

INFLUENCIA DEL INTERINJERTO 'COLÍN V-33' SOBRE ALGUNOS ASPECTOS FISIOLÓGICOS EN AGUACATERO (*Persea americana* MILL.).

A. Barrientos-Villaseñor¹; A. F. Barrientos-Priego²; J. E. Rodríguez-Pérez²;
A. Peña Lomelí³; R. Muñoz-Pérez³

¹Egresado de la Maestría en Ciencias en Horticultura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Edo. de México. 56230. México.

²Maestría en Ciencias en Horticultura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Edo. de México. 56230. México.

³Fundación Salvador Sánchez Colín, CICTAMEX, S.C. Ignacio Zaragoza No. 6 Cuatrecorones, Estado de México, C.P. 51700 Tel: (714) 5 01 60 Fax: 5 02 79 E-mail: cictamex@edomex.telnet.mx

SUMMARY

Con el objetivo de estudiar el efecto del interinjerto enanizante 'Colín V-33' sobre algunos aspectos fisiológicos del aguacatero se evaluaron los tratamientos: 'Colín V-33' / Raza Mexicana, 'Hass' / 'Colín V-33' / Raza Mexicana y 'Hass' / Raza Mexicana, en dos fases fenológicas: 1) al final de la floración, amarre e inicio del crecimiento vegetativo y 2) con fruto 2.5 meses antes de cosecha. La radiación fotosintéticamente activa fue mayor a $1000 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$; la temperatura en el ambiente circundante a la hoja varió de 22.8 a 32.1 °C en la fase 1 y de 22.8 a 27.5 °C en la fase 2. El tratamiento con interinjerto 'Colín V-33' no fue estadísticamente diferente ($P \leq 0.05$) al sin interinjerto en la asimilación de CO_2 (4.14 y $4.28 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, respectivamente) y conductancia estomática (58 y $68.2 \text{ mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, respectivamente) pero ambos sí fueron diferentes al 'Colín V-33' sobre Raza Mexicana para estas variables ($6.94 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ y $103.2 \text{ mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, respectivamente). El potencial hídrico del tratamiento con interinjerto 'Colín V-33' fue menor al sin interinjerto (-14.85 y 12 bares, respectivamente), estadísticamente iguales ($P \leq 0.05$). En pruebas pareadas de medias dentro de tratamientos la relación ABA:AIA ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ de peso fresco), en todos los casos existieron diferencias significativas ($P \leq 0.05$). En 'Colín V-33' / Raza Mexicana se encontraron 28.7 mg en el cultivar y 22.7 mg en el portainjerto; en el mismo orden se encontraron 31.9 y 24.2 mg en 'Hass' / 'Raza Mexicana'; 32.2, 30 y 23.9 mg en 'Hass' / 'Colín V-33' / Raza mexicana. Se observó que al cuarto año el interinjerto de 'Colín V-33' redujo en un 22% el tamaño de 'Hass'.

PALABRAS CLAVE: Aguacate, fotosíntesis neta, conductancia estomática, tasa de transpiración, ácido abscísico, ácido indolacético

INFLUENCE OF 'COLÍN V-33' INTERSTOCK ON SOME PHYSIOLOGICAL ASPECTS IN AVOCADO (*Persea americana* Mill.)

ABSTRACT

To study the effect on some physiological aspects of 'Colín V-33' as interstock the following treatments used: 'Colín V-33' / Mexican Race, 'Hass' / 'Colín V-33' / Mexican Race, and 'Hass' / Mexican Race, in two phenological phases: 1) the end of flowering, fruitset and beginning of vegetative growth, and 2) when plants had growing fruits (2.5 months before harvest). The photosynthetically active radiation was larger than $1000 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$; the temperature near to the leaf varied from 22.8 to 32.1 °C in phase 1 and from 22.8 to 27.5 °C in fase 2. The effect of 'Colín V-33' was not different for assimilation rate of CO_2 from the control (4.14 and $4.28 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, respectively). These two, however, produced effects which were statistically different relative to those from 'Colín V-33' / Mexican Race for these two variables ($6.94 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ and $103.2 \text{ mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, respectively). The water potential from the treatment with interstock 'Colín V-33' was -14.85 bars while without interstock was -12 bars. The difference was not statistically significant ($P \leq 0.05$). Within treatments, means for the relationship ABA:AIA ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ fresh weight) were always statistically significant ($P \leq 0.05$). In 'Colín V-33' / Mexican Race it was found 28.7 mg in the cultivar and 22.7 mg in the rootstock; in the same order it was found 31.9 and 24.2 mg for 'Hass' / Mexican Race and 32.2, 30, and 23.9 mg in 'Hass' / 'Colín V-33' / Mexican Race. It was found that the 'Colín V-33' interstock reduced 22% the size of 4 yrs old 'Hass' scions.

KEY WORDS: Net photosynthesis, stomatic conductance, transpiration rate, indolacetic acid, abscisic acid.

INTRODUCTION

Uno de los factores que causan varios inconvenientes en la producción comercial del aguacatero es el gran tamaño que alcanzan los árboles; lo que, entre otras cosas, conlleva a problemas como: dificultad para realizar la cosecha y el control fitosanitario, se reduce el área productiva por sombreado de árboles contiguos y se incrementa el costo de producción. Una de las posibilidades para evitar el desarrollo excesivo, sin podas severas, es el uso de portainjertos e interinjertos enanizantes que reduzcan el tamaño total del árbol con lo cual es posible incrementar la eficiencia en el trabajo, productividad y ganancia. En aguacatero ya existe alguna evidencia que reconoce a 'Colín V-33' como un intermedio enanizante de 'Fuerte'. A pesar de estos avances, en relación al efecto de la pieza intermedia en el árbol del aguacatero, no se han investigado las posibles causas fisiológicas que pueden estar involucradas en los mecanismos de control de ésta sobre la copa del árbol y sobre la raíz. Aspecto que ayudaría en el entendimiento y aplicación posterior.

