

# **NUTRIMENTAL DIAGNOSIS OF THE 'HASS' AVOCADO (*PERSEA AMERICANA* Mill.) UNDER RAINFED CONDITIONS**

Samuel Salazar-García<sup>1</sup> e Ignacio Lazcano-Ferrat<sup>2</sup>

## **SUMMARY**

To sustain high fruit production with the size and quality demanded by national and international markets, information on balanced fertilization management in avocado orchards is needed. Nutrition information in the "Hass" avocado producing areas of the State of Nayarit is lacking. Thus, to obtain information on the nutrition status of the avocado plant, through foliar analyses techniques and to determine avocado fertilization needs were the objectives of this study. During 1998, foliar analyses were performed in 38 orchards, most of them in rainfed fields with different agronomic production systems. Levels of potassium (K) and sulfur (S) "below normal" was the most frequent condition. Nitrogen (N) status was close to the lower critical "normal" level in most orchards. Phosphorus (P), calcium (Ca), iron (Fe) manganese (Mn) and zinc (Zn) were "normal" in many orchards. Boron levels were "below normal" in most orchards. Excess levels of copper (Cu) were detected in fungicide sprayed trees. Sodium levels were low (deficient), but acceptable for avocado. In some orchards, were coffee trees are "intercropped" with avocado, K levels were low. However this was not for all fields; some other orchards presented high N,P,K,S and B levels. Nutrition status of trees in irrigated orchards was similar to rainfed orchards. Soils of the Tepic and Xalisco municipal regions are adequate for avocado production. However, some nutrimental unbalances should be corrected to obtain higher yields and best quality. The result of this research has been used for growers to improve their fertilization practices during 1999.

---

<sup>1</sup> INIFAP-Campo Experimental Santiago Ixcuintla, Apdo. Postal 100, Santiago Ixcuintla, NAY 63300, México. Tel./Fax: (323) 5-0710, E-mail: ssalazar@tepic.edi.com.mx

<sup>2</sup> Instituto de la Potasa y el Fósforo, Ignacio Pérez 28 Sur Desp. 216, Querétaro, QRO. 76000, México. Tel. (42) 15-1629, Fax: (42) 15-1638, E-mail: inpofos@albec.net.mx

## **DIAGNOSTICO NUTRIMENTAL DEL AGUACATE (*PERSEA AMERICANA* MILL.) 'HASS' BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL.**

Samuel Salazar-García<sup>3</sup> e Ignacio Lazcano-Ferrat<sup>4</sup>

### **RESUMEN**

Para sostener una alta producción de fruta con el tamaño y calidad que requieren los mercados nacionales y del extranjero es necesario disponer de información que permita un manejo balanceado de la fertilización en los huertos de aguacate. En la zonas productoras de aguacate 'Hass' del estado de Nayarit se carece de información acerca de la condición nutrimental de este frutal por lo que el obtener esta información, mediante la técnica del análisis foliar, y el utilizarla para determinar las necesidades de fertilización fue el objetivo de este estudio. Durante 1998 se realizaron muestreos foliares en 38 huertos, la mayoría de temporal, y diferentes condiciones de cultivo. Niveles "abajo de lo normal" de potasio (K) y azufre (S) fue la condición más frecuente. El nitrógeno (N) se ubicó cerca del limite inferior de lo "normal" para la mayoría de los huertos. En la mayor parte de los huertos el fósforo (P), calcio (Ca), hierro (Fe), manganeso (Mn) y cinc (Zn) fueron ubicados como "normales". El boro (B) resultó "abajo de lo normal" en la mayoría de los huertos. El cobre (Cu) se encontró en niveles excesivos en aquellos huertos que fueron asperjados con fungicidas con cobre. El sodio se encontró en niveles deficientes, pero aceptables para el aguacate. En algunos

---

<sup>3</sup> INIFAP-Campo Experimental Santiago Ixcuintla, Apdo. Postal 100, Santiago Ixcuintla, NAY 63300, México. Tel./Fax: (323) 5-0710, E-mail: [ssalazar@tepic.edi.com.mx](mailto:ssalazar@tepic.edi.com.mx)

<sup>4</sup> Instituto de la Potasa y el Fósforo, Ignacio Pérez 28 Sur Desp. 216, Querétaro, QRO. 76000, México. Tel. (42) 15-1629, Fax: (42) 15-1638, E-mail: [ininfos@albec.net.mx](mailto:ininfos@albec.net.mx)

huertos la presencia de árboles de café intercalados con el aguacate disminuyó los niveles de K, aunque en otros se incrementaron los niveles de N, P, K, S y B. La condición nutrimental de los huertos con riego de auxilio fue similar a las de los huertos cultivados sin riego. Los suelos en los que se cultiva el aguacate 'Hass' en los Mpios. de Tepic y Xalisco son adecuados para este frutal, aunque se deben de corregir ciertos desbalances nutrimentales. Este diagnóstico ha sido utilizado por los productores de aguacate de Nayarit para modificar la fertilización de 1999.

**Palabras Clave:** *Persea americana*, nutrición mineral, suelos volcánicos, análisis foliar.

## INTRODUCCION

En el estado de Nayarit se cultivan alrededor de 2,300 has de aguacate (SAGAR, 1997). El cv. Hass es el predominante en el estado lo cual ubica a Nayarit como el segundo productor nacional de este cultivar. Los principales municipios productores son Tepic y Xalisco. En estos municipios, los suelos cultivados con aguacate son de origen volcánico, de color café a café claro amarillento en la superficie, disminuyendo la intensidad del mismo hasta encontrarse con una coloración blanca que se prolonga hasta el fondo del perfil (Ulloa Méndez, 1994). El material blanco es de origen volcánico (vidrio volcánico) comúnmente conocido como "pómez" o "xal". Sobre este material, aun en proceso de alteración, ocurrió un depósito posterior de ceniza volcánica (café) de espesor variable. Tanto los depósitos de xal como de ceniza volcánica, son los depósitos más recientes en la zona y por la posición en que se encuentran, la ceniza volcánica fue la última en acumularse. Estos suelos son poco profundos (30 a 90 cm), con excelentes características físicas (textura franca,

estructura suave) y son fáciles de operar mecánicamente. Su principal problema para la agricultura mecanizada es la topografía y su drenaje superficial rápido.

La mayor parte de la superficie con aguacate es de temporal, con una precipitación pluvial media anual de 1225 mm, distribuida principalmente de Junio a Septiembre. El éxito en la producción de aguacate sin riego en los municipios de Tepic y Xalisco es debido al suministro de humedad que proporciona el subsuelo (xal) durante la época de sequía (Octubre-Mayo). Además de humedad, el xal proporciona excelente drenaje lo cual reduce la incidencia del hongo *Phytophthora cinnamomi* Rands, causante de la “tristeza del aguacate”. El xal está compuesto principalmente de silicatos amorfos de aluminio y su aportación de nutrientes a la planta es mínima por lo que desde el punto de vista de fertilidad del suelo la presencia de xal requiere de un manejo cuidadoso de la fertilización.

Para lograr niveles altos de productividad en el cultivo del aguacate en Nayarit se requiere de la aplicación de fuentes externas de nutrimentos. La aplicación de fertilizantes, tanto orgánicos como inorgánicos, se debe de realizar considerando las necesidades de la planta, las características físico-químicas del suelo, las condiciones de cultivo y el comportamiento fenológico del árbol. El análisis foliar es una herramienta importante para conocer el estado nutrimental de huertos comerciales, particularmente para el desarrollo de programas de fertilización, ya que podría ayudar a mejorar no sólo el rendimiento sino el tamaño y calidad de la fruta. El análisis foliar es una técnica para correlacionar el contenido nutrimental de las hojas con su apariencia

física, tasa de crecimiento y rendimiento y calidad del producto cosechado (Ulrich, 1952; Bates, 1971). La premisa que sustenta el análisis foliar es de que hay una relación biológica entre el contenido de nutrimentos y el desarrollo de la planta. (Ulrich, 1978) por lo que podría ser de utilidad para predecir las necesidades de fertilización.

