencia ascendente que se manifiesta a partir de los 80 días después de floración completa (mediados de mayo) (Figura 24). No se encontró en la literatura información respecto a este elemento y sus cambios periódicos en el ciclo, por lo que no pueden establecerse comparaciones.

El Na varió su concentración en la hoja desde 0.008% hasta 0.013% lo cual refleja la baja cantidad necesaria del elemento y los pocos cambios que se pueden detectar cíclicamente.

La época de menor cambio en niveles de Na se presenta a partir de los 160 días después de floración completa (principios de agosto a fines de septiembre), por lo que es el período que se puede considerar como apropiado para muestreo foliar a usarse en el diagnóstico sobre Na.

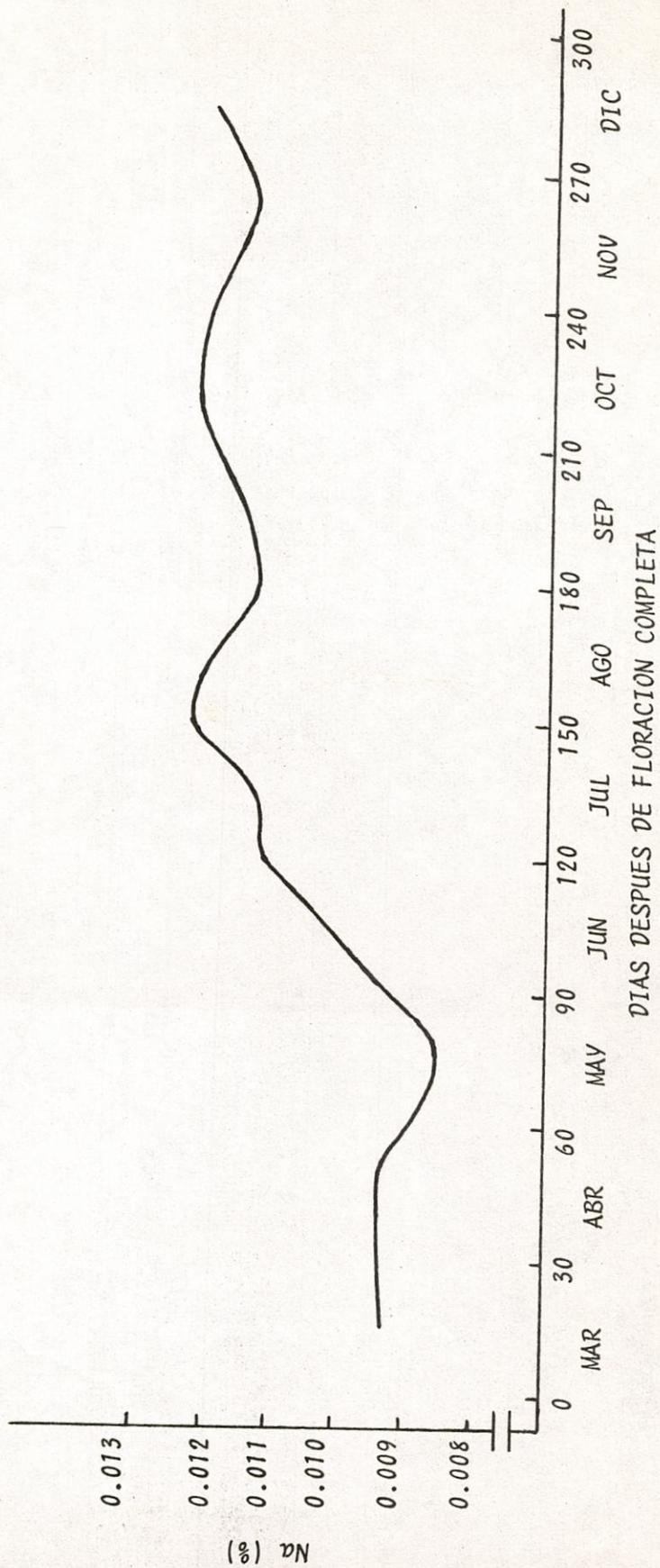


Figura 24.- Cambio estacional de Sodio en manzano 'Anna' en la Costa de Hermosillo.

Muestreo Foliar y Condición Nutricional.

La dinámica de los elementos analizados periódicamente en manzana 'Anna' presentaron curvas normales que aún cuando no completamente típicas, si reflejan las tendencias reportadas (Figuras 14-24). Varios de los nutrientes no tuvieron un período estable de concentración por lo que no es factible establecerles su época de muestreo para diagnóstico.

Los contenidos de N, K, P, Cu y Na se redujeron progresivamente durante el ciclo vegetativo mientras que Zn, Fe, Mn, Mg y Ca aumentaron. El cloro se mantuvo sin cambio.

Al igual que en durazno, para diagnosticar sobre algún elemento se estima como mejor período de muestreo aquel en el que ocurren pocos cambios de concentración. En el manzano 'Anna' bajo condiciones de la Costa de Hermosillo, se encontró que ocurría un período estable para N, P, Mg, Zn, Cu, Cl, Mn y Na a partir de 90 días después de floración completa (fines de mayo) y se extendía hasta 180 días después (principios de diciembre) (Figura 25). No todos estos nutrientes coinciden en su período estable de concentración, por lo que para un muestreo único que fuera válido para todos ellos se debería colectar hojas entre los 160 días y 180 después de floración completa (principios a fines de agosto). Los valores ahí obtenidos podrían entonces ser comparados con los niveles estandar reportados.

En la figura no aparecen K y Ca debido a que no presentaron un período estable; es difícil encontrarles la época de muestreo foliar que permita obtener valores que pudieran compararse con los standar.