El presente trabajo tuvo como objetivo: comparar la asimilación de CO_2 , conductancia estomática, tasa de transpiración y relaciones hídricas (potenciales hídrico, osmótico y de turgencia), en hojas de plantas de aguacatero: 'Colín V-33'/Raza Mexicana; 'Hass'/'Colín V-33'/Raza mexicana; y 'Hass'/'Raza Mexicana. También se determinaron y compararon las concentraciones de ácido indolacético y ácido abscísico en la corteza del tallo principal de cada uno de los componentes estructurales de las plantas. Adicionalmente se compararon algunas variables de crecimiento y producción.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en árboles del campo experimental "La Cruz" de la Fundación Salvador Sánchez Colín-CICTAMEX, S. C. geográficamente ubicado a $18^\circ 55'$ de latitud norte y $99^\circ 46'$ de longitud oeste a una altitud de 2,240 msnm. La fórmula climática correspondiente es: Cb (w2) (w)igw" según García (1988).

Factores en Estudio

Tratamientos

Se usaron árboles ya establecidos de tres años de edad cuyas combinaciones estructurales constituyen los tratamientos y son: 'Colín V-33'/Raza Mexicana; 'Hass'/'Colín V-33'/Raza Mexicana; y 'Hass'/'Raza Mexicana. Dentro de cada tratamiento (cultivar, portainjerto e interinjerto, en el caso de 'Hass'/'Colín V-33'/Raza mexi-

cana), se realizaron las determinaciones de ácido indolacético y ácido abscísico descritas más adelante.

Fases fenológicas

Las determinaciones realizadas correspondieron a dos fases fenológicas: la primera, cuando el árbol se encontraba al final de la floración, el inicio del crecimiento vegetativo y del fruto (14 de abril de 1996) y, la segunda, con frutos a 2.5 meses de ser cosechados (2 de octubre de 1996).

A partir de las 9:30, 12:30 y 15:30 horas se iniciaron las determinaciones de las variables fisiológicas. El día en que se hicieron las observaciones fue seleccionado como un día completamente soleado.

Diseño y unidad experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con cinco repeticiones. La unidad experimental consistió de un árbol, de acuerdo a los tratamientos mencionados. La elección de las unidades experimentales se realizó como una muestra al azar dentro de los árboles que presentaban los componentes estructurales de interés (cultivar, portainjerto e interinjerto, en su caso).

Variables respuesta

Variables fisiológicas

Se determinó la tasa de asimilación de CO_2 (en $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), conductancia estomática (en $\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) y tasa de transpiración (en $\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) en las horas indicadas, registrando la radiación fotosintéticamente activa (en $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) y temperatura en el ambiente circundante a la hoja ($^\circ\text{C}$). Las determinaciones se hicieron en la hoja madura más joven, usando las mismas hojas en las tres determinaciones. Con la información de la tasa de asimilación de CO_2 y la tasa de transpiración se calculó y comparó, dentro de cada fase fenológica, la eficiencia en el uso del agua (μmol de CO_2 asimilados por mmol de agua transpirado). Las determinaciones en campo se realizaron con un analizador infrarrojo de gases (IRGA) Modelo CIRAS-1, PP Systems, con las indicaciones de operación del aparato. Estas variables fisiológicas fueron determinadas en las dos fases fenológicas y horas consideradas.

Potencial hídrico (Ψ_w) y sus componentes

Las determinaciones del potencial hídrico, osmótico (Ψ_p) y de turgencia (Ψ_x) sólo se realizaron en la primer

fase fenológica. El procedimiento seguido fue reportado por Barrientos (1999). El potencial de turgencia se calculó con la diferencia entre el potencial hídrico menos el potencial osmótico. El equipo utilizado fue: psicrómetros de termopar tipo Peltier y microvoltímetro Wescor bajo el método de punto de rocío. Los valores se expresaron en bares.

Dimensiones del tronco y copa de los árboles

Se analizaron las siguientes dimensiones de copa y tronco: altura del árbol, diámetro de la copa N-S y E-W, perímetro del portainjerto a cinco centímetros abajo de la unión del injerto, perímetro del interinjerto a cinco centímetros arriba de la unión con el portainjerto, perímetro del cultivar a cinco centímetros de la unión con el interinjerto o portainjerto, según el caso. Todas las variables se determinaron y expresaron en centímetros.

Producción

Se contaron y pesaron (datos en kilogramos) los frutos de los árboles en estudio en las cosechas de 1996 y 1997. Con los datos de peso de frutos por árbol y área productiva de cada planta se calculó y comparó la eficiencia promedio de los árboles. Para calcular el área productiva de la copa se supuso una forma regular: un paraboloide, cuya ecuación fue: $0.5236 \cdot r \cdot h^{-2} \cdot [(r^2 + 4h^2)^{3/2} - r^3]$; donde, r = radio de la copa y h = altura de la copa, ambos en metros.