Los resultados de los análisis foliares pueden interpretarse con diversos enfoques. Para esto se han generado valores críticos o estándares, ya sea mediante modelos matemáticos o por examinación cualitativa de las respuestas a los fertilizantes. Gracias a la intensa investigación realizada durante los 60's y 70's, se generaron guías para determinar el estado nutrimental del aguacate. Algunas de ellas son: Niveles críticos e Intervalos de suficiencia (Embleton y Jones, 1966), Índices de Balance (Kenworthy, 1961, 1973) y DRIS (Sumner, 1985). Se considera que la técnica de Índices de Balance es apropiada para árboles frutales ya que además de considerar en su cálculo un valor estándar (óptimo) del contenido de cualquier nutrimento, incluye la variación fisiológica natural existente en una población de árboles con altos rendimientos y no requiere de una gran base de datos, como el DRIS. Los Índices de Balance han sido utilizados exitosamente en México para diagnosticar el estado nutrimental del aguacate 'Hass' en Michoacán (Palacios, 1986) y 'Fuerte' en Puebla (Núñez-Moreno, 1987) así como de los mangos 'Haden' y 'Tommy Atkins' en Nayarit (Salazar-García et al., 1993).

El manejo actual de la fertilización en los huertos de aguacate en Nayarit se realiza en forma empírica. No se dispone de un diagnóstico nutrimental que permita conocer las necesidades de fertilización. El objetivo del presente estudio fue el de determinar la

condición nutrimental foliar del aguacate 'Hass' en los municipios de Tepic y Xalisco, Nayarit, mediante la técnica de diagnóstico Indices de Balance. El propósito final fue el de proponer a técnicos y productores de aguacate los ajustes necesarios a los programas actuales de fertilización.

## **MATERIALES Y METODOS**

### **Selección de huertos**

Se seleccionaron 38 huertos comerciales de aguacate 'Hass', injertado sobre portainjertos criollos originados por semilla. En el municipio de Tepic los siguientes sistemas de cultivo fueron muestreados: **a)** aguacate solo y sin riego (13 huertos en las localidades de El Izote, Los 14 ases y La Yerba), **b)** aguacate intercalado con café y sin riego (4 huertos en El Izote y La Yerba), **c)** aguacate solo y con riego de auxilio (1 huerto en La Yerba).

Los sistemas de cultivo muestreados en el municipio de Xalisco fueron: **a)** aguacate solo y sin riego (10 huertos en Xalisco, San Juan Bautista y El Cuarenteño), **b)** aguacate intercalado con café y sin riego (6 huertos en Xalisco, San Juan Bautista y El Cuarenteño), **c)** aguacate solo y con riego de auxilio (4 huertos en Xalisco y San Juan Bautista).

Los huertos de aguacate fueron  $\geq 8$  años de edad, sin síntomas visuales de daños por *Phytophthora cinnamomi* y tuvieron el mismo programa de fertilización durante 1997 y

1998. De cada huerto se obtuvo información sobre adicional sobre el manejo del huerto.

### **Muestreo foliar y de suelo**

Durante septiembre-octubre 1998, en cada huerto se tomaron muestras foliares de 20 árboles con carga de fruto  $\geq 85$  kg. En cada árbol se colectaron 2 hojas completas (lámina + peciolo), sanas, de 5-7 meses de edad (agosto a octubre) y de la parte media de brotes terminales sin fructificar del flujo de primavera. Las hojas fueron colocadas en bolsas de plástico y se mantuvieron en un termo hasta llegar al laboratorio, donde fueron lavadas por cuatro veces con agua destilada y secadas en una estufa con aire forzado a 60 °C durante 72 h. Posteriormente, las hojas fueron molidas en un molino de acero inoxidable hasta pasar por una malla No. 40. Para la caracterización química del suelo se obtuvieron tres muestras representativas del tipo de suelo más común y de las siguientes fracciones: capa arable, capa de transición y subsuelo (xal).

## **Análisis químico**

Las muestras de suelos y hojas fueron analizadas por el laboratorio comercial “AgroLab”, en Santiago Ixcuintla, Nayarit. En las muestras foliares se determinó el contenido de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn, B, Zn, Na, Cl y Mo. Mientras que en las de suelo se determinó: textura, pH, conductividad eléctrica y fertilidad (materia orgánica, N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Mn y Cu).

## **Interpretación del análisis foliar**

Se utilizó el enfoque de Índices de balance desarrollado por Kenworthy (1973). El cálculo de los Índices de balance se hizo con las siguientes ecuaciones:

Si X (valor reportado por el laboratorio) fue menor que el valor estándar (Cuadro 1):

$$P = (X/S) 100$$

$$I = (100-P) (CV/100)$$

$$B = P + I$$

Cuando X fue mayor que el valor estándar

$$P = (X/S) 100$$

$$I = (P - 100) (CV/100)$$

$$B = P - I$$

En donde: X = muestra problema; S = valor estándar; I = influencia de la variación; P = porcentaje del estándar; CV = coeficiente de variación de cada nutrimento; B = índice de balance.



Como valores estándar de referencia se tomaron los propuestos por Robinson (1986) y Palacios (1986). Cuando se careció de valor estándar o C.V. para algún nutrimento, éste se calculó a partir de los intervalos propuestos por Embleton y Jones (1966) y de los resultados de este trabajo (Cuadro 1). Para obtener el diagnóstico se usaron los promedios de los huertos muestreados en cada condición de cultivo.

Cuadro 1. Valores estándar (S) y coeficientes de variación (C.V.) utilizados para calcular los Indices de Balance.

Nutrimento	S	Referencia	C.V. (%)	Referencia
N (%)	2.35	Palacios, 1986	10.9	Palacios, 1986
P (%)	0.14	Palacios, 1986	11.1	Palacios, 1986
K (%)	1.37	Embleton and Jones, 1966 <sup>z</sup>	15.9	Palacios, 1986
Ca (%)	1.86	Palacios, 1986	17.6	Palacios, 1986
Mg (%)	0.58	Palacios, 1986	15.7	Palacios, 1986
S (%)	0.4	Embleton and Jones, 1966	11	Este trabajo <sup>y</sup>
Fe (ppm)	91	Palacios, 1986	38.9	Palacios, 1986
Cu (ppm)	10	Embleton and Jones, 1966	70.4	Este trabajo
Mn (ppm)	240	Palacios, 1986	38.9	Palacios, 1986
Zn (ppm)	27	Palacios, 1986	32.8	Palacios, 1986
B (ppm)	75	Embleton and Jones, 1966	49.3	Este trabajo
Na (ppm)	296	Palacios, 1986	13.1	Palacios, 1986
Cl (%)	0.25	Embleton and Jones, 1966	96.3	Este trabajo

<sup>z</sup> Niveles adaptados de estudios realizados por Goodall et al. (1965) en hojas completas (lámina + peciolo), sanas, de 5 a 7 meses de edad, de la parte media de brotes terminales de primavera sin fructificar de árboles de aguacate 'Fuerte'.

<sup>y</sup> Calculados a partir de datos obtenidos en este estudio.

## RESULTADOS

### Estado nutrimental del aguacate 'Hass' solo y sin riego

#### Municipio de Tepic

**Huertos de El Izote.** Los nutrimentos detectados como “abajo de lo normal” fueron el azufre (S) y boro (B). El nitrógeno (N), hierro (Fe) y cinc (Zn), se ubicaron dentro del rango “Normal”, aunque en general mostraron tendencia a ser bajos. El fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y manganeso (Mn) se ubicaron dentro del rango de normalidad. Los cloruros (Cl) se ubicaron como “normales”, aunque se preferirían valores más bajos. El Cu se encontró en niveles excesivos. No se encontraron niveles tóxicos de Na (Fig. 1A).

**Huertos de Los 14 Ases.** Al igual que en los huertos anteriores, los nutrimentos detectados como “abajo de lo normal” fueron el azufre y el boro. El potasio se encontró “normal”, aunque un poco bajo. El cobre se encontró en exceso. El sodio se encontró en niveles deficientes, lo cual es deseable para el aguacate. El resto de los nutrimentos presentaron niveles “normales” (Fig. 1B).

**Huertos de La Hierba.** En estos huertos, sólo el potasio y el azufre presentaron niveles “abajo de lo normal”. El resto de los nutrimentos, excepto el cobre que se le encontró en “exceso”, presentaron niveles “normales” (Fig. 2A).

### **Municipio de Xalisco**

**Huertos de Xalisco.** El azufre fue el único nutrimento que presentó valores “abajo de lo normal”. El resto de nutrimentos presentaron niveles considerados como “normales”, aunque los niveles de boro y potasio no fueron muy satisfactorios (Fig. 2B).

