

Nutrición química y orgánica en aguacate Hass en Filo de Caballos, Guerrero, México*

Chemical and organic nutrition in Hass avocado in Filo de Caballos, Guerrero, Mexico

Alejandro Villalva-Morales¹, Agustín Damián-Nava^{1§}, Víctor A. González-Hernández², Oscar Talavera-Mendoza¹, Elías Hernández-Castro¹, Francisco Palemón-Alberto¹, Gémima Díaz-Villaseñor¹ y Héctor Sotelo-Nava³

¹Universidad Autónoma de Guerrero. Carretera Iguala-Tuxpan, Iguala de la Independencia, Guerrero, km 2.5. Privada de Petatlán, 8, Colonia Emiliano Zapata, Iguala de la Independencia, Guerrero. C. P. 40011. (alexo2312@hotmail.com; talavera@geo.arizona.edu; ehernandezcastro@yahoo.com.mx; alpaf75@hotmail.com; 0720gemima@gmail.com; gemima.diazv@gmail.com). ²Colegio de Postgraduados-Campus Montecillos. 56230 Montecillo, Estado de México. (vagh@colpos.mx). ³Universidad Autónoma del estado de Morelos. Avenida Universidad 1001. C. P. 62210. Cuernavaca, Morelos, México. (sona.636@hotmail.com). [§]Autor para correspondencia: agudana@yahoo.com.mx.

Resumen

El estudio se realizó en la localidad de Filo de Caballos, municipio de Leonardo Bravo, Guerrero, México, durante noviembre de 2011 a octubre de 2012 en un huerto de aguacate Hass, de 5 años de edad. El objetivo fue evaluar tratamientos de nutrición química y orgánica en árboles de aguacate; los abonos usados fueron: estiércol bovino 50 kg árbol (estiercol); 200-100-200 kg ha⁻¹ de N-P-K (edáfico) y 30-10-15 kg ha⁻¹ de Ca-Mg-B (foliar). Se encontró que en brotes florales, el tratamiento estiércol + edáfico + foliar (41 brotes/rama) fue mejor que los tratamientos estiércol+edáfico (19 brotes/rama), foliar (9 brotes/rama) y el testigo (21 brotes/rama). Además, con 17 frutos, el tratamiento estiércol+edáfico+foliar superó de manera significativa a los tratamientos de Edáfico + foliar (6 frutos), foliar (1 fruto) y al testigo (3 frutos). El tratamiento de estiércol + foliar tuvo la mayor longitud (16 cm) del brote principal, superando a los tratamientos de estiércol + edáfico (7 cm) y foliar (9 cm). El tratamiento edáfico + foliar (75 cm²) presentó mayor área foliar que el testigo (65 cm²) y tuvo el mayor peso de fruto con 2.62 kg 10 frutos, el cual fue significativamente mayor que el testigo (1.51 kg 10 frutos).

Palabras clave: aguacate, crecimiento vegetativo y reproductivo, nutrimentos.

Abstract

The study was conducted in the village of Filo de Caballos, municipality of Leonardo Bravo, Guerrero, Mexico, from November 2011 to October 2012, in an orchard of Hass avocado, 5 years old. The objective was to evaluate the treatment of chemical and organic nutrition of avocado trees; fertilizers used were: 50 kg tree of cattle dung (manure); 200-100-200 kg ha⁻¹ of N-P-K (edaphic) and 30-10-15.30 kg ha⁻¹ of Ca-Mg-B (foliar). We found that in buds, treatment manure + edaphic + foliar (41 shoots/branch) was better than treatments manure + edaphic (19 shoots/branch), leaf (9 shoots/branch) and the control (21 shoots/branch). And with 17 fruits, manure + treatment + foliar edaphic significantly exceeded the edaphic + foliar treatments (6 fruits), leaf (1 fruit) and the control (3 fruits). The manure + foliar treatment had the highest length (16 cm) of the main shoot, beating the treatment of manure + edaphic (7 cm) and leaf (9 cm). The edaphic + foliar treatment (75 cm²) had higher leaf area than control (65 cm²) and had the highest fruit weight 2.62 kg with 10 fruits, which was significantly higher than the control (1.51 kg 10 fruits).

Keywords: avocado, nutrients, vegetative and reproductive growth.