Contenido de ácido indolacético (AIA) y ácido abscísico (ABA)

Se determinó la cantidad de AIA y ABA libres en porciones de corteza madura (sin madera). Para la extracción se utilizó el procedimiento general indicado por Cowthorn y Morris (1982), al cual se le hicieron algunas modificaciones. Para determinar el contenido de ABA y AIA se siguieron las recomendaciones y procedimientos indicados por Chía *et al.* (1977) al usar un cromatógrafo de líquidos de alta presión (HPLC). El volumen de inyección fue de 20 μ l y la muestra se separó isocráticamente en 45% de metanol (grado HPLC) y 0.2 N de ácido acético en agua (grado HPLC) a un flujo de 1.0 ml por minuto. El tiempo de retención se determinó previamente con los estándares respectivos, preparados con AIA y cis-trans-ABA sintéticos (Lancaster, Inglaterra); en este caso, el tiempo de retención promedio para al AIA y ABA fue de 8.14 y 12.22 minutos, respectivamente; tanto en estándares como en muestras de tejido. Las concentraciones de AIA y ABA se calcularon con base en la altura de los

picos obtenidos, de acuerdo a lo recomendado por Cowthorn y Morris (1982). Los coeficientes de determinación para AIA y ABA fueron de 0.997 y 0.98, respectivamente. En los estándares de AIA se utilizaron las concentraciones de 1.0, 0.5, 0.25, 0.125, 0.0625 y 0.0315 μ g; mientras que en los estándares de ABA la curva tipo se determinó con concentraciones de 15.62 a 4000 ng.

Análisis estadístico

El análisis de varianza se realizó bajo un diseño completamente al azar. Para los análisis de varianza y pruebas de comparación de medias se utilizó el paquete computacional Statal Analysis System (SAS, versión 6.03). Para el contraste de medias entre tratamientos se usó la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). Con el fin de comparar las concentraciones de ácido indolacético y ácido abscísico entre pares de componentes estructurales de la misma unidad experimental (portainjerto, interinjerto y cultivar) y dentro de cada tratamiento se recurrió a la prueba de hipótesis para comparación de medias con muestreo pareado (Steel y Torrie, 1985). Para las gráficas de las figuras se usó el paquete computacional Sigma Plot de Jandel Scientifics.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de varianza general para las variables fisiológicas

Se encontraron efectos altamente significativos en la interacción de tratamientos y fechas lo que indica que los tratamientos tienen diferente comportamiento en las etapas fenológicas (Cuadro 1). La significancia estadística de las horas, dentro de etapas fenológicas, en la tasa de asimilación de CO_2 y conductancia estomática indica que la fotosíntesis neta depende de la hora del día en que se estime.

Algunas de las posibles causas del comportamiento diferencial de los tratamientos en cada etapa fenológica y hora en que se realicen las observaciones se comentan a continuación. La radiación fotosintéticamente activa que recibieron las plantas cuando estaban al final de la floración varió durante el día de 1570 a 1730 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ mientras que la que recibieron cuando el fruto estaba a punto de ser cosechado varió desde 1400 a 1990 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. Valores superiores a los reportados por Scholefield *et al.* (1980) quienes encontraron que el punto de saturación por luz en aguacatero es de 1000 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$.

Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza de la tasa de asimilación de CO₂, conductancia estomática y tasa de transpiración de aguacateros 'Colín V-33', 'Hass'/'Colín V-33' y 'Hass' injertados sobre portainjertos de semilla de la Raza mexicana, en tres horas y dos fases fenológicas.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Tasa de Asimilación de CO ₂	Conductancia Estomática	Tasa de Transpiración
Tratamientos (T)	2	16.8974 ^{NS}	2156.700 ^{NS}	0.18781 ^{NS}
Fases (F)	1	572.5444 ^{NS}	28872.711 ^{NS}	0.8008 ^{NS}
T*F	2	90.0914 ^{**}	16384.544 ^{**}	7.8056 ^{**}
H(F)	2	23.5261 [*]	4824.888 [*]	1.17951 ^{NS}
*H(F)	8	3.7732 ^{NS}	966.005 ^{NS}	0.60103 ^{NS}
Error	72	3.6308	561.233	0.3486
coeficiente de variación (%)	24.64	25.76	22.72	

^{NS} = No significativo ($P \leq 0.05$); ^{**} = altamente significativo a una $P \leq 0.05$.

Este aspecto es muy importante debido a que teóricamente la saturación de la fotosíntesis por luz significa un equilibrio en el CO₂ producido por respiración y el fijado por fotosíntesis, aun considerando fotorespiración. Lo encontrado en este estudio implica que con una radiación fotosintéticamente activa superior a 1000 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ el aguacatero no podría sostener la demanda de fotosintatos del crecimiento vegetativo y reproductivo y, además almacenar energía para reiniciar ambos ciclos anualmente. Esto puede ser parte de la explicación del reducido amarre en aguacatero. Al respecto Blumenfeld *et al.* (1983), Sholefield *et al.* (1985) y Finazzo *et al.* (1994) mencionaron que ciclo tras ciclo sucede una competición entre el crecimiento reproductivo y vegetativo que causa la caída de flores y frutillos.

A consecuencia de las condiciones ambientales propias de cada estación, la temperatura en el ambiente circundante a la hoja de los árboles en floración terminal varió casi 10°C, al pasar de 22.3 a 32.1 °C, mientras que el mismo parámetro cuando estas plantas tenían los frutos próximos a cosecha varió de 22.8 °C en la mañana a 27.5 °C por la tarde; la mitad del incremento mostrado en la primer fase fenológica.

Durante las observaciones de la primer etapa fenológica, en abril, a partir de 14:00 h la temperatura en el ambiente circundante a la hoja fue superior a 30 °C, valor con el cual, según Sholefield *et al.* (1980), en aguacatero hay una gran fotorespiración y la fotosíntesis es del 50%.

En el caso de 'Hass' con y sin interinjerto 'Colín V-33' la presencia de fruto fue determinante en el comportamiento fisiológico. La tasa de asimilación de CO₂ en plantas con fruto fue de 10.25 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ y de 5.20 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ al final de la floración (Cuadro 2). Lo que puede deberse a la conductancia estomática ya que la radiación fotosintéticamente activa no fue diferente ($P \leq 0.05$).