Al hacer comparaciones de los niveles detectados en manzano

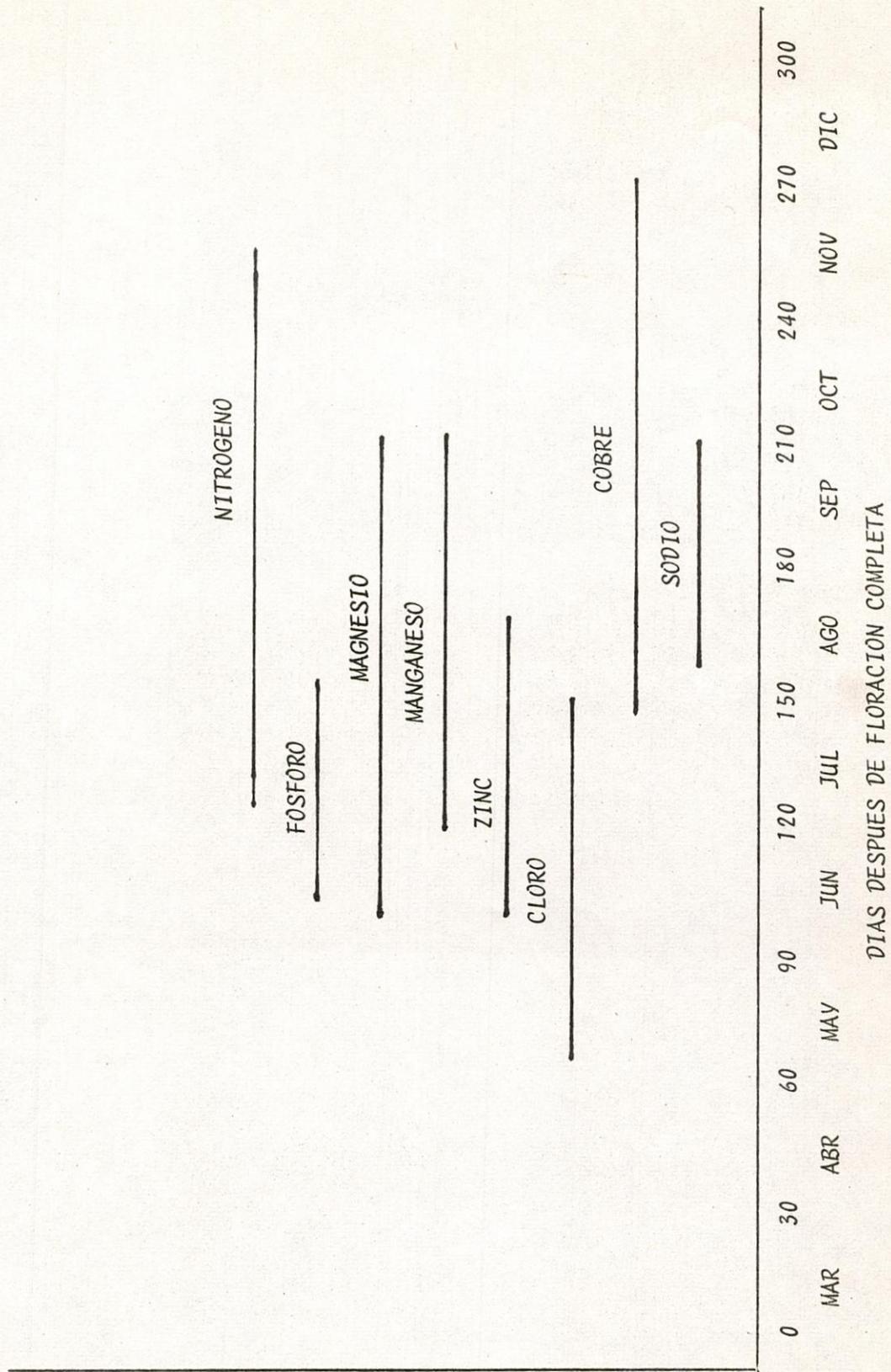


Figura 25.- Período aproximado durante el cual la concentración de cada elemento permanece constante en hoja de manzano 'Anna', en el ciclo 1982 y 1983. Floración completa finales de febrero.

'Anna' con los rangos standar normales reportados por Beutel *et al* (3) y Kenworthy (34) (Cuadro 4a), se encuentra que N, P, Mg, Zn, Cu, Cl, están en cantidades adecuadas reflejando que los árboles tenían un su plemento normal de esos nutrientes (Cuadro 2). Aún cuando el K, Ca y Mn están dentro del standar normal, no es posible definir su situación por ser valores que no proceden de la época adecuada de muestreo.

Al igual que en durazno para determinar los rangos óptimos para manzano, la sintomatología de Leece (36) (Tabla 1a).

CUADRO 2.- VALORES DE NUTRIENTES OBTENIDOS EN MUESTREO FOLIAR A PRINCIPIOS DE AGOSTO EN MANZANO 'ANNA' EN LA COSTA DE HERMOSILLO, 1983.

H U E R T O	%							ppm			
	N	K	P	Mg	Ca	Cl	Na	Mn	Fe	Zn	Cu
"Carmen Dolores"	1.98	1.83	0.120	0.40	1.83	0.100	0.0127	115	500	53	5.2
"Navolato"	1.80	1.73	0.118	0.55	1.43	0.105	0.0081	182	275	27	6.0
"La Morena"	1.90	1.53	0.127	0.45	1.40	0.000	0.0158	145	450	35	3.2
M e d i a	1.89	1.66	0.121	0.50	1.55	0.098	0.0122	137	408	38.3	4.8
Estandar Normal ¹	2.0	1.4	0.1-0.2	0.25	1.0	0.3 ²	--	20	119	18	4

¹Embleton (17), Kenworthy (34) y Westwood (61).

²Exceso arriba de ese valor.

Diferencia Nutricional entre Portainjertos de Manzano.

Al realizar comparaciones de la dinámica nutricional de los diferentes elementos analizados entre el portainjerto semienano MM106 y el vigoroso doméstica en los huertos Navolato y La Morena respectivamente, se detectó que 'Anna' varió considerablemente en los niveles de concentración de Mg y Mn durante el ciclo vegetativo.

'Anna' sobre MM106 tuvo una concentración más alta de Mg desde el inicio del ciclo que cuando estaba sobre doméstica; la diferencia fue acentuándose a través de la temporada mostrando una dinámica ascendente en el primero y con pocos cambios en el segundo (Figura 28). Las concentraciones variaron de 0.25% a 0.35% en doméstica, mientras que sobre MM106 fueron desde 0.35% hasta 0.65%. Esta característica de alta cantidad de Mg en MM106 ha sido reportada por Poling y Oberly (27), Schneider *et al* (56) y Hatch y Weimer (23) para otros cultivares y localidades, aún cuando Hatch y Weimer (23) no encontraron diferencias al comparar varios portainjertos con 'Red Delicious' o 'Jonathan' como cultivares pero sí las hubo cuando se tenía 'Golden Delicious'; esto indica una fuerte interacción cultivar-patrón.

La dinámica de Mn fue similar para 'Anna' sobre franco (doméstica) o sobre MM106, aunque resultando mayores cantidades en MM106 durante todo el ciclo (Figura 29). Aun cuando se iniciaron relativamente iguales en concentración, sobre MM106 se observa un incremento acelerado a través del tiempo alcanzando hasta 185 ppm como máxima en verano, comparándolo con 125 ppm en franco. Para el otoño, estas diferencias siguieron mostrándose. Hatch y Weimer (23) y Schneider *et al* (56) reportan a MM106 y a doméstica como portainjertos con diferentes niveles de Mn.