* Recibido: noviembre de 2014
Aceptado: febrero de 2015

En México se cultivan 134 322 ha, de aguacate y los principales estados productores son: Michoacán (107 058 ha), Jalisco (8 468 ha), Estado de México (3 615 ha) y Morelos (3 348 ha) (SIAP, 2010). El estado de Guerrero cuenta con 1 300 ha dedicadas a esta cultivo ubicadas en los municipios de Tecpan de Galeana (755 ha), Taxco de Alarcón (298 ha) y Leonardo Bravo (162 ha), esencialmente (CESAVEGRO, 2010).

La nutrición mineral de las plantas incide directamente en el rendimiento y la calidad del fruto de aguacate así como en la presencia de desórdenes fisiológicos (Tagliavini *et al.*, 2000). Las recomendaciones de fertilización para zonas aguacateras usadas en México son (en kg ha⁻¹): 200-200-100 de N-P-K para el Estado de México (Sánchez, 2001) y 200-200-300 para el estado de Michoacán, en estas zonas se han obtenido resultados exitosos por lo que dichas dosis podrían usarse como base para la elaboración de programas de fertilización (Tapia *et al.*, 2007).

La nutrición convencional de los huertos de aguacate se ha cuestionado debido a la contaminación de agua, suelo y aire. Si bien, la producción de aguacate puede beneficiarse con abonos orgánicos y así contribuir a prevenir la contaminación, los productores de aguacate son renuentes a adoptarla porque solo conocen la fertilización inorgánica. Es entonces necesario demostrar que se pueden usar mezclas de fertilizantes orgánicos e inorgánicos sin demérito del rendimiento ni de la calidad de la fruta, además de que evita o reduce la contaminación (Aguirre *et al.*, 2009).

A medida que crecen las plantas de aguacate, los suelos bajan sus contenidos nutrimentales, por lo que se necesita reponer los nutrimentos para que no se presenten deficiencias. Se debe tomar en cuenta que en México, las recomendaciones de fertilización del aguacate generados para una región específica con frecuencia son extrapoladas de otras regiones productoras con condiciones ambientales y edáficas muy contrastantes, sin considerar las variaciones en la fertilidad de los suelos ni la condición nutrimental de los árboles (Salazar *et al.*, 2009). A esto se atribuye que en muchos casos no se logran los beneficios esperados de la fertilización.

Debido a ello es necesario generar tratamientos de nutrición específicos para cada región aguacatera de acuerdo a las condiciones suelo y comportamiento de la planta. En esta investigación se planteó como objetivo evaluar tratamientos de nutrición química y orgánica en aguacate Hass, en la localidad de Filo de Caballos, municipio de Leonardo Bravo, Guerrero, México.

In Mexico 134 322 ha are cultivated of avocado and, the major producing States are: Michoacán (107 058 ha), Jalisco (8 468 ha), State of Mexico (3 615 ha) and Morelos (3 348 ha) (SIAP, 2010). The State of Guerrero has 1 300 ha dedicated to this crop in the municipalities of Tecpan de Galeana (755 ha), Taxco de Alarcón (298 ha) and Leonardo Bravo (162 ha), essentially (CESAVEGRO, 2010).

The mineral nutrition of plants directly affects the yield and fruit quality of avocado and in the presence of physiological disorders (Tagliavini *et al.*, 2000). Fertilizer recommendations for avocado producing areas in Mexico are used (kg ha⁻¹): 200-200-100 N-P-K for the State of Mexico (Sánchez, 2001) and 200-200-300 for the State of Michoacán, obtaining successful results at such doses that could be used as a basis for the development of fertilization programs (Tapia *et al.*, 2007).

The conventional nutrition avocado orchards have been questioned due to the pollution of water, soil and air. Although, avocado production can benefit from manure and thus help to prevent pollution, avocado producers are reluctant to adopt it because they only known inorganic fertilization. It is then necessary to demonstrate that it can use mixtures of organic and inorganic fertilizers without decrementing the yield or quality of the fruit, plus it avoids or reduces pollution (Aguirre *et al.*, 2009).

While growing avocado plants, soils lower their nutritional content, so we need to replenish nutrients to avoid deficiencies arise. It should be noted that in Mexico, fertilizer recommendations for avocado generated for a specific region are often extrapolated from other producing regions with very contrasting environmental conditions and soil, regardless of variations in soil fertility and the nutritional status trees (Salazar *et al.*, 2009). This is often attributed to the fertilization expected benefits that are not achieved.