La presencia de fruto provocó una gran demanda lo que obligó a la fuente, las hojas de la periferia, a una mayor producción de fotosintatos. Lo cual coincide con lo indicado por Avery (1969, 1975) y Kazaryan *et al.* (1965). Este cambio tan drástico de la fuente (hojas) a causa de la demanda (frutos), de acuerdo con lo indicado por Wolstenholme (1987), se debe a que el fruto del aguacatero acumula aceite y no carbohidratos. Éste mismo autor estimó que los frutos de aguacate contienen 8,072 millones de $\text{kJ}\cdot\text{t}^{-1}$, la naranja 2,925 millones de $\text{kJ}\cdot\text{t}^{-1}$ y la manzana 2,628 millones de $\text{kJ}\cdot\text{t}^{-1}$. Lo que implica que se requieren aproximadamente 2.3 veces más energía para producir un fruto de aguacate en comparación con la que se requiere para producir un fruto de naranja o manzana.

Determinaciones al final de la floración, inicio del crecimiento vegetativo y del fruto

En la tasa de asimilación de CO₂ y conductancia estomática las horas de las determinaciones produjeron efectos altamente significativos, en tanto que los tratamientos produjeron el mismo efecto en estas dos variables y en la tasa de transpiración (Cuadro 3).

COMPARACIONES DE MEDIAS

Tasa de asimilación de CO₂ y conductancia estomática

A las 12:30 h, que es cuando se alcanzan los máximos de actividad fisiológica, 'Colín V-33' / Raza Mexicana fue significativamente diferente ($P \leq 0.05$) a 'Hass'/Raza Mexicana y 'Hass'/'Colín V-33'/Raza Mexicana, pero entre ellos no se encontraron diferencias significativas en la tasa de asimilación de CO₂ y conductancia estomática (Cuadro 4). La probable explicación de mayor conductancia estomática puede ser debida a que 'Colín V-33' tiene mayor número de estomas que 'Hass' (Barrientos-Pérez y Sánchez-Colín, 1983).

El comportamiento en la tasa de asimilación de CO₂ y la conductancia estomática en estrecha relación es posible que se deba a que la asimilación de CO₂ y en general la fotosíntesis está, en parte, determinada por la conductancia estomática (Sholefield *et al.*, 1980).

Tasa de transpiración

La tasa de transpiración sólo presentó diferencias entre tratamientos a las 12:30 ($P \leq 0.05$). Sin embargo, la tasa de transpiración en el tratamiento que contiene al interinjerto enanizante 'Colín V-33' en todos los casos fue menor. En contraste, 'Colín V-33'/Raza Mexicana mostró mayores tasas de transpiración en comparación con los otros dos tratamientos (Cuadro 4).

Una posible explicación al hecho que 'Colín V-33'/Raza Mexicana muestre una mayor asimilación de CO₂,

Cuadro 2. Comparación de las condiciones ambientales y algunas variables fisiológicas en dos fases fenológicas en aguacatero. Promedio del día, tratamientos y repeticiones.

Fase Fenológica	Condición ambiental		Variables Fisiológicas		
	RFA ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	TH ($^{\circ}\text{C}$)	ACO ₂ ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	TT ($\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	CE ($\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)
Final de la Floración	1659.29 a ^z	28.9 a	5.20 b	2.5 a	74.02 b
Con Fruto Próximo a cosecha	1725.53 a	27.0 a	10.25 a	2.69 a	109.84 a
Diferencia mínima significativa	88.22	1.2	1.09	0.31	14.43

^zValores con la misma letra, dentro de columna, son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$); RFA = Radiación fotosintéticamente activa; TH = Temperatura en el ambiente circundante a la hoja; ACO₂ = Tasa de asimilación de CO₂; TT = Tasa de transpiración; CE = Conductancia estomática.

conductancia estomática y tasa de transpiración respecto a los otros tratamientos es la diferente densidad estomática ya que 'Colín V-33' presenta 44.22 estomas por campo (40x12.5x) y 'Hass' 21.7 (Barrientos-Pérez y Sán-

chez-Colín, 1983). Aunque 'Hass'/Raza Mexicana presentó valores mayores que 'Hass'/Colín V-33'/Raza Mexicana, lo que si es un indicio del efecto del interinjerto 'Colín V-33'.

Cuadro 3. Cuadrados medios del análisis de varianza de la tasa de asimilación de CO₂, conductancia estomática y tasa de transpiración de aguacateros al final de la floración e inicio del crecimiento vegetativo y del fruto.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Tasa de Asimilación de CO ₂	Conductancia Estomática	Tasa de Transpiración
Horas (H)	2	37.23822**	6437.600**	0.444935 ^{NS}
Tratamientos (T)	2	20.62356**	3648.867**	3.137162**
H*T	4	0.941555 ^{NS}	255.8667 ^{NS}	0.320718 ^{NS}
Error	36	2.177112	483.2889	0.377547
coeficiente de variación (%)		31.59	29.73	24.56

**= Significancia a una $P \leq 0.01$; ^{NS} = No significativo a una $P \leq 0.05$.

Al expresar conjuntamente la asimilación de CO₂ y tasa de transpiración como un cociente resulta una medida de eficiencia en el uso del agua; es decir, los μmol de

CO₂ que se asimilan por cada mmol de agua transpirada (Cuadro 5). Desde éste punto de vista, no se encontraron diferencias ($P \leq 0.05$) entre tratamientos durante el día lo cual concuerda con Richards y Rowe (1977).

Potencial hídrico y sus componentes

El efecto de la hora de observación fue significativo para el potencial osmótico y altamente significativo para el potencial de turgencia; lo cual refleja la actividad fotosintética de las plantas y estado de turgencia en que se encuentran durante la fijación de CO₂ (Cuadro 6). El efecto de los tratamientos es significativo para el potencial hídrico y osmótico lo que sugiere que el cultivar y el

interinjerto, en las plantas que lo contienen, si influyen en la cantidad de fotoasimilados totales.