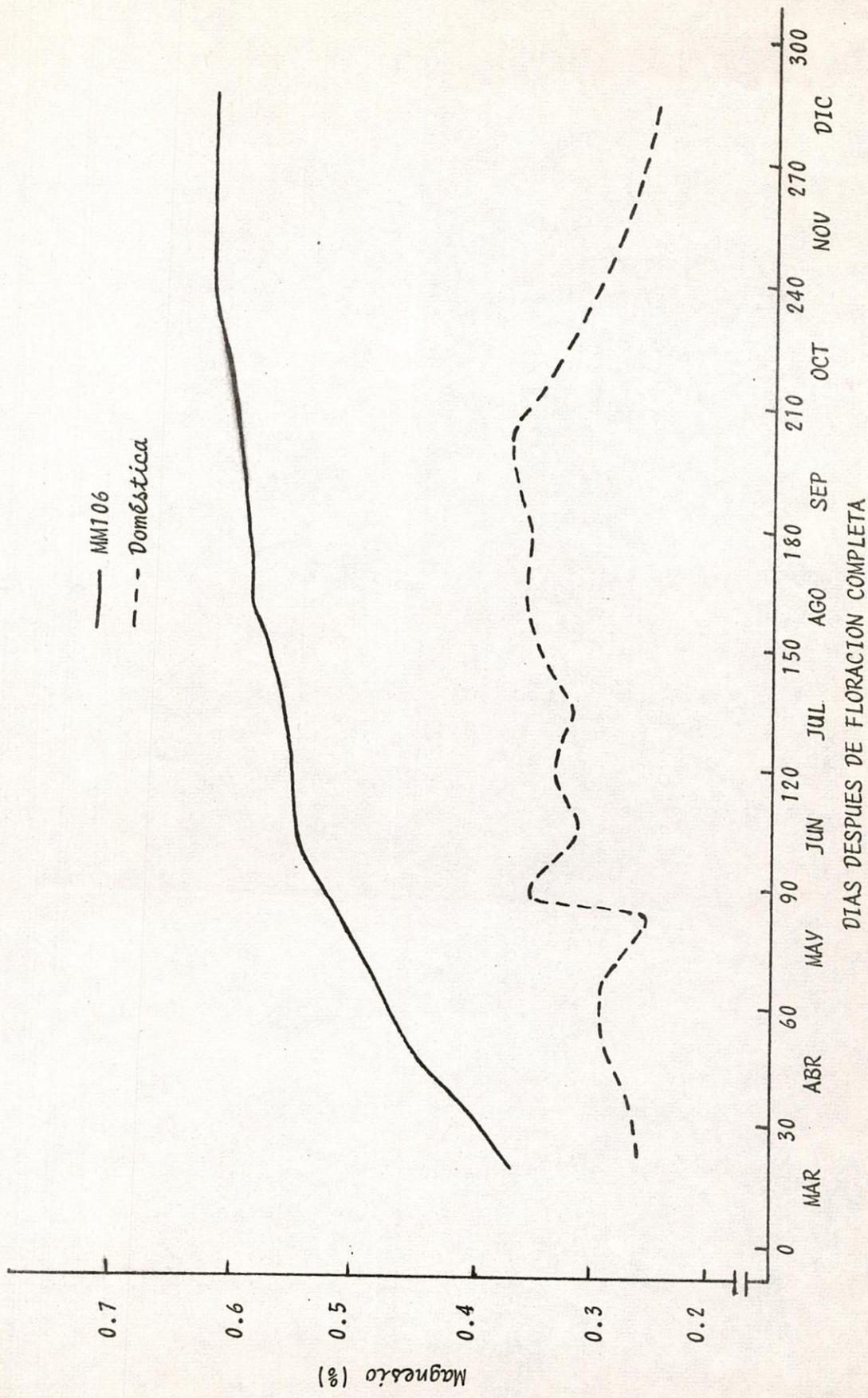


Figura 26.- Diferencia nutricional del patrón MM106 y doméstica en la absorción de Magnesio en manzano 'Anna' Costa de Hermosillo. 70

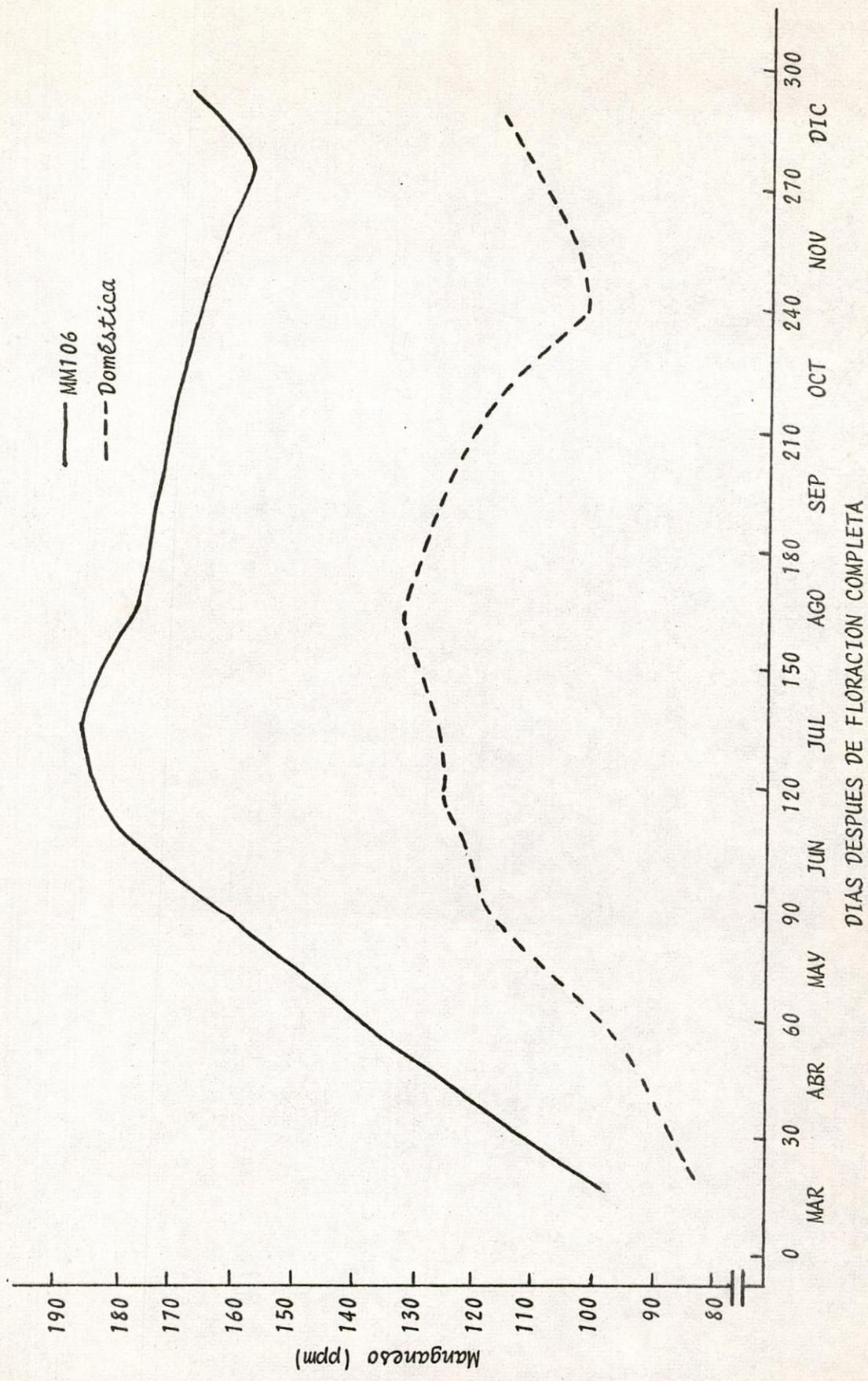


Figura 27 . - Diferencia nutricional del patrón MM106 y doméstica en la absorción de Manganeso en manzano 'Anna' Costa de Hermosillo.