Because of this, it is necessary to generate specific treatments for avocado nutrition for each region according to soil conditions and plant yield. This research was raised as to evaluate chemical and organic treatments on Hass avocado's nutrition in the Filo de Caballos, municipality of Leonardo Bravo, Guerrero, Mexico.

Location of the study area

The study was conducted in an orchard of avocado trees cv. Hass in productive stage (five years) located at an elevation of 2430 m, between coordinates 17° 38' 59.79" North latitude

Localización del área de estudio

El estudio se llevó a cabo en un huerto de árboles de aguacate cv. Hass en etapa productiva (cinco años) localizada a una altitud de 2 430 m, entre las coordenadas de 17° 38' 59.79" latitud norte 99° 50' 22.17" longitud oeste (datos GPS), en la localidad de Filo de Caballos del municipio de Leonardo Bravo, correspondiente a la región centro del estado de Guerrero, de octubre del 2011 a noviembre de 2012.

Tratamientos y aplicaciones

Se utilizó N-P-K (edáfico a una concentración en kg ha^{-1} de 200-100-200) y Ca-Mg-B (foliar a una concentración en kg ha^{-1}) 30, 10 y 15, respectivamente y estiércol (bovino (50 kg árbol^{-1})). Las fuentes de nutrimentos fueron: fosfato diamónico (N y P), urea (N), sulfato de potasio (K), kelik (B), fertigro® calcio (Ca) y fertigro® magnesio (Mg) con los cuales se formaron ocho tratamientos: 1 estiércol, 2 (estiércol + edáfico), 3 (estiércol + edáfico + foliar), 4 (estiércol + foliar), 5 (edáfico), 6 (edáfico + foliar), 7 (foliar) y 8 (testigo: sin aplicación). Los tratamientos estiércol y edáfico se aplicaron en el área de proyección de copa de los árboles; mientras que, el foliar, directo al follaje. El estiércol, se aplicó 50% al inicio de la floración y 50%, en el cuajado del fruto. Los tratamientos edáficos, se aplicaron 33.33% para cada una de estas etapas fenológicas, al inicio de la floración, durante el cuajado del fruto, y crecimiento medio del fruto. El tratamiento foliar se aplicó de la manera siguiente: calcio al inicio de floración, cuajado del fruto y crecimiento medio del fruto; magnesio y boro, durante la floración y crecimiento del fruto. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño en bloques completos al azar con cuatro repeticiones; un árbol fue la unidad experimental, en total se evaluaron 32 árboles. Para el registro de datos se eligieron cuatro ramas por árbol, una por cada punto cardinal, con un diámetro aproximado de 2 a 3 cm, ubicadas a 1.5 m del suelo. A los datos se les efectuó un análisis de varianza y pruebas de medias de Tukey y LSD, mediante el programa Statistic Analysis System (SAS), versión 9.0.

Variabes evaluadas

Durante un año y en intervalos de 15 días durante un año, se registraron los siguientes datos: Número de brotes vegetativos (NBV) se consideraron solo brotes vegetativos nuevos; Número de brotes florales (NBF), solo brotes florales nuevos; longitud de brote principal (LBP), con un longímetro en cm; diámetro de brote principal (DBP), con un vernier en mm; porcentaje de frutos cuajados (FC %), se

99° 50' 22.17' west longitude (GPS data), in the town of Filo de Caballos, municipality of Leonardo Bravo, corresponding to the central region of the State of Guerrero, from October 2011 to November 2012.

Treatments and applications

N-P-K was used (edaphic at a concentration of 200-100-200 kg ha^{-1}) and Ca-Mg-B (foliar at a concentration in kg ha^{-1}) 30, 10 and 15 respectively and cattle manure (50 kg tree^{-1}) nutrient sources were: diammonium phosphate (N and P), urea (N), potassium sulfate (K), Kelik (B), fertigro® calcium (Ca) and fertigro® magnesium (Mg) 1 manure, 2 (manure + edaphic), 3 (manure + foliar + edaphic), 4 (manure + foliar), 5 (edaphic), 6 (edaphic + foliar), 7 (foliar) and 8 (control: without application). The edaphic and manure treatments were applied in the projection area of treetops; whereas, leaf, foliage direct manure, 50% was applied at the beginning of flowering, 50% in fruit set. The soil treatments, 33.33% for each of these phenological stages at the beginning of flowering, during fruit set and fruit growth medium were applied. The foliar treatment was applied as follows: calcium at the beginning of flowering, fruit set and fruit growth medium; magnesium and boron, during flowering and fruit growth. Treatments were arranged in a design in randomized complete block with four replications; a tree was the experimental unit, a total of 32 trees were evaluated. For data recording, four branches per tree, one for each cardinal point, with a diameter of 2-3 cm, located 1.5 m above the ground were chosen. Data were provided an analysis of variance and Tukey test and LSD, using the Statistic Analysis System (SAS) version 9.0 program.