Al hacer el análisis de varianza dentro de las horas en que iniciaron las observaciones del potencial hídrico y sus componentes, resultó que el efecto de los tratamientos sólo es significativo a las 12:30 (Cuadro 7).

Cuadro 4. Tasa de asimilación de CO₂ y conductancia estomática en plantas de aguacatero 'Colín V-33', 'Hass'/'Colín V-33' y 'Hass' injertadas sobre portainjertos de semilla de Raza Mexicana (RM).

Hora	Tratamiento	ACO ₂ ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	CE ($\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	TT ($\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)
9:30	'Colín V-33' / RM	7.88 a ^z	105.20 a	2.53 a
	'Hass' / 'Colín V-33' / RM	5.92 a	82.80 a	2.14 a
	'Hass' / RM	6.72 a	91.80 a	2.42 a
	Diferencia Mínima Significativa	3.50	47.06	0.82
12:30	'Colín V-33' / RM	6.94 a	103.20 a	3.38 a
	'Hass' / 'Colín V-33' / RM	4.14 b	58.0 b	2.15 b
	'Hass' / RM	4.28 b	68.2 b	2.54 ab
	Diferencia Mínima Significativa	2.40	29.66	0.81
15:30	'Colín V-33' / RM	4.76 a	65.20 a	3.07 a
	'Hass' / 'Colín V-33' / RM	2.72 a	41.80 a	1.99 a
	'Hass' / RM	3.60 a	49.20 a	2.24 a
	Diferencia Mínima Significativa	2.26	32.13	1.34

^zValores con la misma letra dentro de columna y su respectiva hora son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$). ACO₂ = asimilación de CO₂; CE = conductancia estomática;

TT = tasa de transpiración.

Cuadro 5. Eficiencia en el uso del agua (μmol de CO_2 asimilados por mmol de agua transpirada) en aguacateros 'Colín V-33', 'Hass' / 'Colín V-33' y 'Hass' sobre portainjertos de semilla de la Raza Mexicana (RM).

Tratamiento	Hora del día		
	9:30	12:30	15:30
'Colín V-33' / RM	3.08 a ^z	2.06 a ^z	1.60 a ^z
'Hass' / 'Colín V-33' / RM	2.66 a	1.85 a	1.25 a
'Hass' / RM	2.75 a	1.65 a	1.60 a
Diferencia mínima significativa	0.75	0.60	0.48

^z Valores con la misma letra, dentro de columna, son estadísticamente iguales Tukey ($P \leq 0.05$).

Cuadro 6. Cuadrados medios del análisis de varianza del potencial hídrico y sus componentes en plantas de aguacatero 'Colín V-33', 'Hass'/'Colín V-33' y 'Hass' injertadas sobre portainjertos de semilla de la Raza Mexicana (RM).

Cuadrados Medios				
Fuente de Variación	Grados de Libertad	Potencial Hídrico (Ψ_w)	Potencial Osmótico (Ψ_p)	Potencial de Turgencia (Ψ_π)
Horas (H)	2	9.45 ^{NS}	16.61*	19.65**
Tratamientos (T)	2	22.92 *	14.91*	1.38 ^{NS}
H*T	4	5.71 ^{NS}	2.50 ^{NS}	1.95 ^{NS}
Error	36	6.13	4.122	3.63
coeficiente de variación (%)		19.24	12.77	61.11

*= Significativo a una $P \leq 0.05$; **= Significativo a una $P \leq 0.01$; ^{NS} = No Significativo

Cuadro 7. Cuadrados medios del análisis de varianza del potencial hídrico y sus componentes en plantas de aguacatero 'Colín V-33', 'Hass'/'Colín V-33' y 'Hass' injertadas sobre portainjertos de semilla de la Raza Mexicana (RM), en tres horas diferentes.

Cuadrados Medios					
Hora	Fuente de Variación	Grados de Libertad	Potencial Hídrico (Ψ_w)	Potencial Osmótico (Ψ_p)	Potencial de Turgencia (Ψ_π)
9:30	Tratamientos	2	5.5500 ^{NS}	4.154 ^{NS}	0.0792 ^{NS}
	Error	12	2.8225	2.2291	2.0525
	coeficiente de variación (%)		13.54	10.11	55.99
12:30	Tratamientos	2	25.4040 *	7.9625 ^{NS}	5.017 ^{NS}
	Error	12	5.440	4.2020	5.547
	coeficiente de variación (%)		18.78	12.16	50.86
15:30	Tratamientos	2	3.4042 ^{NS}	7.8042 ^{NS}	0.3754 ^{NS}
	Error	12	10.1290	5.940	3.900
	coeficiente de variación (%)		23.09	15.16	81.65

*= Significativo a una $P \leq 0.05$; ^{NS} = No Significativo

Cuadro 8. Potencial hídrico, osmótico y de turgencia en plantas de aguacateros 'Colín V-33', 'Hass'/'Colín V-33' y 'Hass' sobre portainjertos de la Raza Mexicana (RM), dentro de horas.

Hora	Tratamiento	Potencial Hídrico (Ψ_w , en bares)	Potencial Osmótico (Ψ_p , en bares)	Potencial de Turgencia (Ψ_π , en bares)
9:30	'Colín V-33' / RM	-11.40 az	-13.95 a	2.55 a
	'Hass' / 'Colín V-33' / RM	-13.5 a	-15.75 a	2.45 a
	'Hass' / RM	-12.30 a	-14.60 a	2.30 a
	Diferencia mínima significativa	2.83	2.57	2.29
12:30	'Colín V-33' / RM	-10.40 a	-15.80 a	5.40 a
	'Hass' / 'Colín V-33' / RM	-14.85 b	-18.25 a	3.40 a
	'Hass' / RM	-12.00 a b	-16.50 a	4.50 a
	Diferencia mínima significativa	3.93	3.45	3.80
15:30	'Colín V-33' / RM	-12.95 a	-14.70 a	3.27 a
	'Hass' / 'Colín V-33' / RM	-13.80 a	-16.35 a	3.40 a
	'Hass' / RM	-14.60 a	-17.15 a	4.01 a
	Diferencia mínima significativa	5.35	4.11	5.14

^aValores con la misma letra dentro de columna y hora respectiva son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$).