Diferencia Nutricional entre Cultivares de Manzano.

Se encontraron diferencias entre los Cvs 'Anna' y 'Dorsett Golden' en cuanto a contenido de P y Mg en el huerto "La Morena" injertados sobre doméstica y bajo riego por goteo.

Aún cuando P estuvo en la misma concentración al inicio del ciclo para ambos Cvs, a través del tiempo se fueron estableciendo diferencias en niveles y en la dinámica (Figura 26); 'Anna' mostró siempre mayor cantidad de P foliar sin seguir el patrón normal de reducción progresiva. Ya Hatch y Weimer (23), Schneider et al (56) y Simons (58) han reportado que existe diferencia varietal para P entre otros cultivares cuando eran muestreados a mitad de verano, sin embargo con los datos aquí presentados se aprecia que tal condición comienza a darse desde las primeras etapas y se manifiesta más a partir de agosto. Tal diferencia puede deberse a efectos del cultivar hacia el patrón para la toma de mas nutriente o bien a que use menos del P disponible.

Al compararse los niveles de Mg entre 'Anna' y 'Dorsett Golden' se encuentra que la dinámica de cambio estacional es similar mas no así los niveles de concentración que fueron 50% mas altos en el primero (Figura 27). Diferencias varietales de este elemento han sido reportadas por Hatch y Weimer (23), Schneider et al (56) y Simons (58) para otros cultivares y localidades, sin precisar cual es la causa de ello.

A diferencia del P, para Mg la concentración inicial de los cultivares ya era más alto para 'Anna' y se mantuvo así casi hasta finales del ciclo. Es posible que este cultivar induzca al patrón a tomar mas de este elemento o bien que 'Dorsett Golden' utilice más Mg que 'Anna'

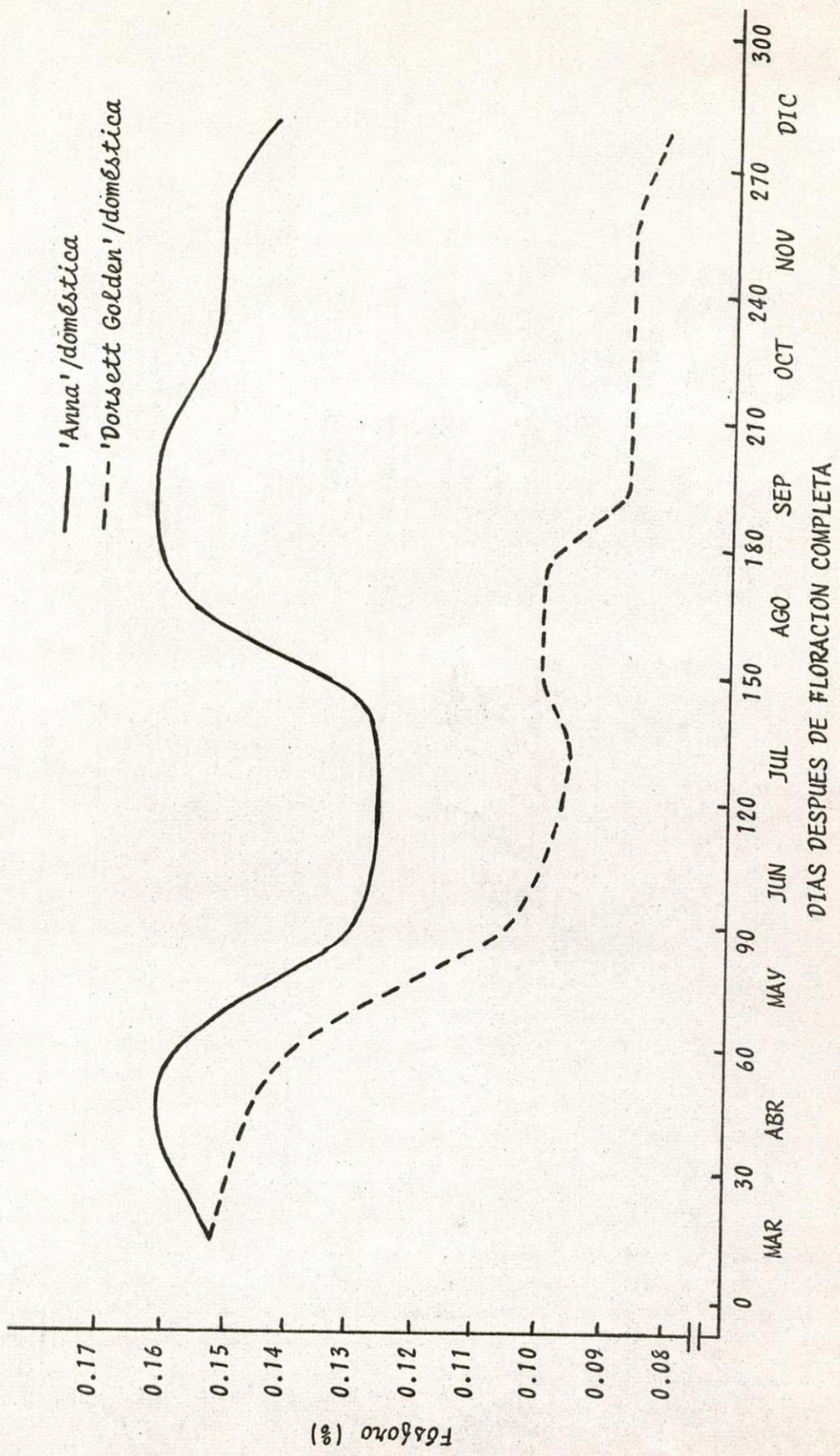


Figura 28.- Diferencia nutricional varietal en la absorción de Fósforo en manzano 'Anna' y 'Donsett Golden' / doméstica. Costa de Hermosillo.