Evaluated variables

For a year and at intervals of 15 days during a year, the following data were recorded: number of vegetative shoots (NBV) only new vegetative shoots were considered; Number of buds (NBF), only new buds; main shoot length (LBP), with a measuring tape in cm; main shoot diameter (BPD), with a vernier in mm; percentage of fruit (HR%), the amount of fruit growing was quantified and divided by the number of flowers, and multiplied by 100; harvested fruit diameter (DF), with vernier equatorial diameter of 10 fruits collected per tree; fruit weight (PF), 10 fruits per tree were collected and weighed an average obtained in a balance; number of fruits (NF), number of fruits per tree that reached physiological maturity; and leaf area (AF), a sample of 15 full leaves (leaf + petiole) was collected per tree to which its total area was obtained in cm^2 with the help of software ImageJ.

cuantificó la cantidad de frutos en crecimiento y se dividió entre el número de flores, y se multiplicó por 100; diámetro del fruto cosechado (DF), con vernier se midió el diámetro ecuatorial de 10 frutos colectados por árbol de los cuales se obtuvo un promedio; peso del fruto (PF), los 10 frutos colectados por árbol fueron pesados y se obtuvo un promedio en una balanza granataria; número de frutos (NF), número de frutos por árbol que llegaron a la madurez fisiológica; y, área foliar (AF), se colectó una muestra de 15 hojas completas (lámina + peciolo), por árbol a las que se obtuvo su área total en cm² con la ayuda del software ImageJ.

Análisis de varianza de variables de crecimiento y desarrollo del árbol de aguacate Hass

Las variables que no mostraron diferencias significativas, de acuerdo a LSD ($p \leq 0.05$), fueron: número de brotes vegetativos (NBV); porcentaje de frutos cuajados (CF%) y diámetro de frutos (DF) (Cuadro 1). En otras investigaciones se ha obtenido resultados similares, como las de Cossío *et al.* (2008) quien encontró que las aplicaciones foliares de boro a una concentración de 1 g L⁻¹ y 0.5 g L⁻¹ en una y dos aplicaciones no tuvieron efecto en la corrección de deficiencia de boro ni tampoco incrementaron la producción, coincidiendo con los resultados obtenidos en esta investigación; al respecto, Salazar (2007) propone una hipótesis para explicar el bajo cuajado de fruto, en la que pudiera estarse presentado una competencia con el crecimiento vegetativo, el cual se desarrolla cuando las flores de las inflorescencias están cuajando fruto. Espindola *et al.* (2008), por su parte, indicó que las aplicaciones de N aumentaron el cuajado de fruto hasta 50%, en comparación a aquellos arboles donde no se aplicó N, coincidiendo con el presente trabajo.

El análisis de varianza (Tukey $p \leq 0.05$), indicó que los tratamientos mostraron diferencias significativas con respecto al testigo en el número de brotes vegetativos (NBF) y número de frutos (NF). Sin embargo, cuando se realizó la prueba de medias de LSD ($p \leq 0.05$), además de las variables aquí indicadas, existieron diferencias entre tratamientos en las variables siguientes: número de brotes florales (NBF), longitud de brote principal (LBP), diámetro de brote principal (DBP), área foliar (AF), número de frutos (NF), peso de frutos (PF) (Cuadro 1).