**Huertos de San Juan Bautista.** Los nutrimentos encontrados en niveles “abajo de lo normal” fueron el N, K, S y B, aunque existe el riesgo de deficiencia de cinc. En estos huertos se usaron fungicidas sin cobre, como el Benlate<sup>®</sup>, razón por la que los niveles de cobre no resultaron “excesivos”. El resto de nutrimentos se ubicaron dentro de niveles “normales”, excepto el manganeso, el cual se ubicó “arriba de lo normal” (Fig. 3A).

**Huertos de El Cuarenteño.** Para estos huertos, el potasio, azufre y boro fueron ubicados como “abajo de lo normal”. En el caso del cobre, este fue ubicado en “exceso”. Al resto de nutrimentos se les encontró en concentraciones “normales” (Fig. 3B).

### **Estado nutrimental del aguacate ‘Hass’ con café y sin riego**

La presencia de árboles de café intercalados con el aguacate disminuyó el contenido foliar de potasio en los huertos de “El Izote’ (Figs. 1A y 4A) y “Xalisco” (Figs. 2B y 5A). En el caso de otros huertos no se encontró un efecto detrimental del café sobre la nutrición del aguacate, aunque en ocasiones se observaron incrementos en los niveles de N, P, K, S y B (Figs. 4B, 5B y 6A).

### **Estado nutrimental del aguacate ‘Hass’ solo y con riego de auxilio**

Como el número de huertos de aguacate en los que se aplicaron riegos de auxilio fue muy limitado, el diagnóstico se realizó con el promedio de los huertos muestreados en los Mpios. de Tepic y Xalisco. El riego de auxilio no mejoró notoriamente la condición nutrimental de los huertos de aguacate. Sin embargo, consistente con los resultados de los huertos de aguacate cultivados sin riego, el azufre y el boro estuvieron “abajo de lo normal” (Fig. 6B).

### **Características físico-químicas del suelo**

La mayoría de los huertos de aguacate de ambos municipios se encontraron establecidos en suelos de textura franco arcillosa. La fertilidad del suelo fue superior en el primer estrato (0-35 cm), en el cual se observó el mayor crecimiento de raíces. Pocas raíces fueron observadas en el estrato 35-70 cm y estuvieron ausentes en profundidades del suelo superiores a 70 cm. El pH fue casi neutro, sin problemas de salinidad. El contenido de materia orgánica estuvo a niveles aceptables únicamente en

el primer estrato. A excepción de los contenidos de K, Fe, Zn y Mn, los nutrientes estuvieron en niveles de “mediano” a “muy bajo”.

Cuadro 2. Algunas propiedades del tipo de suelo predominante en los Municipios de Tepic y Xalisco, Nayarit.

	<i>Estrato 0-35 cm</i>	<i>Estrato 35-70 cm</i>	<i>Estrato 70-100 cm</i>
<i>-----Características físicas-----</i>			
Textura (arena/arcilla/limo)	Franco arcilloso 45%/33%/22%	Franco arcilloso 41%/34%/25%	Franco areno arc. 49%/24%/27%
Punto de saturación (%)	52 (alto)	62 (muy alto)	93 (muy alto)
Capacidad de campo (%)	37.8	38.8	35.3
Punto de march. permanente (%)	23.2	23.9	20.8
<i>-----Fertilidad-----</i>			
pH (1:2 agua)	6.5 (casi neutro)	7.1 (casi neutro)	7.1 (casi neutro)
pH (1:2 CaCl <sub>2</sub> )	5.1 (mod. ácido)	5.9 (mod. ácido)	6.1 (casi neutro)
CE (dS/m extracto sat.)	0.3 (libre)	0.2 (libre)	0.2 (libre)
M.O. (%)	3.4 (alto)	1.1 (bajo)	0.3 (muy bajo)
N-NO <sub>3</sub> (ppm)	2 (bajo)	2 (muy bajo)	5 (bajo)
P-Olsen (ppm)	3 (bajo)	4 (bajo)	2 (muy bajo)
P-Bray (ppm)	8 (bajo)	6 (bajo)	5 (bajo)
K (ppm)	618 (mediano)	804 (mod. alto)	471 (mediano)
Ca (ppm)	1435 (mod. bajo)	1137 (mod. bajo)	583 (bajo)
Mg (ppm)	210 (mod. bajo)	208 (mod. alto)	115 (bajo)
Na (ppm)	49 (muy bajo)	98 (bajo)	88 (bajo)
Fe (ppm)	41.1 (alto)	29.9 (mod. alto)	14.8 (mediano)
Zn (ppm)	65.5 (muy alto)	13.1 (muy alto)	24.2 (muy alto)
Mn (ppm)	14.9 (mediano)	11.1 (mediano)	7.1 (mod. bajo)
Cu (ppm)	0.2 (bajo)	0.3 (bajo)	0.2 (bajo)

## DISCUSION

El sistema radical del aguacate es típicamente superficial, particularmente en suelos de textura ligera (Salazar-García y Cortés-Flores, 1986). Sin embargo, en este estudio, la abundancia de raíces en el primer estrato de suelo (0-35 cm) no sólo se debe a la alta fertilidad de este estrato sino a que las raíces que exploran capas más profundas, donde existe xal puro mueren, ignorándose la causa.

En la mayoría de los huertos de temporal y medio riego muestreados los niveles foliares de sodio resultaron “deficientes”. Esto era de esperarse ya que la fuente más común de sales puede ser el agua de riego. Sin embargo, esto no es obligatorio, ya que existe evidencia de niveles bajos de Na en huertos de aguacate ‘Fuerte’ irrigados con agua de salinidad media (Salazar-G et al., 1987). Por otra parte, niveles bajos de Na son deseables para el aguacate dada su gran susceptibilidad a este nutrimento (Ayers et al., 1951). Los niveles “excesivos” de Cu fueron comunes en huertos en los que el control de enfermedades durante el periodo de lluvias fue realizado con fungicidas a base de cobre.

El aguacate es una planta extremadamente sensible al exceso de cloruros ( $Cl^-$ ) en las hojas. Concentraciones de 0.25% o inferiores son suficientes para causar quemaduras de los ápices y márgenes de las hojas (Embleton y Jones, 1966; Solares-Morales et al., 1984; Salazar-García et al., 1987). Concentraciones superiores a 0.5% junto con

deficiencias de agua pueden causar la defoliación de los árboles (Salazar-García y Cortés-Flores, 1988). En los huertos muestreados en este estudio se observaron quemaduras del follaje durante el periodo de sequía, acrecentándose en los meses de Abril y Mayo. Aunque en este estudio los niveles foliares de cloruros nunca fueron ubicados como excesivos, es sería conveniente suspender el uso del fertilizante triple 17 (17-17-17), ya que este producto contiene cloruro de potasio (KCl), como fuente de potasio.

El nitrógeno es el nutrimento que más frecuentemente se aplica en los huertos de aguacate. Esta es la razón por la que no fue común encontrar deficiencias de nitrógeno. Sin embargo, es recomendable incrementar la cantidad aplicada para evitar deficiencias futuras. Una excelente fuente de nitrógeno y otros nutrimentos, incluyendo fósforo y micronutrientes, es el estiércol, ya sea vacuno o gallinaza.

Contrario a lo que se esperaba, los niveles de fósforo siempre fueron ubicados como “normales”. Esto puede ser debido, por un lado, a que no existen problemas de fijación de fósforo en los suelos donde se cultiva aguacate y, por otro lado, a la aplicaciones de estiércol vacuno o gallinaza efectuadas los dos años anteriores al muestreo. Dado el origen volcánico de los suelos aguacateros de los Mpios. de Xalisco y Tepic, existía la creencia generalizada que estos suelos eran de pH ácido (pH = 5 a 6) lo que podría inhibir el crecimiento y producción del aguacate, sobre todo debido al  $Al^{3+}$  intercambiable que se encuentra en grandes cantidades (Du Plessis y Koen, 1987).



Para evitar la deficiencia de potasio, se debe de incrementar la aplicación de este nutrimento. Como fuente de potasio se puede usar el sulfato de potasio, ya que además de contener potasio suministraría azufre, el cual fue encontrado en niveles “abajo de lo normal;” en todos los huertos muestreados. Cuando se intercale café en los huertos de aguacate se deberá de incrementar la cantidad de potasio aplicada, evitando aplicar cloruro de potasio.