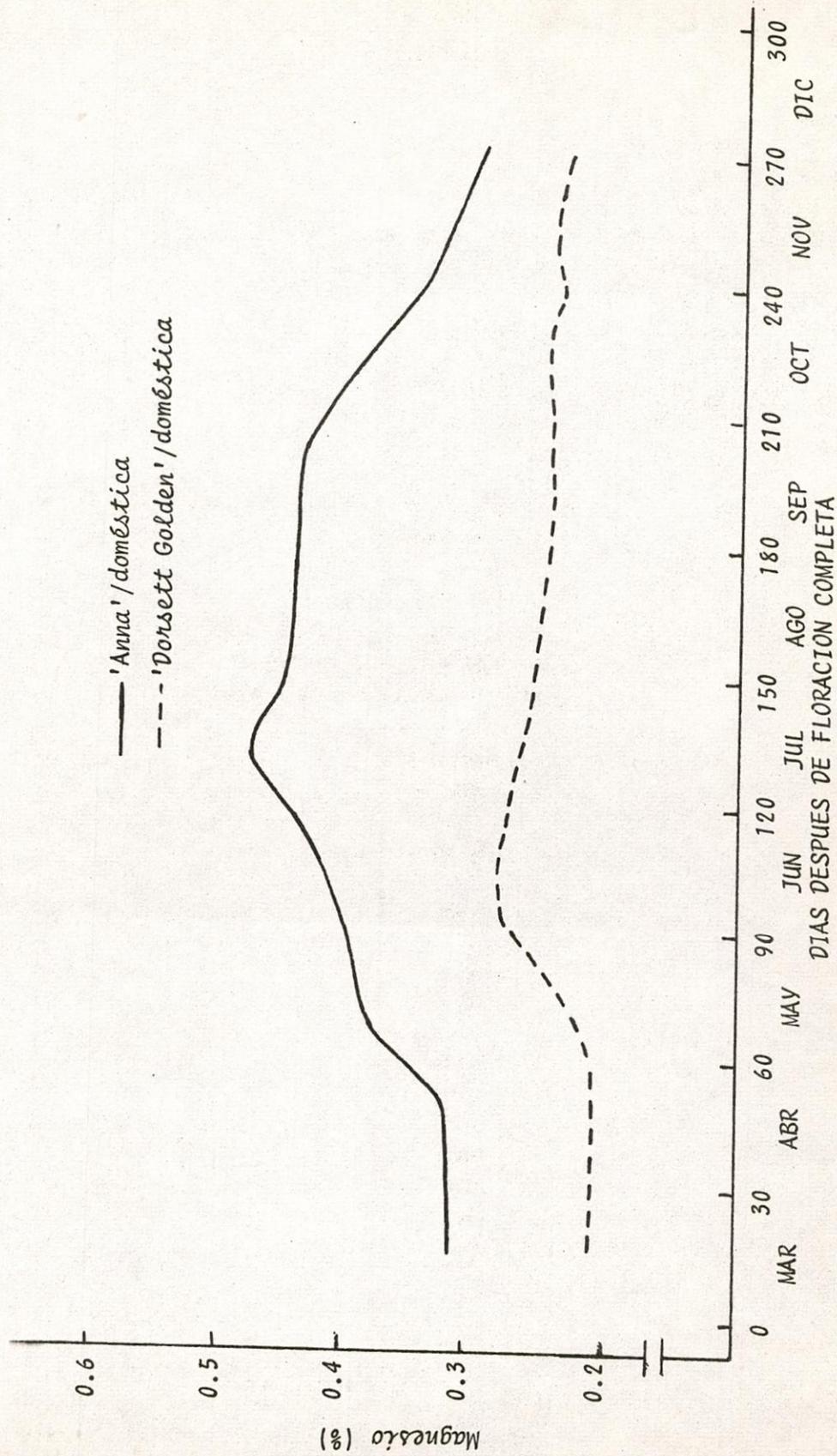


Figura 29.- Diferencia varietal en la absorción de Magnesio en manzano 'Anna' y 'Dorsett Golden' / doméstica. Costa de Hermosillo.

siendo mas altos en el primero. Nuestros resultados coinciden con ello y hacen ver que tal diferencia se establece desde principios del ciclo.

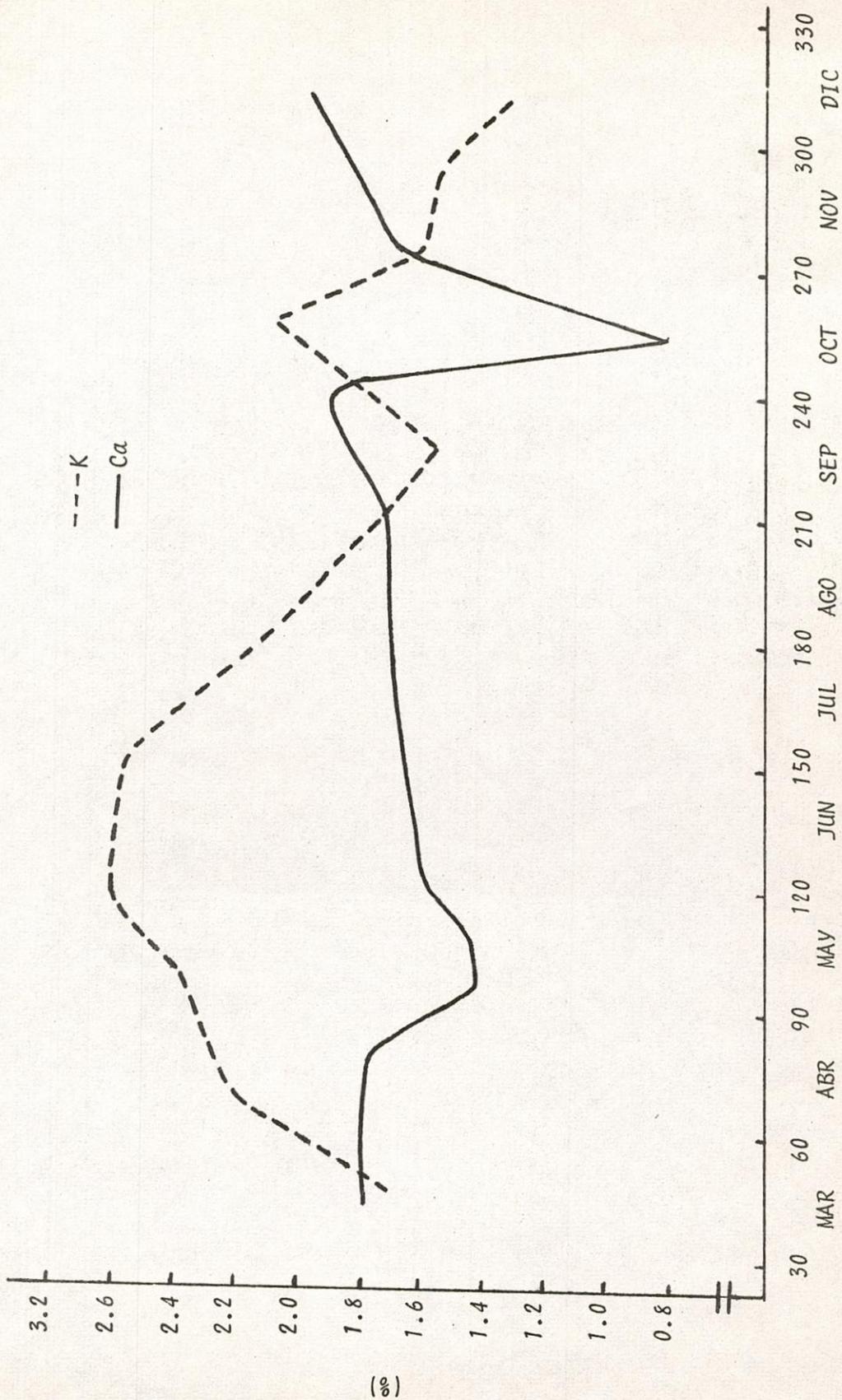
Las observaciones de mayores niveles de Mg y Mn en 'Anna' sobre MM106 comparado con 'Anna' en doméstica, sugieren una mejor absorción de los elementos en el primero bajo condiciones calcareas, aún cuando también deben considerarse los niveles de fertilidad del suelo y el sistema de riego que pudiera estar alterando tal proceso.