Número de brotes florales (NBF)

En el análisis de medias mediante LSD ($p \leq 0.05$), el tratamiento estiércol + edáfico + foliar (41 brotes/rama) fue estadísticamente mejor que los tratamientos estiércol +

Analysis of variance of variables of growth and development of Hass avocado trees

Variables that showed no significant differences according to LSD ($p \leq 0.05$) were: number of vegetative shoots (NBV); percentage of fruit (CF%) and fruit diameter (DF) (Table 1). Other research has found similar results, as Cossío *et al.* (2008) who found that foliar applications of boron at a concentration of 1 g L⁻¹ and 0.5 g L⁻¹ in one two applications had no effect in the correction of boron deficiency nor increased the production, coinciding with the results obtained in this investigation; about Salazar (2007) proposed a hypothesis to explain the low fruit set, which could estarse presented a competition with vegetative growth, which develops when the flowers of the inflorescences are taking the shape fruit. Espindola *et al.* (2008), meanwhile, indicated that N application increased fruit set to 50%, compared to those trees where no N was applied, coinciding with the present work.

Cuadro 1. Probabilidades de error reportadas por el análisis de varianza para diversas variables de crecimiento y desarrollo, por efecto de tratamientos de nutrición química y orgánica en árboles de aguacate cv. Hass.

Table 1. Probability error reported by the analysis of variance for different variables of growth and development, the effect of chemical treatments and organic nutrition of avocado trees cv. Hass.

Variables	Prueba de medias Tukey	Prueba de medias LSD	Pr > F	CV (%)
NBV	no	no	0.3830	17
NBF	*	*	0.0548	49
LBP	no	*	0.2241	38
DBP	no	*	0.1768	19
NF	*	*	0.0873	85
PF	no	*	0.2674	33
DF	no	no	0.4218	5
AF	no	*	0.4759	8
FC %	no	no	0.9633	100

NBV= número de brotes vegetativos; NBF= número de brotes florales; LBP= longitud de brote principal; DBP= diámetro de brote principal; AF= área foliar; NF= número de frutos; CF%= porcentaje de frutos cuajados; PF= peso de frutos; DF= diámetro de frutos. Pruebas de Tukey ($p \leq 0.05$) y LSD ($p \leq 0.05$).

edáfico (19 brotes florales/rama); foliar (9 brotes florales/rama) y el testigo (21 brotes florales/rama) (Cuadro 2). Esto sugiere que la acción combinada de estos nutrientes aumenta la floración en árboles de aguacate cv Hass. Chaikiattiyos (1994) indica dos factores asociados a la iniciación floral en aguacate, el descenso de la temperatura y la fertilización externa, Salazar *et al.* (2009) encontró que el desarrollo de brotes florales de árboles de aguacate cv. Hass no se altera por la carga de fruto que esté presente en el árbol pero si afecta el número de brotes vegetativos con la adición de nutrientes.

Analysis of variance (Tukey $p \leq 0.05$) indicated that, the treatments showed significant differences compared with the control on the number of vegetative shoots (NBF) and number of fruits (NF). However, when the mean test LSD ($p \leq 0.05$) was performed in addition to the variables indicated, there were differences between treatments in the following variables: number of flower buds (NBF), length of main shoot (LBP) main shoot diameter (BPD), leaf area (AF), number of fruits (NF), fruit weight (PF) (Table 1).

Cuadro 2. Efecto de tratamientos químicos y orgánicos sobre el crecimiento y desarrollo de árboles de aguacate cv. Hass, en el municipio de Leonardo Bravo, Guerrero, México.

Table 2. Effect of chemical and organic treatments on growth and development of avocado trees cv. Hass, in the municipality of Leonardo Bravo, Guerrero, Mexico.

Tratamiento	NBF	LBP (cm)	DBP (cm)	AF (cm ²)	NF	PF (kg)
Estiércol	23 abc	12 ab	0.56 abc	73 ab	9 ab	2.05 ab
Estiércol + edáfico	19 bc	7 b	0.43 c	70 ab	8 ab	1.52 b
Estiércol + edáfico + Foliar	41 a	11 ab	0.56 ab	72 ab	17 a	2.10 ab
Estiércol + foliar	34 ab	16 a	0.67 a	70 ab	10 ab	2.40 ab
Edáfico	28 ab	12 ab	0.60 ab	71 ab	9 ab	2.17 ab
Edáfico + Foliar	28 ab	10 ab	0.53 abc	75 a	6 b	2.62 a
Foliar	9 c	9 b	0.50 bc	66 ab	1 b	1.80 ab
Testigo	22 bc	12 ab	0.57 abc	65 b	3 b	1.51 b
Significancia	*	*	*	*	*	*

NBF= número de brotes florales; LBP= longitud de brote principal; DBP= diámetro del brote principal; AF= área foliar; NF= número de frutos; PF= peso de frutos. Prueba de medias LSD ($p \leq 0.05$).