Determinaciones con fruto próximo a cosecha

El efecto de los tratamientos cuando las plantas tenían fruto resultó altamente significativo (Cuadro 9).

Cuadro 9. Cuadros medios del análisis de varianza de la tasa de asimilación de CO₂, conductancia estomática y tasa de transpiración de aguacateros con frutos próximos a cosecha.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Tasa de Asimilación de CO ₂	Conductancia Estomática	Tasa de Transpiración
Horas (H)	2	9.20066 ^{NS}	3299.288 *	1.922640 **
Tratamientos (T)	2	86.41266 **	15064.822 **	5.043406 **
H*T	4	6.686333 ^{NS}	1637.122 ^{NS}	0.847536 *
Error	36	4.56777	629.977	0.309326
coeficiente de variación (%)		20.83	22.84	20.64

*= Significativo a una $P \leq 0.05$; **= Significativo a una $P \leq 0.01$; ^{NS} = No Significativo

Comparación de medias

Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos a las 12:30 y exclusivamente en cuanto al potencial hídrico (Cuadro 8). Esto sugiere que el contenido de agua disponible, estimado por el potencial de turgencia (Ψ_{π}), para los procesos de anabolismo y catabolismo de la planta, al final de la floración e inicio del crecimiento vegetativo y del fruto, no son significativamente afectados por la presencia de un interinjerto de 'Colín V-33'.

A pesar de que las plantas de 'Colín V-33'/Raza Mexicana mostraron una tasa de transpiración mayor, también presentaron un contenido de humedad interna más alta que las plantas de 'Hass' con y sin injerto intermedio (Cuadro 8). En este estudio el Ψ_{ω} tuvo un mínimo de -1.96 KPa (-19.6 bares) y un máximo de -1.07 KPa (-10.75 bares) lo que concuerda con los valores reportados por Sholefield *et al.* (1980).

COMPARACIÓN DE MEDIAS

Tasa de Asimilación de CO₂ y conductancia estomática (CE)

La tasa de asimilación de CO₂ no presentó diferencias significativas entre los tratamientos en las determinaciones de las 15:30 h pero sí a las 9:30, a diferencia de lo encontrado al final de la floración e inicio del crecimiento

vegetativo y del fruto donde no encontraron diferencias a las 9:30 horas. Sin embargo, en las observaciones de las 9:30 y 12:30 'Colín V-33' / Raza Mexicana resultó diferente ($P \leq 0.05$), a los otros dos tratamientos (Cuadro 10). Lo mismo sucedió en conductancia estomática (Cuadro 10). El comportamiento de la tasa de asimilación de CO₂ y conductancia estomática en estrecha relación es posible que se deba a que la asimilación de CO₂ está, en parte, determinada por la conductancia estomática (Sholefield *et al.*, 1980).

Tasa de transpiración

Los tratamientos presentaron diferencias estadísticas a las 9:30 y 12:30 horas. De modo que la tasa de transpiración de las plantas de 'Colín V-33'/ Raza Mexicana fue menor a los otros dos tratamientos y es, según la prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$), diferente a ellos (Cuadro 10). Una conductancia estomática menor, puede ser la explicación de una menor asimilación de CO₂ y tasa de transpiración.

La eficiencia en el uso del agua de las plantas con fruto próximo a cosecha fue aproximadamente dos veces mayor que cuando éstas mismas plantas se encontraban al final de la floración; pero las diferencias por efecto de tratamiento no fueron suficientes para mostrar efectos significativos (Cuadro 11).

Contenido de ácido indolacético (AIA) y ácido abscísico (ABA) en corteza

En el análisis de varianza para el contenido de AIA, ABA y el contenido de ABA en relación al contenido de

AIA en la corteza del tallo principal del portainjerto (todos de semilla de la raza mexicana) no se encontraron efectos significativos. En este caso los resultados indican que la cantidad de AIA, ABA y la proporción de ABA:AIA en los portainjertos fueron estadísticamente iguales; es decir, llegaron las mismas cantidades de estas sustancias desde la parte aérea a los portainjertos (Cuadro 12).

En pruebas pareadas dentro de tratamiento se encontró que el contenido de AIA del 'Colín V-33' y 'Hass' sin interinjerto 'Colín V-33' fue estadísticamente diferente al contenido de AIA que presentaron a sus respectivos portainjertos (Cuadro 13).

La variación mostró un gradiente de mayor a menor, en sentido basipetal, lo que aparentemente no coincide con lo postulado por Lockard y Schneider (1981) ya que los árboles 'Hass'/Raza Mexicana son vigirosos y 'Colín V-33'/Raza Mexicana, aunque son de porte pequeño, la cantidad de auxinas en el cultivar es mayor que en el portainjerto. En el caso de 'Hass'/'Colín V-33'/Raza mexicana no se encontraron diferencias estadísticas en el contenido de AIA entre 'Hass' y el interinjerto 'Colín V-33' ni de éste con los portainjertos. Lo que indica que un gradiente de mayor a menor, en sentido basipetal, en el contenido de AIA también se puede presentar en árboles con portainjerto vigoroso.