Las deficiencias de micronutrientes son comunes en la mayoría de las zonas aguacateras del mundo (Lahav, 1998), incluyendo Michoacán (Aguilera-Montañez y Salazar-García, 1991). Nuestros resultados muestran que en Nayarit, el aguacate ‘Hass’ presentó niveles “normales” de hierro, manganeso y cinc. Sin embargo, en la mayoría de los huertos el boro resultó “abajo de lo normal” por lo que se debe de considerar su aplicación. El ácido bórico, el bórax o el Solubor<sup>®</sup> aplicados durante el estado coliflor de la inflorescencia (elongación de los ejes secundarios de la inflorescencia; los ejes terciarios todavía están cubiertos por sus brácteas; las flores están pequeñas y cerradas) (Salazar-García et al., 1998) han mejorado el amarre de fruto, aunque todavía no existen resultados concluyentes para rendimiento. (Jaganath y Lovatt, 1998).

Los resultados preliminares aquí presentados indican que los suelos en los que se cultiva aguacate ‘Hass’ en los Mpios. de Tepic y Xalisco son apropiados para este cultivo. También, se determinó que la condición nutrimental de los huertos con riegos de auxilio es similar a las de los huertos cultivados sin riego. Aparentemente el cultivo

intercalado de café no afecta negativamente (excepción del potasio) la condición nutrimental del aguacate. Sin embargo, esta práctica disminuye la productividad de los huertos de aguacate debido a la muerte de ramas bajas productivas debido al sombreado del café. Además, la presencia de arboles de café dentro de los huertos favorece la incidencia de enfermedades fungosas, tanto en la época de sequía como en la de lluvias, propiciada por la deficiente ventilación del huerto. Los resultados de este diagnóstico ya han sido utilizados por los productores de aguacate para hacer las modificaciones pertinentes al programa de fertilización 1999. El análisis foliar se debe de realizar rutinariamente para determinar la conveniencia de hacer cambios a la fertilización de los huertos de aguacate..

### **CONCLUSIONES**

Las características físicas y de fertilidad de los suelos en los que se cultiva aguacate 'Hass' en los Mpios. de Tepic y Xalisco son apropiadas para este cultivo, sin embargo, se deben de corregir ciertos trastornos nutrimentales como las deficiencias de potasio, azufre y boro. El suministro de riegos de auxilio no mejoró los niveles nutrimentales foliares del aguacate. Aparentemente el cultivo intercalado de café no afecta negativamente (excepción del potasio) la condición nutrimental del aguacate. Sin embargo, esta práctica disminuye la productividad de los huertos. La información generada por esta investigación ya fue incorporada por los productores de aguacate al programa de fertilización 1999. Es necesario investigar la causa de la muerte de las raíces que establecen contacto con las capas de xal puro.

## **AGRADECIMIENTOS**

Esta investigación fue financiada parcialmente por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), El Instituto de la Potasa y el Fósforo (INPOFOS), la Fundación Produce Nayarit y la Unión de Sociedades de Producción Rural Aguacate Hass de Nayarit de R.L.

## **LITERATURA CITADA**

- AYERS, A.D, ALDRICH, D.G., and COONY, J.J. 1951. Sodium and chloride injury of Fuerte avocado leaves. Calif. Avocado Soc. Yrbk. 36:174-178.
- BATES, T.E. 1971. Factors affecting critical nutrient concentrations in plants and their evaluation: A review. Soil Sci. 112:116-130.
- DU PLESSIS, S.F. and KOEN, T.J. 1987. Comparison of different calcium sources on avocado production. South African Avocado Grower's Assoc. Yrbk. 10:49-51.
- EMBLETON, T.W. and JONES, W.W. 1966. Avocado and mango nutrition. In: Childers, N.F. (ed.) Fruit Nutrition. Horticultural Publications. Rutgers Univ. New Brunswick, NJ. pp. 51-76.
- JAGANATH, I.B. and LOVATT, C.J. 1998. Efficacy studies on prebloom canopy applications of boron and/or urea to 'Hass' avocados in California. Proc. World Avocado Congress III, Tel Aviv, Israel, Oct. 22-27, 1995. p. 181-184.
- KENWORTHY, A.L. 1961. Interpreting the balance of nutrient elements in leaves of fruit trees. In: Reuther, W.(ed.). Plant analysis and fertilizer problems. A.I.B.S. Pub. 8 Washington D.C.

- KENWORTHY, A.L. 1973. Leaf analysis as an aid in fertilizing orchards. In: Walsh, L.M. and J.D. Beaton (eds.) Soil testing and plant analysis. Soil Sci. Soc. Amer. Madison WI. pp. 381-392.
- LAHAV, E. 1998. Avocado nutrition- A review. Proc. World Avocado Congress III, Tel Aviv, Israel, Oct. 22-27, 1995. p. 143-151.
- NUÑEZ-MORENO, J. H. 1987. Evaluación del método DRIS para la determinación del estado nutrimental del cultivo del aguacate (*Persea americana* Mill.) cv. Fuerte. Teis M.C. Colegio de Postgraduados. 176 p.
- PALACIOS A., J.M. 1986. Dinámica y balance nutrimental en árboles de aguacate (*Persea americana* Mill.) cv. Hass, con alto y bajo rendimiento en la región de Uruapan, Michoacán. Tesis M.C, Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx. 93 p.
- ROBINSON, J.B. 1986. Fruits, vines and nuts. In: Reuter, D.J. and J.B. Robinson (eds.). Plant analysis: an interpretation manual. Inkata Press. pp. 120-147.
- SAGAR. 1997. Avances de siembras y cosechas 1996. Subdelegación agropecuaria de la Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. Delegación Nayarit.
- SALAZAR GARCÍA, S. and CORTÉS FLORES, J. I., 1986. Root distribution of mature avocado trees growing in soils of different texture. Calif. Avocado Soc. Yrbk. 70:165-174.
- SALAZAR GARCÍA, S. and CORTÉS FLORES, J.I. 1988. Leaf scorch and mineral nutrition of avocado trees irrigated with saline water. Calif. Avocado Soc. Yrbk. 72:229-235.

- SALAZAR GARCÍA, S., CORTÉS FLORES, J.I., ALCALDE BLANCO, S. y ZÁRATE DE LARA, G.P. 1987. Daños por salinidad en árboles de aguacate "Fuerte" en Atlixco, Puebla. *Agrociencia* 68:115-134.
- SALAZAR-GARCÍA, S., LORD, E.M. and LOVATT, C.J.. 1998. Inflorescence and flower development of the 'Hass' avocado (*Persea americana* Mill.) during "on" and "off" crop years. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 123:537-544.
- SALAZAR-GARCÍA, S., GUTIÉRREZ CAMACHO, G., BECERRA BERNAL, E. y GÓMEZ AGUILAR, J.R. 1993. Diagnóstico nutricional del mango en San Blas, Nayarit. *Rev. Fitotecnia Mex.* 16:190-202.
- SOLARES M., R.F.J., HERRERA G., A., SALAZAR G., S. y BORYS, M.W. 1984. Tolerancia de aguacates (*Persea americana* Mill. y *P. schiedeana* Nees) a condiciones de salinidad progresiva. IV. Relación entre grado daños al follaje y la concentración de cloro y sodio. *Rev. Chapingo* 9 (45/46):20-26.
- SUMNER, M.E. 1985. The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) as a guide to orchard fertilization. International Seminar on Leaf Analysis as a Guide to Orchard Fertilization. Food and Fert. Tech. Center for Asia and Pac. Reg. Suweon, Korea. 21 p.
- ULLOA MÉNDEZ, J.J. 1994. Requerimiento de cal en once tipos de suelos ácidos de origen volcánico en el Valle de Matatipac. Tesis Profesional. Escuela Superior de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit. Xalisco, Nay. 47 p.
- ULRICH, A. 1952. Physiological bases for assessment nutritional requirements of plants. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 3:207-228.

ULRICH, A. 1978. Plant tissue analysis. Plant analysis as a guide in fertilizing crops. In:  
H.M. Reisenauer (ed.) Soil and plant tissue testing in California. Bull. 1879, Division  
of Agric. Sci. pp-1-4.