Longitud (LBP) y diámetro (DBP) de brote principal

En cuanto a la longitud y diámetro del brote principal de ramas, el tratamiento de estiércol + foliar, tuvo la mayor longitud (16 cm), superando a los tratamientos de estiércol + edáfico (7 cm) y foliar (9 cm), pero no presentó diferencias significativas con el testigo (12 cm) (Cuadro 2). La correlación entre las variables LBP y DBP fue altamente significativa en forma negativa (Cuadro 3) indicando que entre mayor sea la longitud del brote vegetativo, menor es el diámetro del mismo.

Área foliar (AF)

Se encontró que el tratamiento edáfico + foliar (75 cm²), presentó mayor área foliar que el testigo (65 cm²) mientras que los demás tratamientos, tuvieron ligeros incrementos, pero no fueron diferentes al mismo (Cuadro 2). Al respecto, se indica que entre otras funciones, el nitrógeno favorece el desarrollo de hojas y tallos del aguacate (Bernal y Díaz, 2006). Se ha determinado, además, se señala que la aplicación de fertilizantes a los arboles de aguacate,

Number of buds (NBF)

In means analysis using LSD ($p \leq 0.05$), treatment manure + edaphic + foliar (41 shoots/branch) was statistically better than the manure treatments + edaphic (19 buds/branch); leaf (9 buds/branch) and the control (21 buds/branch) (Table 2). This suggests that the combined action of these nutrients increases flowering Hass avocado trees. Chaikiattiyos (1994) indicated two associated with avocado floral initiation factors, the decrease of temperature and external fertilization, Salazar *et al.* (2009) found that, the development of flower buds of avocado trees cv. Hass did not altered by loading fruit on the tree is present but it does affect the number of vegetative shoots with the addition of nutrients.

Length (LBP) and diameter (BPD) of the main shoot

Regarding the length and diameter of the main bud branches, foliar treating manure +, had the highest length (16 cm), beating the treatments manure + edaphic (7 cm) and leaf

incrementa el desarrollo foliar; por lo que se mejora su capacidad fotosintética (Maldonado, 2002). Debido a que el gasto de energía del árbol se concentra en el crecimiento vegetativo, se provoca baja productividad de fruto debido a que en ese momento las flores indeterminadas se encuentran amarrando fruto (Salazar *et al.*, 2009). De acuerdo con lo anterior, se esperaría una baja productividad de fruto en aquellos árboles donde se obtuvo el mayor índice de área foliar; sin embargo, no fue así en esta investigación.

Número de frutos a madurez fisiológica (NF)

En el análisis de medias se encontró que el tratamiento estiércol + edáfico + foliar (17 frutos) superó de manera significativa a los tratamientos de edáfico + foliar (6 frutos), foliar (1 fruto) y al testigo (3 frutos) (Cuadro 2), lo que indica que la adición combinada de fertilizantes aumenta el número de frutos que llegan a la madurez fisiológica. En este aspecto, se indica que la aplicación de nutrimentos es muy importante para mejorar la calidad y rendimiento del aguacate; el N promueve la formación del fruto; el P interviene en la formación de órganos reproductivos y aceleran la maduración del fruto, y el K, interviene en la formación, calidad y peso del fruto de aguacate (Bernal y Díaz, 2006).

Peso de fruto (PF)

El análisis de medias (LSD) mostró que el tratamiento edáfico + foliar (2.62 kg/10 frutos), fue significativamente mayor que el testigo (1.51 kg/10 frutos). Los demás tratamientos con fertilizantes orgánicos e inorgánicos y foliares presentaron tendencia de mayor peso que el Testigo, pero no lo superaron de manera estadística (Cuadro 2). Lovatt (2001a) menciona que la concentración de nutrimentos y la época de aplicación afectan directamente la producción y rendimiento del fruto. Tapia (2007) encontró que el incremento gradual de nutrimentos (N-P-K) promueve un incremento de rendimiento de fruto, encontrándose también un máximo de respuesta, ya que al continuar con el incremento de nutrimentos los rendimientos de fruta decaen. Se indica que con la aplicación de N de 56 - 168 kg ha⁻¹, se incrementa el tamaño del fruto de 175 g a 325 g; lo que se refleja en el incremento de la producción en 70% (Lovatt, 2001 b).