Efecto antagónico de Ca sobre K, en hoja de durazno 'Desertgold'/Nema - guard.

El fenómeno de antagonismo entre Ca y K se observó en durazno 'Desertgold' al comparar la dinámica de ambos elementos durante el otoño en el huerto La Morena bajo riego por goteo.

El Ca no mostró mucho cambio durante el ciclo vegetativo (Figura 30) excepto al final que bajó y subió drásticamente en un período de 30 días. El K se incrementó hasta 150 días después de floración completa, se redujo gradualmente y luego aumentó y decreció en el mismo lapso en que cambió el Ca. Lo anterior muestra una tendencia opuesta de ambos elementos en esa etapa, sugiriendo una condición de antagonismo que ha sido reportada por Jacobson et al (29), Kahn y Hanson (32) y Overstreet et al (49), en que el Ca presente en el suelo puede limitar la absorción de K por las raíces en cultivos como soya y cebada.

Estas observaciones son pertinentes en el presente trabajo, para resaltar la importancia que tiene el conocer la dinámica natural de los elementos a través del ciclo vegetativo, así como de posibles factores que la interfieran y puedan dar lugar a interpretaciones erróneas de los datos obtenidos.



DIAS DESPUES DE FLORACION COMPLETA

Figura 30.- Efecto antagonico en hoja entre Calcio y Potasio en durazno 'Desertgold' /Nemaguard.

V.- CONCLUSIONES

- En durazno, todos los elementos, excepto N y Fe, presentaron una época de estabilidad para muestreo de diagnóstico y ocurrió de los 150 a los 190 días después de floración completa (principios de julio a mediados de agosto).
- En durazno los niveles de N, K, P, Zn y Cu se redujeron progresivamente durante el ciclo vegetativo, mientras que Mg, Ca y Fe aumentaron; Mn, Cl y Na cambiaron poco.
- En manzano, Ca, Mn, Fe y K no mostraron un período de estabilidad para época de muestreo. Los elementos N, P, Zn, Cu, Mg, Ca se pueden muestrear para diagnóstico de los 150 a 210 días después de floración completa (principios de agosto a finales de septiembre).
- En manzano, los contenidos de N, K, P, Cu y Na se redujeron progresivamente durante el ciclo vegetativo, mientras que Zn, Fe, Mn, Mg y Ca aumentaron. El Cl se mantuvo constante.
- Se encontró diferencia varietal en manzano 'Anna' y 'Dorsett Golden' desde el inicio de la temporada, para los contenidos de P y Mg.
- En el patrón semienano de manzano MM106, se encontraron mayores concentraciones de Mn y Mg, que en el patrón doméstica.
- Comparando los niveles estandar para durazno y manzano, se considera que las cantidades encontradas están dentro del rango normal.
- Se sugiere que para estudios posteriores los muestreos se efectúen en los mismos tipos de hoja que los aquí descritos, para que las comparaciones sean válidas.

- Se sugiere continuar la evaluación estacional de nutrientes por mas tiempo, para definir el tipo de curvas por elemento.
- Se sugiere realizar una evaluación regional sobre la condición nutricional foliar de las especies aquí estudiadas.
- Se sugiere estudiar y determinar los rangos nutricionales óptimos de las especies y variedades cultivadas bajo las condiciones locales.
- Se sugiere estudiar y caracterizar la sintomatología de deficiencia y exceso de diversos elementos en durazno y manzano del área.

VI.- BIBLIOGRAFIA

- 1.- Abdalla, O.A., Khatamian, K. and N.W.Miles. 1982. Effect of Rootstocks and Interstems on composition of 'Delicious' apple leaves. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107 (5): 730-733.
- 2.- Batjer, L.P. and M.N. Westwood. 1958. Seasonal trend of several nutrient elements in leaves and fruit of 'Elberta' Peach. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 71: 116-126.
- 3.- Beutel, J., K. Uriu, and O. Lilleland. 1978. Leaf analysis for California deciduous fruits. In: *Soil and Plant Tissue Testing in California*. Univ. Calif. Bull. 1879 pp. 11-14.
- 4.- Beyers, E. 1962. Diagnostic Leaf analysis for deciduous fruit. *S. Afr. J. Agric. Sci.* 5: 315-329.
- 5.- Bould, C. 1966. Leaf analysis of deciduous fruits. En "Nutrition of fruit crops". Ed. F. Childers. Second Edition Horticultural Publications New Brunswick, New Jersey: pp.651-695.
- 6.- Cain, J.C. 1953. The effect of nitrogen and potassium fertilizer on the performance and mineral composition of apple trees. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 72: 46-52.
- 7.- _____ and D. Boyton. 1948. Some effects of season, fruit crops and nitrogen fertilization on the mineral composition of McIntosh apple leaves. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 51: 13-22.
- 8.- Carlson, R.F. 1964. Responses of Malling Merton clones and delicious seedlings to different root temperatures. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 86: 41-45.

- 9.- Chantanaparb, N. and G. Cummings. 1980. Seasonal trends in concentration of Nitrogen, Phosphorus, Potassium, Calcium and Magnesium in leaf portions of apple blueberry, grape, and peach. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105 (6); 933-935.
- 10.- Chaplin, M.H. and M.N. Westwood. 1980. Nutritional status of 'Bartlett' Pear on *Cydonia* and *Pyrus* species Rootstocks. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105 (1): 60-63.
- 11.- _____, _____ and A.N. Roberts. 1972. Effects of Rootstock on Leaf element content of 'Italian' Prune. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 98 (5): 641-644.
- 12.- Chapman, H.D. and P.F. Pratt. 1961. *Methods of analysis for soil plants and waters.* University of California. p.850.
- 13.- Childers, N.F. ed. 1966. *Fruit Nutrition.* 2nd ed. Horticultural Publications, New Brunswick, New Jersey. p.850.
- 14.- Couvillón, G.A. 1982. Leaf Elemental content comparisons of Ownrooted peach cultivars to the same cultivars on several peach seedling Rootstocks. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107 (4): 555-558.
- 15.- Cummings, G.A. 1973. The distribution of elements in *Eleberta* peach tree and the influence of potassium and magnesium fertilization. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 98 (5): 474-477.
- 16.- Dickman, S.R. and R.H. Bray. 1940. Colorimetric determination of Phosphorus. *Jourl. Biol. Chem.* 66: 375-400.