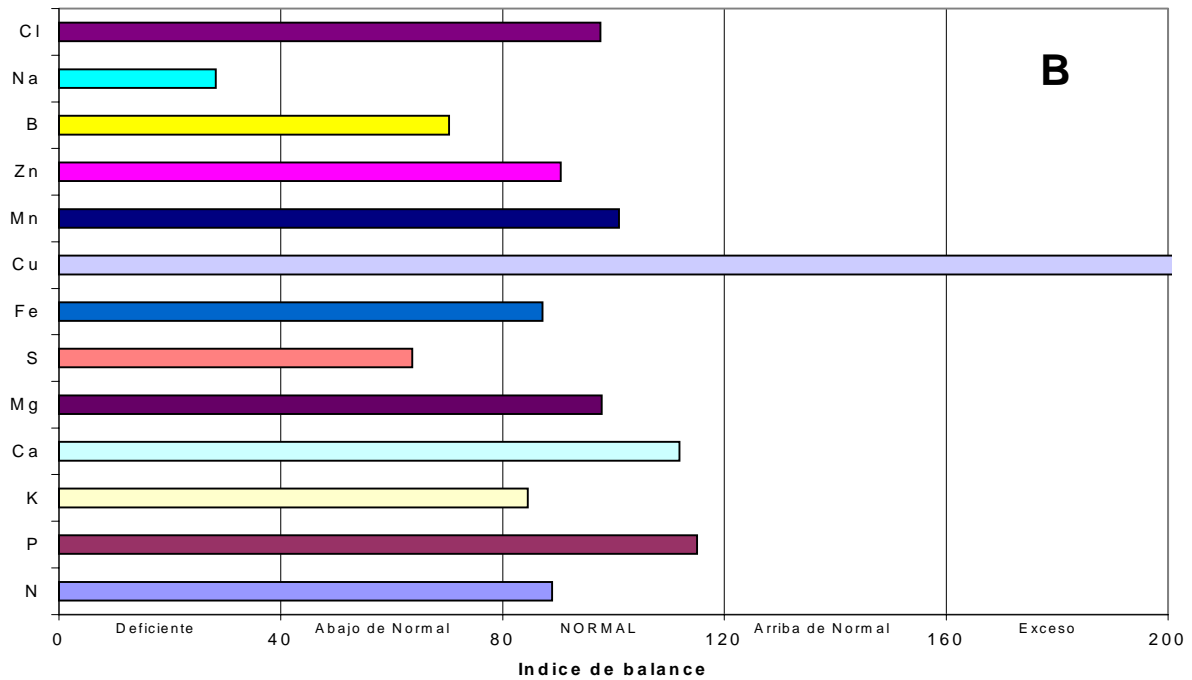
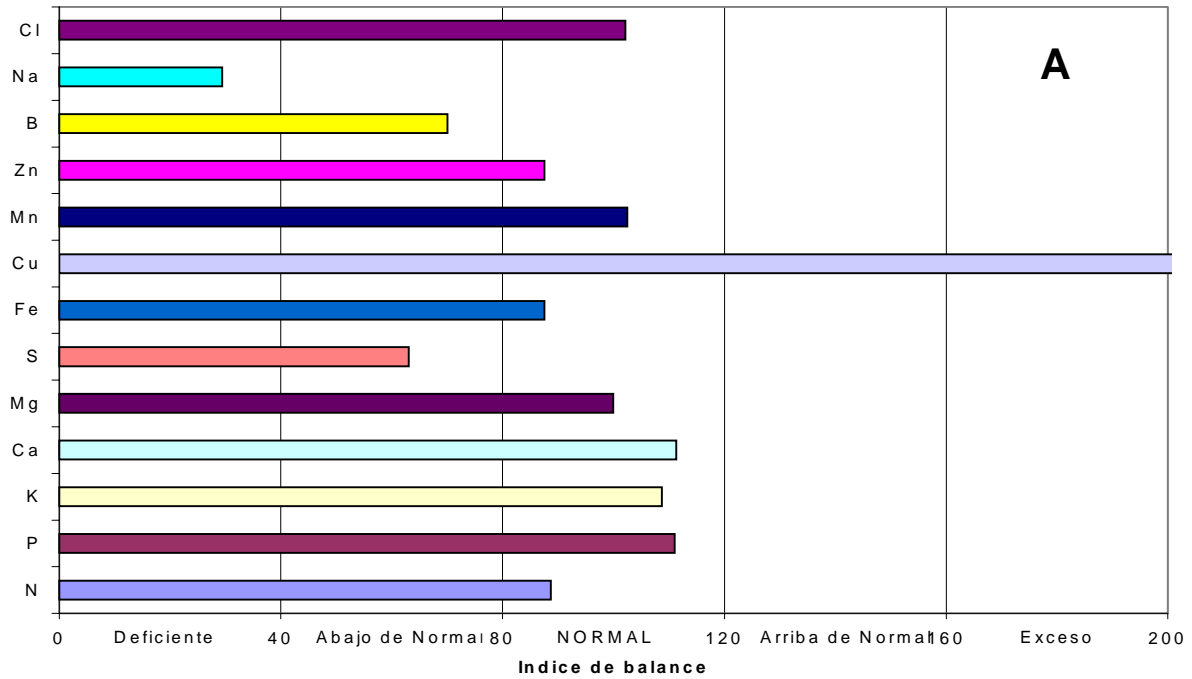


Fig. 1. Diagnóstico nutrimental del aguacate 'Hass' solo y sin riego. **(A)** Huertos de El Izote, Tepic. **(B)** Huertos de Los 14 Ases, Tepic.

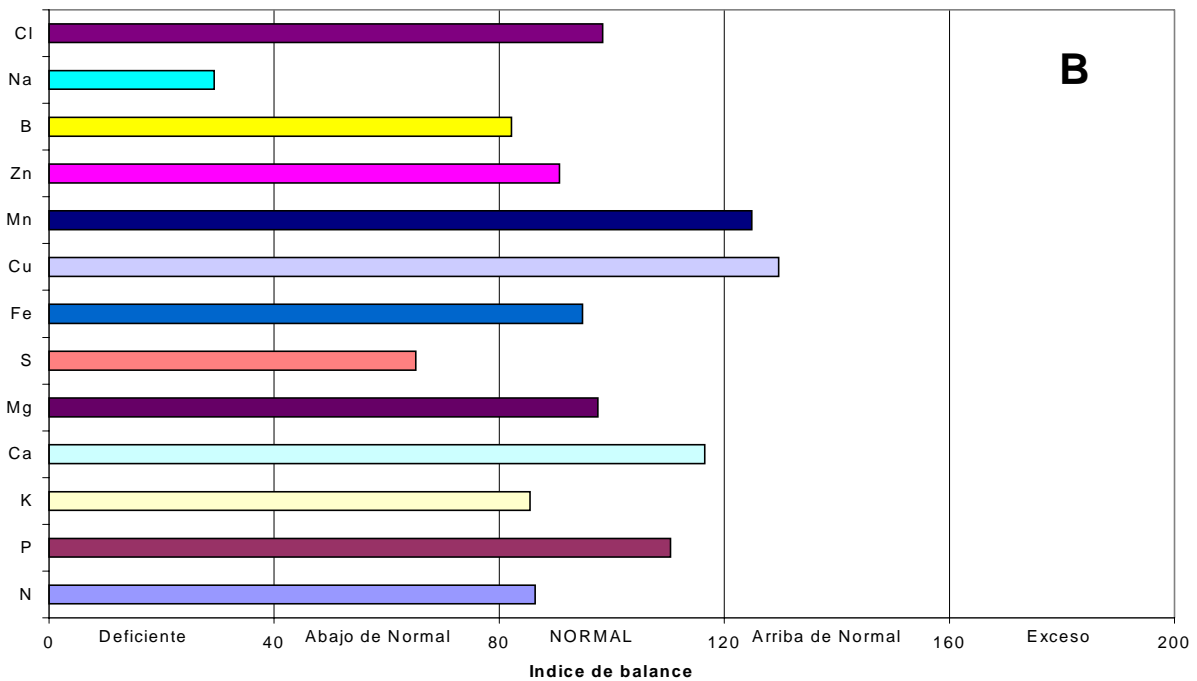
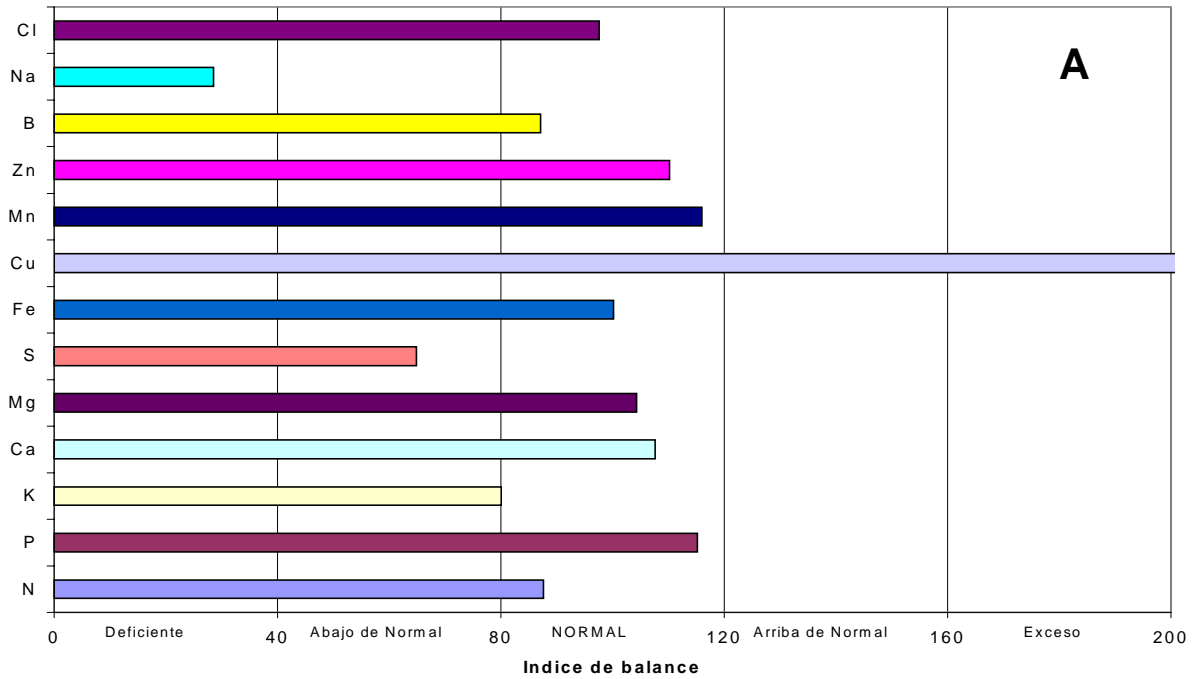