Esta variable (PF) se correlacionó significativamente en forma positiva con el porcentaje de frutos cuajados (CF %) (Cuadro 3); lo que significa que a mayor cantidad de frutos amarrados, es mayor el peso de frutos; es decir se incrementa el rendimiento.

(9 cm) but, did not present significant differences with the control (12 cm) (Table 2). The correlation between LBP and DBP variables was highly significant in a negative way (Table 3) indicating that the greater the length of the vegetative shoot, the smaller the diameter.

Leaf area (AF)

We found that, the edaphic + foliar treatment (75 cm²), showed higher leaf area than control (65 cm²) while other treatments had slight increases, but were not different at the same (Table 2). In this regard, it is noted that among other functions, nitrogen favours the development of avocado leaves and stems (Bernal and Diaz, 2006). It has been determined that, the application of fertilizers to avocado trees, increased leaf development; therefore, improves its photosynthetic capacity (Maldonado, 2002). Due to energy expenditure tree focuses on vegetative growth, provoking low productivity of fruit because at that time, indeterminate flowers are tying the fruit (Salazar *et al.*, 2009). According to this, a low productivity of fruit would be expected where the highest leaf area index was obtained; however, it was not so in this research.

Number of fruits at physiological maturity (NF)

In the analysis of means we found that, the treatment + foliar manure + edaphic (17 fruits) exceeded significantly foliar treatments edaphic + (6 fruits), leaf (1 fruit) and the control (three fruits) (Table 2), indicating that, the combined addition of fertilizers increases the number of fruit reaching physiological maturity. In this regard, indicating that nutrient application is very important to improve the quality and yield of avocado; N promotes the formation of the fruit; P involved in the formation of reproductive organs and accelerate the ripening of the fruit, and K, involved in the formation, quality and avocado fruit weight (Bernal and Diaz, 2006).

Fruit weight (PF)

The analysis of means (LSD) showed that edaphic + foliar treatment (2.62 kg/10 fruits) was significantly higher than the control (1.51 kg/10 fruits). Other treatments with organic and inorganic fertilizers and foliar trend showed higher weight than the control, but did not statistically exceed (Table 2). Lovatt (2001a) mentioned that nutrient concentration and time of application directly affect production and fruit yield. Tapia (2007) found that, the gradual increase of nutrients

Conclusiones

La aplicación de fertilizantes orgánicos, inorgánicos y foliares no tuvieron efecto en el incremento de la longitud y diámetro de brotes vegetativos.

La floración, el área foliar y el número de frutos fueron favorecidos por la aplicación de fertilizantes orgánicos (estiércol), edáficos (NPK) y foliares (Ca, Mg y B); el tratamiento que mayor efecto tuvo fue (estiércol + edáfico + foliar).

La aplicación de estiércol + foliar tuvo la mayor influencia en el crecimiento del brote principal; mientras que, la aplicación del tratamiento edáfico + foliar favoreció el área foliar y el mayor peso de fruto.

Literatura citada

- Aguirre, S. P. A. E.; Bárcenas, O. M. B.; Nieves, L. J. y Hernández, G. 2009. Crecimiento de raíces de aguacate "Hass" bajo manejos: convencional y orgánico en Uruapan Michoacán, México. <http://www./html/cache/html/sis/seminarios/aguacate/2.%20simposio%20manejo%20de%20cultivo.pdf>.
- Bernal, E. J. A. y Díaz, D. C. A. 2006. Tecnología para el cultivo de aguacate. CORPOICA. Centro de investigación La Selva. Rionegro, Antioquia, Colombia. Manual técnico Núm. 5. 241 p.
- Chaikiattiyos, S.; Menzel, C. M. and Rasmussen, T. S. 1994. Floral induction in tropical fruit trees; effects of temperature and water supply. *J. Hort. Sci.* 69:397-415.
- Cossio, V. L. E.; Salazar, G. S.; González, D. I. J. y Medina, T. R. 2008. Fenología del aguacate Hass en el clima semicálido de Nayarit. Universidad Autónoma Chapingo (UACH), México. *Revista Chapingo*. 14(3):319-324.
- CESAVEGRO (Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guerrero). 2010. Plagas reglamentarias del aguacatero. www.cesavegro.org.mx.
- Espíndola, B. M. C.; Cano, M. R.; Rodríguez, A. J. y Sánchez, G. P. 2008. Amarre de fruto en aguacate "Hass" con aplicaciones de AG₃, N y anillado. *Agric. Téc. Méx.* 34(4):407-419.
- Lovatt, C. J. 2001a. Nitrogen fertilization strategies to increase yield of the Hass avocado. Department of Botany and Plant Sciences, UC Riverside. California avocado commission. Irvine, CA. USA. 109-113 p.
- Lovatt, C. J. 2001b. Properly timed soil-applied nitrogen fertilizer increases yield and fruit size of 'Hass' avocado. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 126(5):555-559.
- Maldonado, T. R. 2002. Diagnóstico nutrimental para la producción de aguacate Hass. Informe de investigación. UACH (Universidad Autónoma Chapingo). Texcoco, Estado de México. 167 p.