Al comparar en forma pareada el contenido de ABA, dentro de tratamientos, se encontró mayor concentración en los cultivares que en los respectivos portainjertos. Esto fue consistente en los tres tratamientos y las diferencias estadísticas se presentaron sólo en los tratamientos donde estuvo involucrado 'Colín V-33' (Cuadro 13).

Las comparaciones pareadas para la relación ABA:AIA se muestran en el Cuadro 14. Se observó mayor cantidad de ABA por unidad de AIA en los cultivares que en los portainjertos. En el tratamiento que contiene el interinjerto 'Colín V-33', la pieza intermedia presentó una mayor relación ABA:AIA que el portainjerto. En todos los casos la diferencia fue significativa lo que indica que existe un gradiente de mayor a menor, en sentido basipetal, en la relación ABA:AIA, por lo que es la reacción hormonal, y no el efecto de una sola hormona, la posible explicación a la influencia de la parte aérea sobre el sistema radical y viceversa tal como lo mencionaron Torrey (1976) y Googwin *et al.* (1978).

La relación entre el ABA y el AIA encontrada en este estudio no fue tan clara como la que encontró Kamboj *et al.* (1997) en manzano. Sin embargo Faust (1989) considera que las auxinas son uno de los elementos de la matriz de compuestos involucrados en el control del tamaño de las plantas y aunque no se encontró una concentración decreciente significativa de AIA, como lo mencionan Lockard y Schneider (1981), sí se presentó para el caso de la relación ABA:AIA. Esta relación puede ser la causa de modificaciones en el abastecimiento recíproco de carbohidratos entre la parte aérea y la raíz en el que tienen gran influencia las auxinas (Faust, 1989).

Por otra parte, se sabe que el ABA tiene un efecto adverso sobre el transporte de las auxinas (Basler y McBride, 1977), lo cual puede apreciarse más claro para 'Colín V-33'/Raza Mexicana en contraste con los otros tratamientos (Cuadro 14).

Cuadro 10. Tasa de asimilación de CO₂, conductancia estomática y tasa de transpiración en plantas de aguacatero 'Colín V-33', 'Hass'/'Colín V-33' y 'Hass' injertadas sobre portainjertos de semilla de Raza Maxicana (RM), dentro de horas.

Hora	Tratamiento	ACO ₂ ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	CE ($\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	TT ($\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)
9:53	'Colín V-33' / RM	6.86 b ^z	67.06 b	1.44 b
	'Hass' / 'Colín V-33' / RM	11.06 a	137.0 a	2.65 a
	'Hass' / RM	13.54 a	148.80 a	2.90 a
	Diferencia mínima significativa	3.02	33.67	0.65
12:42	'Colín V-33' / RM	7.86 b	73.40 b	2.11 b
	'Hass' / 'Colín V-33' / RM	12.12 a	137.40 a	3.62 a
	'Hass' / RM	12.70 a	146.20 a	3.41 a
	Diferencia mínima significativa	2.46	34.81	0.75
15:52	'Colín V-33' / RM	8.08 a	78.8 a	2.53 a
	'Hass' / 'Colín V-33' / RM	9.48 a	104.0 a	2.98 a
	'Hass' / RM	10.58 a	95.4 a	2.58 a
	Diferencia mínima significativa	4.86	55.087	1.28

^zValores con la misma letra dentro columna y hora respectiva son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$). ACO₂ = asimilación de CO₂; CE = conductancia estomática; TT = tasa de transpiración.

Cuadro 11. Eficiencia en el uso del agua (μmol de CO₂ asimilados por mmol de agua transpirada) en aguacateros 'Colín V-33' 'Hass'/'Colín V-33' y 'Hass' sobre portainjertos de la Raza Mexicana (RM).

Tratamiento	Hora del día		
	9:53	12:42	15:52
'Colín V-33' / RM	5.13 a ^z	3.79 a ^z	3.26 a ^z
'Hass' / 'Colín V-33' / RM	4.14 a	3.34 a	3.06 a
'Hass' / RM	4.65 a	3.73 a	4.32 a
Diferencia mínima significativa	1.24	0.84	1.61

^zValores con la misma letra, dentro de columna, son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$).

Cuadro 12. Cuadrados medios del análisis de varianza del contenido de ácido abscísico (ABA) e indolacético (AIA) y relación ABA:AIA en corteza del tallo principal en el cultivar de aguacateros 'Colín V-33', 'Hass'/'Colín V-33' y 'Hass' sobre portainjertos de la Raza Mexicana.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	AIA	ABA	ABA:AIA
Tratamientos	2	0.1888 ^{NS}	315.71 ^{NS}	18.607 ^{NS}
Error	12	6.4694	3999.44	55.828
coeficiente de variación (%)		48.7	40.85	24.12

^{NS} = No significativo a una $P \leq 0.05$

Cuadro 13. Contenido (en mg·g⁻¹ peso fresco) de ácido indolacético y ácido abscísico en corteza de aguacateros 'Colín V-33', 'Hass'/'Colín V-33' y 'Hass' injertados en plantas de semilla de la Raza Mexicana (RM).

Tratamiento	Cultivar		Interinjerto		Portainjerto	
	AIA	ABA	AIA	ABA	AIA	ABA
'Colín V-33' / RM	5.78 a ^z	146.4 A	-----	-----	4.65 b	99.69 B
'Hass'/'Colín V-33' / RM						
cultivar vs. Portainjerto	5.04 a	155.7 A			5.18 a	128.3 B
cultivar vs. Interinjerto	5.04 a	155.7 A	5.11 a	156.6 A		
interinjerto vs. Portainjerto			5.11 a	156.6 A	5.18 a	128.3 A
'Hass' / RM	5.43 a	144.4 A	-----	-----	4.16 b	141.3 A

^zContrastes con la misma letra, dentro de hilera, son estadísticamente iguales ($P \leq 0.025$). Las letras minúsculas corresponden a comparaciones del AIA. Letras mayúsculas corresponden a comparaciones del ABA.