Fig. 2. Diagnóstico nutrimental del aguacate 'Hass' solo y sin riego. **(A)** Huertos de La Yerba, Tepic. **(B)** Huertos de Xalisco, Xalisco.



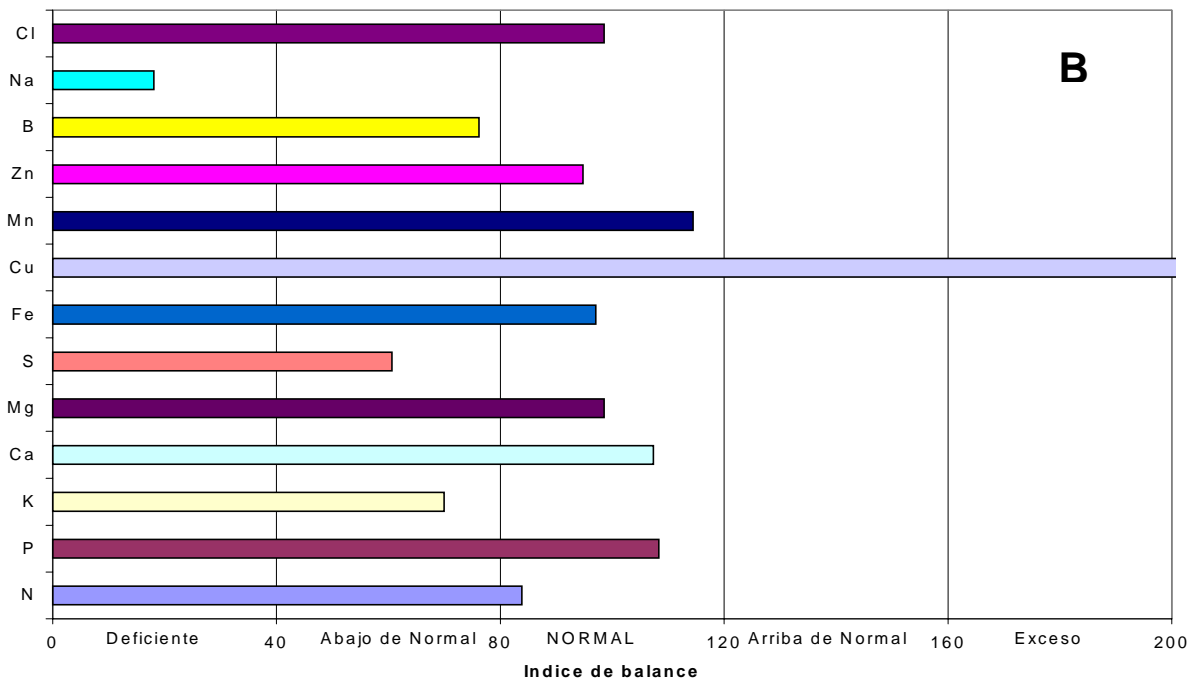
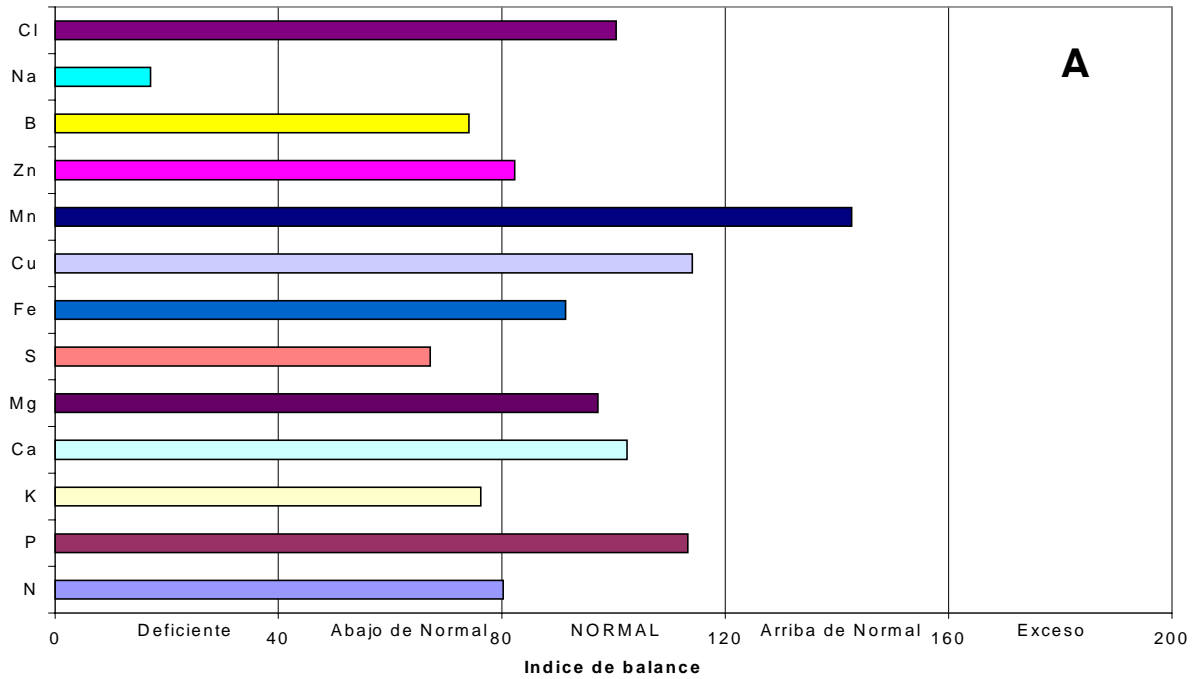


Fig. 3. Diagnóstico nutrimental del aguacate 'Hass' solo y sin riego. **(A)** Huertos de San Juan Bautista, Xalisco. **(B)** Huertos de El Cuarenteño, Xalisco.