- 17.- Embleton, T.W., Jones W.W. and R.G. Platt. 1978. *Leaf Analysis a guide to citrus fertilization*. Reinsenaver ed. UC. Bull. 1879. pp. 34-38.
- 18.- Emmert, F.H. 1954. *The soluble and total P, K, Ca and Mg of apple leaves as affected by time and place of sampling*. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 64: 1-8.
- 19.- _____ 1959. *Chemical analysis of tissue as a means of determining nutrient requirements of deciduous fruit plant*. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 73: 521-547.
- 20.- Feucht, W., and M. Arancibia. 1967. *Estado nutritivo de citrus en Chile*. Univ. Chile. Est. Exp. Agronómica. Bol. Tec. 25. p.12.
- 21.- Gardner, V.R., Bradford, F.C. and H.D. Hooker. 1952. *The fundamentals of fruit production*. McGraw-Hill Book Company, inc. third edicion. New York. p.739.
- 22.- Gur, A., J. Hepner and Y. Shulman. 1979. *The influence of root temperature on apple trees IV. The effect on the mineral nutrition of the tree*. J. Hort. Sci. 54 (4): 313-321.
- 23.- Hacth, A.H. and H.L. Weimer. 1978. *Influence of clonal Rootstocks on the leaf elemental content of certain apple cultivars*. Colorado State Progress Report 11. p.6.
- 24.- Heeney, H.B. and H. Hill. 1961. *Plant analysis and fertilizer problems*, 16-27. Publication No.8, Amer. Inst. of Biological Sciences. Washington D.C. p.454.

- 25.- Horwite, W. 1975. *Methods of analysis of A.O.A.C.* W. Horwite ed.
p.370.
- 26.- Hibbard. A.D., and M. Nour. 1959. Leaf content of phosphorus and potassium under moisture stress. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*
73: 33-39.
- 27.- Himelrick, D.G. and J.E. Pollard. 1977. The effect of sampling date and daminozide on the Nutrient Composition of 'McIntoch' apples leaves. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 102 (1) 97-100.
- 28.- _____ and C.E. Walker. 1982. Seasonal trends of Calcium, Magnesium and Potassium Fractions in apple leaf and fruit tissues. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107 (6): 1078-1080.
- 29.- Jacobson L., R.J., Hannapel, D.P. Morre and M. Schaedle. 1961. Influence of Calcium on selectivity of ion absorption process. *Plant Phisiol.* 36: 58-61.
- 30.- Jentsch, D.W. y G.W. Eaton. 1982. Nitrogen fertilizers and fruit removal upon leaf mineral content in apple trees. *Scientia Hort.* 18: 40-56.
- 31.- Jones, J.B., R. Isaac and B. Skelton. 1976. Nutrient elements status of Soils and trees for peach orchards in Georgia and South Carolina. *Hortscience* 11 (3): 247-258.
- 32.- Kahn J.S., and J.B. Hanson. 1958. The effect of Calcium on Potassium accumulation in corn and soybean roots, *Plant Phisiol.* 33: 312-316.

- 33.- Kenworthy, A.L. 1969. A Guide for collecting foliar samples for nutrient element analysis. Michigan State University. East Lansing. Horticultural Report No.11.
- 34.- _____ 1978. Fruit and Landscape Crop Physiology. Lecture notes Mich. State. Univ. p.92.
- 35.- _____ and J.Hull. 1973. Leaf analysis for fertilizer requirements of Michigan Fruit Crops. Mich State Univ. Ext. Bull. 449.
- 36.- Leece, D.R. 1968. The concept of leaf analysis for fruit trees. J. Aust. Inst. Agric. Sci. 34: 146-153.
- 37.- _____ 1972. Diagnostic leaf analysis for stone fruits, 1. Errors associated with standar and simpling procedures. Austr. J. Expt. Agric. Anim. Husb. 23: 315-322.
- 38.- _____ 1975. Diagnostic leaf analysis for stone fruits. 4. Plum Austr. J. Expt. Agric. Anim. Husb. 15: 112-117.
- 39.- _____ 1975. Diagnostic leaf analysis for stone fruits 5. Sweet Cherry. Austr. J. Expt. Agric. Anim. Husb. 15: 118-122.
- 40.- _____ 1976. Diagnostic leaf analysis for stone fruits. 7. Effects of fertilizer Nitrogen, Phosphorus, and Potassium on leaf composition of peach. J. Expt. Agr. Anim. Husb. 16: 775-779.
- 41.- _____ and B. Barkus. 1974. Diagnostic leaf analysis fir stone fruits. 3. Nutritional status of peach orchards. Austr. J. Expt. Agric. Anim. Husb. 14: 828-834.

- 42.- _____ and A.R. Gilmour 1974. Diagnostic leaf analysis for stone fruit. 2. Seasonal changes in the leaf composition of peach. *Austr. J. Expt. Agric. Anim. Husb.* 14: 828-834.
- 43.- Luckwill, L.C. and C.V. Cutting eds. 1970. *Physiology of tree Crops*. Academic Press. p.382.
- 44.- Ljones, B. 1963. Leaf composition in apple, raspberry and black currant as related to nutrient elements in the soil. *Sci. Rep. Agric. Coll. Norway*, No. 47. 42: 1-90.
- 45.- Mason, A.C. 1958. The effect of soil moisture on the mineral composition of apple plants grown in pots. *J. Hort. Sci.* 33: 202-211.
- 46.- _____ and A.B. Whitfield. 1960. Seasonal distribution in the uptake and distribution of mineral elements in apple trees. *J. Hort. Sci.* 35: 34-55.
- 47.- Mengel, K. and E.H.Kirby. 1978. *Principles of plant nutrition*. International Potash Institute. Berne, Switzerland. p.593.
- 48.- McClung, A.C. and W.L. Lott. 1956. Mineral nutrients composition of peach leaves as affected by leaf age and position and the presence of a fruit crop. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 67: 113-117.
- 49.- Overstreet, R. Jacobson, L. and A.D. Handley. 1952. The effect of Calcium on the absorption of Potassium by barley roots. *Plant Physiol.* 27: 583-590.

- 50.- Poling, E.B. and G.H. Oberly. 1979. Effect of Rootstock on Mineral Composition of apple leaves. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 104 (6): 799-801.
- 51.- Ritter, C.M. 1956. Effects of varying, rates of nitrogen fertilization on young 'Elberta' peach trees. *Proc. Amer. Hort. Sci.* 68: 51-55.
- 52.- Rogers, E. 1973. Iron induced manganese deficiency in july 'Elberta' peach trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 98 (1): 19-22.
- 53.- Rogers, B.L. and L.P. Batjer. 1954. Seasonal trends of six nutrient elements in the flesh of wines and delicious apple fruits. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 63: 67-73.
- 54.- _____, _____ and H.D. Billingsley. 1955. Fertilizer application as related to N, P, K, Ca and Mg utilization by peaches trees. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 66: 9-15.
- 55.- _____, _____ and N.H. Thompson. 1953. Seasonal trend of several nutrient elements in delicious apple leaves expressed on a per cent and unit area basis. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 61: 1-5.
- 56.- _____ Chaplin, C.E. and D.C. Martin. 1978. Effect of apple rootstock tree spacing, tree spacing and cultivar on fruit and tree size yield and foliar composition. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103 (2): 230-232.