(N-P-K) promotes increased fruit yield, also found a maximum response as to continue increasing nutrient yields fruit decay. Indicating that, the application of N 56-168 kg ha⁻¹, fruit size increases of 175 g to 325 g; this is reflected in the increased production by 70% (Lovatt, 2001 b).

This variable PF was positively significantly correlated with the percentage of fruit set (CF%) (Table 3); it means that a higher number of tied fruits, the higher the weight of fruits; yield is increased.

Cuadro 3. Coeficiente de correlación de las variables evaluadas en árboles de aguacate cv. Hass.

Table 3. Correlation coefficient of the variables evaluated in avocado trees cv. Hass.

Variable	NBV	NBF	LBP	DBP	CF %	PF	DF
NBV	1						
NBF	0.42	1					
LBP	0.57	0.69	1				
DBP	0.9	0.38	-0.0001	1			
CF %	0.63	0.03	0.5	0.34	1		
PF	0.85	0.26	0.85	0.71	0.01	1	
DF	-0.0001	0.43	0.57	0.9	0.63	0.85	1

NBV= número de brotes vegetativos; NBF= número de brotes florales; LBP= longitud de brote principal; DBP= diámetro de brote principal; AF= área foliar; NF= número de frutos; CF%= porcentaje de frutos cuajados; PF= peso de frutos; DF= diámetro de frutos. Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Conclusions

The application of organic, inorganic and foliar fertilizers had no effect on increasing the length and diameter of vegetative buds.

Flowering, leaf area and number of fruits were favoured by the application of organic fertilizers (manure), soil (N-P-K) and leaf (Ca, Mg and B); the treatment that had the best effect was (manure + edaphic + foliar).

The foliar application of manure + had the highest influence on the growth of the main shoot; whereas, the application of the soil + foliar treatment favoured greater leaf area and fruit weight.

End of the English version



- Salazar, S. G. 2007. Floración y fructificación. *In: el aguacate y su manejo integrado*. Téliz, O. D. y Mora, A. A. (Coord.). Ediciones Mundi-Prensa, D. F., México. 5 p.
- Salazar, S. G. L. E.; Cossío, V. I. y González, D. J. L. 2009. La fertilización en sitio específico mejoró la productividad del aguacate Hass en huertos sin riego. *Agríc. Téc. Méx.* 35(4):439-438.
- Sánchez, P. J. L.; Alcántar, R. J. J.; Coria, A. V. M.; Anguiano, C. J.; Vidales, F. I.; Tapia, V. L. M.; Aguilera, M. J. L.; Hernández, R. G. y Vidales, F. J. A. 2001. Tecnología para la producción de aguacate en México. INIFAP, CIRPAC. C. E. Uruapan. Libro técnico núm. 1 Michoacán, México. 39 p.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2010. Producción agrícola 2010. Modalidad: riego + temporal. Aguacate. <http://www.siap.aguacate.gob.mx/index.php? = portal aguacate>.
- Tagliavini, M. C.; Zavalloni, D.; Rombola, A. M.; Quartieri, D.; Malaguti, F.; Mazzanti, P.; Millard, L. and Marangoni, B. 2000. Mineral nutrient partitioning to fruits of deciduous trees. *Acta Horticulturae*. 512:131-140.
- Tapia, V. L. M.; Marroquin, P. F. J.; Cortes, T. I.; Anguiano, C. J. y Castellanos, R. Z. J. 2007. Nutrición del aguacate. *In: el aguacate y su manejo integrado*. Téliz, D. y Mora, A. (Coord.). Ed. Mund-iprensa. Mexico D. F. 90-91 pp.