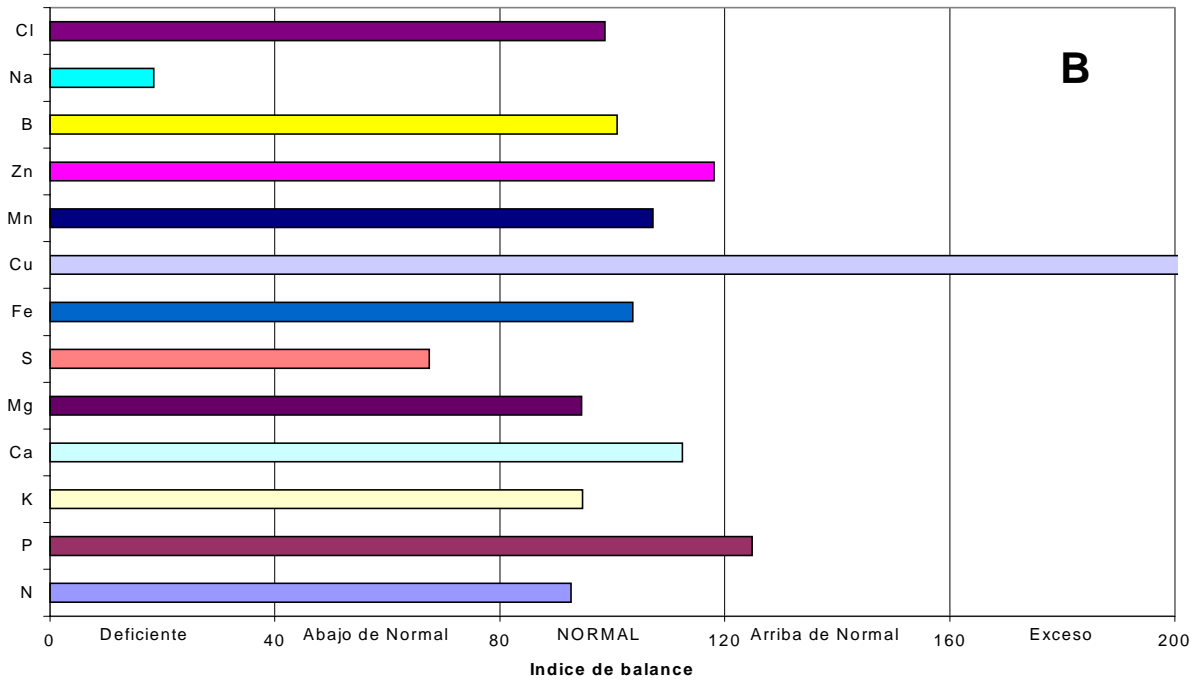
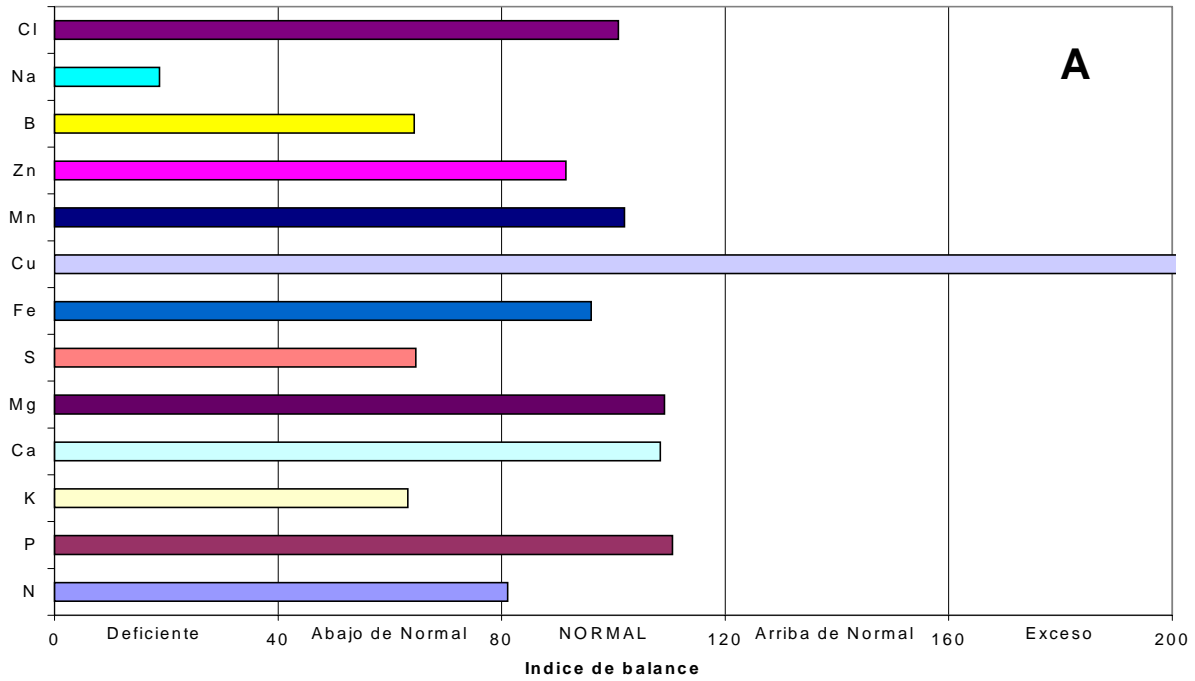


Fig. 4. Diagnóstico nutrimental del aguacate 'Hass' intercalado con café. **(A)** Huertos de El Izote, Tepic. **(B)** Huertos de La Hierba, Tepic.

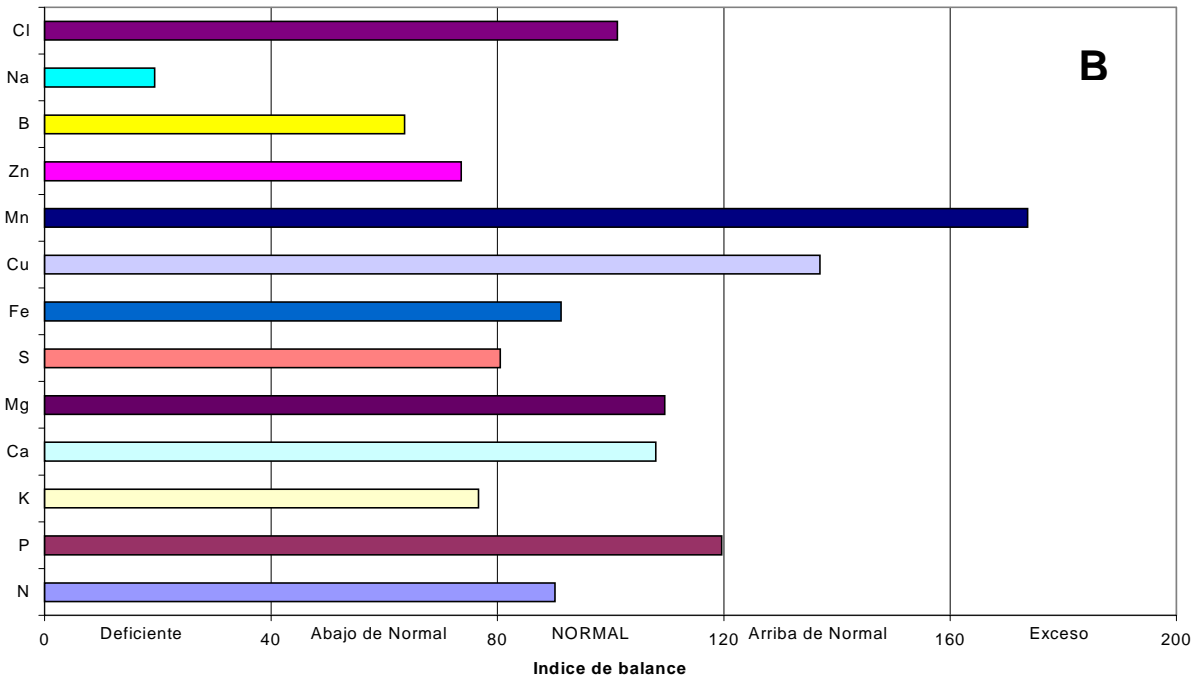
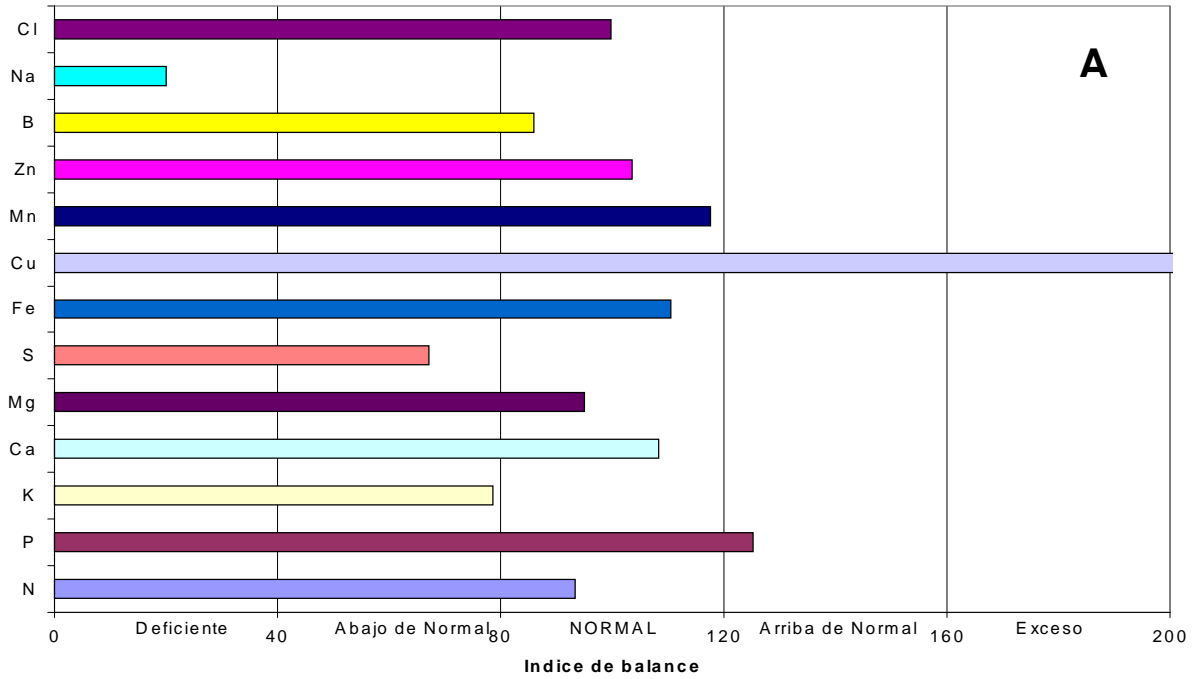