- 57.- Rogers, E., G. Johnson, and D. Johnson. 1972. Iron induced manganese deficiency in 'Sungold' peach and its effects on fruit composition and quality. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 99 (3): 242-244.
- 58.- Simmons, R.S. 1965. Nutritional status of apple trees in relation to location of sample, date, variety and Irrigation. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 86: 55-60.
- 59.- Sistrunk, J.W. and R.W. Campbell. 1966. Calcium content differences in various apple cultivars as affected by rootstock. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 88: 38-41.
- 60.- Smith, P.F. 1962. Mineral analysis of plant tissues. *Plant Physiol.* 13: 81-105.
- 61.- Smith, C.B. and G.A. Taylor. 1952. Tentative optimum leaf concentrations of several elements for 'Elberta' peach and Stayman apple in Pennsylvania Orchards. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 60: 33-41.
- 62.- Trocme, S. y R. Gras. 1979. suelo y fertilización en Fruticultura 2da. Edición Mundi-Prensa, España. p.530.
- 63.- Westwood, M.N. 1978. Temperate-Zone Pomology. W.H. Freeman and Company. San Francisco. E.U. p.428.

VII.- A P E N D I C E

CUADRO 2a.- PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL SUELO, EN LOS CAMPOS MUESTREADOS PARA DURAZNO 'DESERTGOLD' / NEMAGUARD. COSTA DE HERMOSILLO. 1982.

CAMPO	Prof. (cm)	pH	C.E. x 10 ³	% CaCo ₃	T E X T U R A			Clasificación
					Areña	Arcilla	Limo	
'Carmen Dolores'	0 - 30	7.6	0.42	2.87	83.47	5.53	11.0	A ₆
	30 - 60	7.7	0.40	3.25	83.47	5.53	11.0	A ₆
	60 - 90	7.6	0.50	3.18	77.24	5.53	34.0	A ₆
	90 - 120	7.8	0.35	1.93	84.47	2.53	9.0	A
'San Enrique'	0 - 30	7.5	0.60	4.80	65.47	17.07	17.46	Fa
	30 - 60	7.6	0.70	5.00	67.46	13.07	19.46	Fa
	60 - 90	7.6	0.65	7.80	66.46	12.07	21.46	Fa
	90 - 120	7.6	0.70	8.30	67.46	13.17	19.46	Fa
'La Morena'	0 - 30	7.2	0.60	4.80	28.52	24.75	46.0	F
	30 - 60	7.5	0.70	5.00	36.53	18.75	44.7	F
	60 - 90	7.6	0.65	7.80	28.52	10.03	61.0	FL
	90 - 120	7.6	0.70	8.30	24.53	12.03	63.0	FL

CUADRO 2b.- PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL SUELO, EN LOS CAMPOS MUESTREADOS PARA MANZANO. COSTA DE HERMO
SILLO. 1982.

CAMPO	Prof. (cm)	pH	C.E. x 10 ³	% CaCO ₃	TEXTURA			Clasificación
					Arena	Arcilla	Limo	
'Carmen Dolores'	0 - 30	7.8	0.62	5.25	64.93	7.07	28.0	Fa
	30 - 60	7.8	0.45	4.56	84.47	5.07	26.0	aF
	60 - 90	7.7	0.35	2.18	95.79	7.07	2.8	A
	90 - 120	7.8	0.75	3.56	94.99	1.81	3.2	A
'La Morena'	0 - 30	7.4	4.75	5.0	14.93	48.15	36.9	R
	30 - 60	7.6	1.5	4.18	36.70	12.15	50.9	Fl
	60 - 90	7.6	1.0	4.06	68.90	8.15	22.9	Fa
	90 - 120	7.5	0.95	4.25	46.93	10.15	42.9	Fa
'Navolato'	0 - 30	7.5	0.85	15.80	40.93	34.15	24.92	Fh
	30 - 60	7.5	1.15	22.25	58.93	14.15	26.92	Fha
	60 - 90	7.6	1.30	23.81	69.93	14.15	22.92	Fha
	90 - 120	8.1	1.40	22.50	60.93	16.15	22.92	Fa

CUADRO 3a.- CONCENTRACION STANDARD DE NUTRIENTES EN HOJA PARA ARBOLES DE DURAZNO, LAS HOJAS SE COLECTARON A LA MITAD DEL VERANO (42).

NUTRIENTE	DEFICIENTE	ABAJO NORMAL	NORMAL	ARRIBA NORMAL	EXCESO
NITROGENO %	1.6-2.4	2.5-2.9	3.0-3.5	3.6-4.2	
FOSFORO %	0.10	0.11-0.15	0.16-0.26	0.27-0.30	0.42
POTASIO %	0.5-1.0	1.1 -2.0	2.1 -3.0	3.1-4.2	
CALCIO %	0.2-1.1	1.2 -1.7	1.8 -2.7	2.8-3.5	
MAGNESIO %	0.10-0.30	0.10-0.30	0.43-0.70	0.71-1.40	
FIERRO ppm	50-99		100-230	231-500	500
COBRE ppm			3-16	17-30	
MANGANESO ppm	5-20	21-30	31-160	161-399	400-1350
ZINC ppm	2-15	10	16-45	46-140	200
SODIO %			0.004-0.01	0.02-0.03	0.5-1.0
CLORO %			0.02-0.30	0.31-0.9	1.0-3.0

CUADRO 4 a. - CONCENTRACION STANDARD DE NUTRIENTES EN HOJA PARA ARBOLES DE MANZANO. LAS HOJAS SE COLECTARON A LA MITAD DEL VERANO (13, 63).

NUTRIENTE	DEFICIENTE	NORMAL	EXCESO
NITROGENO %	1.4 - 1.7	1.8 - 3.0	3.0
FOSFORO %	0.09 - 0.10	0.11 - 0.50	0.70
POTASIO %	1.0	1.0 - 1.91	2.0
CALCI0 %	0.45	0.46 - 2.0	3.0
MAGNESIO %	0.25	0.26 - 0.40	2.0
FIERRO ppm	40	40 - 280	500
COBRE ppm	3	4 - 40	100
MANGANESO ppm	5 - 25	6 - 160	450
ZINC ppm	10	10 - 44	200
SODIO %			
CLORO %			

TABLA 1a.- TERMINOLOGIA Y DEFINICION PARA LA CONCENTRACION DE RANGOS NUTRICIONALES EN HOJAS Leece (36).

RANGO (KENWORTRY 1961)	DEFINICION (MODIFICACION DE JONES 1966).
DEFICIENCIA	<i>Arboles que se observan claramente con deficiencia de nutrientes.</i>
DEBAJO DE LO NORMAL	<i>Arboles en apariencia normal pero con probable respuesta a la aplicación de este elemento.</i>
NORMAL	<i>Arboles en apariencia normal y - tienen una adecuada concentración de nutrientes para una máxima cosecha.</i>
ARRIBA DE LO NORMAL	<i>Arboles normales en apariencia y óptimos niveles de producción que puede ser obtenido, sin embargo la concentración de nutrientes es alta que se excede y resulta un desbalance.</i>
EXCESO	<i>Arboles con otros síntomas visibles claros de desorden nutricional o apariencia normal. La producción se reduce significativamente por estos excesos en los nutrientes.</i>