Fig. 5. Diagnóstico nutrimental del aguacate 'Hass' intercalado con café. **(A)** Huertos de Xalisco, Xalisco. **(B)** Huertos de San Juan Bautista, Xalisco.

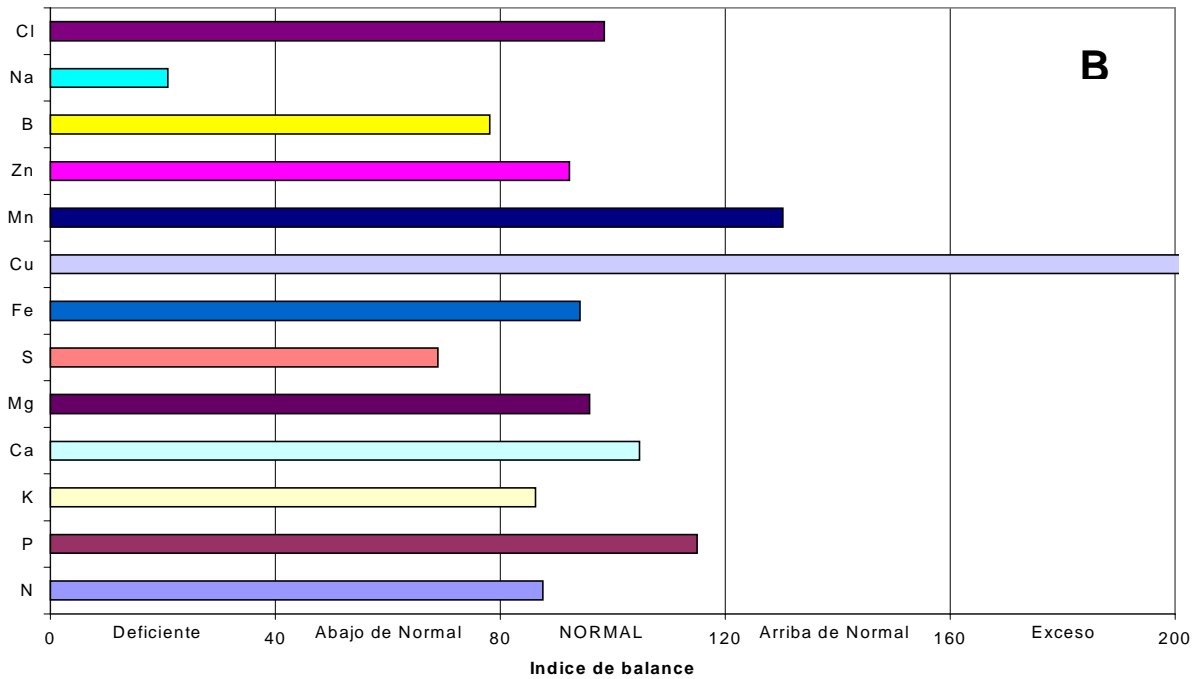
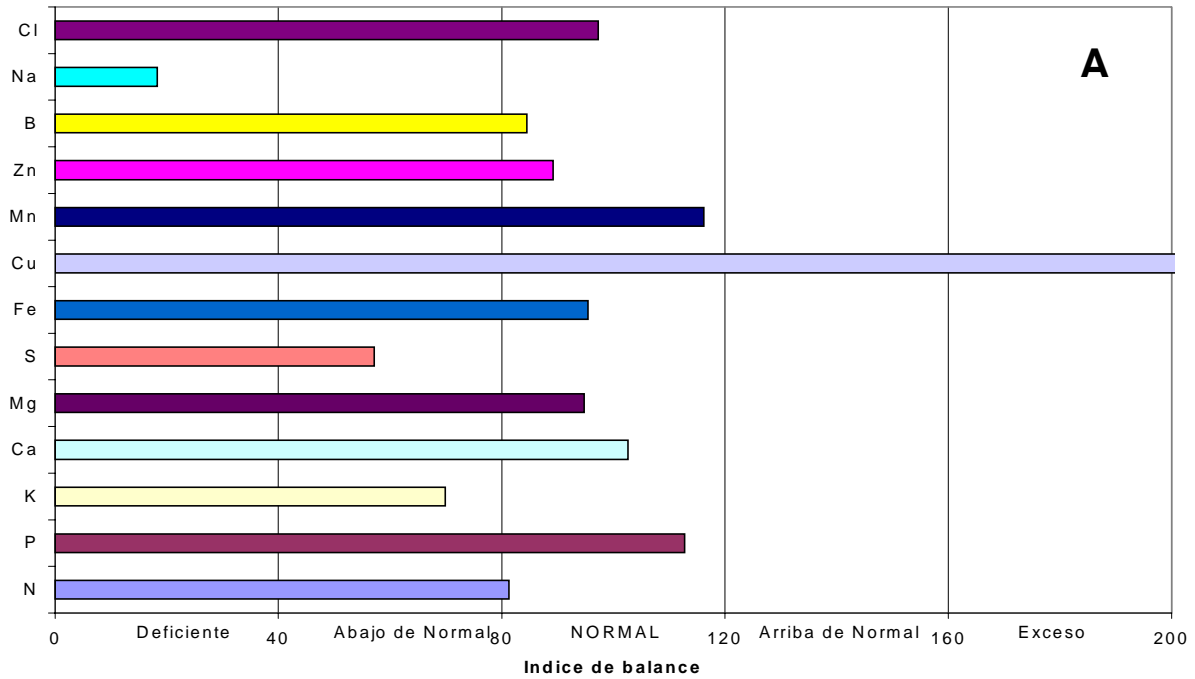


Fig. 6. Diagnóstico nutrimental del aguacate 'Hass'. **(A)** Huertos de aguacate intercalado con café de El Cuarenteño, Xalisco. **(B)** Huertos de aguacate con riego de auxilio de La Hierba (Tepic), Xalisco y San Juan Bautista (Xalisco).