Cuadro 14. Miligramos de ácido abscísico por mg de ácido indolacético en corteza del tallo principal de aguacateros 'Colín V-33', 'Hass'/'Colín V-33' y 'Hass' injertados en plantas de semilla de la Raza Mexicana (RM).

Tratamiento	Cultivar	Interinjerto	Portainjerto
'Colín V-33' / RM	28.74 a	-----	22.70 b
'Hass'/'Colín V-33' / RM			
cultivar vs. Portainjerto	32.24 a		23.93 b
cultivar vs. Interinjerto	32.24 a	30.05 b	
interinjerto vs. Portainjerto		30.05 a	23.93 b
'Hass' / RM	31.89 a	-----	24.24 b

^zContrastes con la misma letra, dentro de fila, son estadísticamente iguales ($P \leq 0.025$).

VARIABLES DE CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN

Perímetro del tronco de los componentes

No se observaron anomalías que sean la causa de un desarrollo mayor de alguno de los componentes; aunque es notoria la zona de injertación. El perímetro del cultivar de las plantas 'Hass' con y sin injerto intermedio fue similar en los primeros años de establecido el huerto. La diferencia se hizo notoria hasta los cuatro años (Figura 1), lo cual coincide con lo que indicaron Barrientos-Priego *et al.* (1992), quienes encontraron diferencias a partir del quinto año en plantas injertadas sobre portainjertos enanizantes de aguacatero. El perímetro del portainjerto, 5 cm a bajo de la unión con el interinjerto, presentó un comportamiento similar en magnitud y tendencia al cultivar.

Altura y diámetro de copa del árbol

La altura del árbol fue mayor en 'Hass'/Raza Mexicana y menor en 'Colín V-33'/Raza Mexicana (Figura 2). 'Hass'/'Colín V-33'/Raza Mexicana presentó valores similares a 'Hass'/Raza Mexicana de 1994 a 1996, pero en 1997 su altura fue significativamente menor (Tukey, $P \leq 0.05$); lo que sugiere que es a partir del cuarto año de establecidas las plantas es cuando se observan las diferencias debidas al interinjerto 'Colín V-33'.

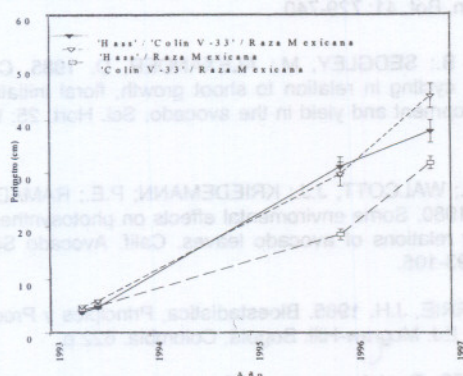


Figura 1. Perímetro del tronco de la parte donde inicia el cultivar, en diferentes combinaciones de aguacatero.

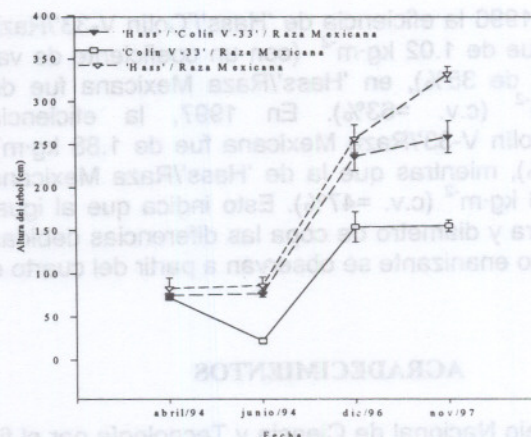


Figura 2. Altura del árbol de tres combinaciones de aguacatero.

Al considerar la altura de 'Hass'/Raza mexicana como el 100%, la diferencia en la altura de 'Hass'/'Colín V-33'/Raza Mexicana será debida al interinjerto. Expresada en porcentaje, la máxima reducción encontrada fue de 41.6% (Cuadro 15), lo que concide con lo encontrado por Barrientos-Priego *et al.*, (1987), en 'Fuerte' con injerto intermedio de 30 a 50 cm de 'Colín V-33'; pero, en este estudio, es notorio que a mayor edad el porcentaje de reducción promedio es mayor.

Cuadro 15. Porcentaje de reducción de altura de árboles de aguacatero 'Hass'/'Colín V-33'/Raza Mexicana, debido al interinjerto enanizante.

Edad de la planta	Reducción (%)		
	Máximo	Promedio	mínimo
1 año	17.87	9.66	2.17
2 años	27.73	10.72	3.26
3 años	22.05	7.95	-9.11
4 años	41.6	21.97	10.29

El diámetro de la copa de 'Hass'/'Colín V-33'/Raza Mexicana y 'Hass'/Raza Mexicana no presentó diferencias significativas ($P \leq 0.05$). Sin embargo, los valores promedio de 'Hass'/'Colín V-33'/Raza Mexicana al cuarto año ya indican menor magnitud.

Eficiencia del árbol

Ben-Ya'acov *et al.* (1993) sugirieron que es mejor determinar la eficiencia del árbol. La eficiencia del árbol

es la relación entre la producción y el área productiva de la planta, expresada en masa por unidad de área.

Así, en 1996 la eficiencia de 'Hass'/Colón V-33/Raza Mexicana fue de $1.02 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ (con un coeficiente de variación, cv, de 35%), en 'Hass'/Raza Mexicana fue de $1.32 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ (c.v. = 63%). En 1997, la eficiencia de 'Hass'/Colón V-33/Raza Mexicana fue de $1.88 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ (c.v. = 76%), mientras que la de 'Hass'/Raza Mexicana fue de $1.16 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ (c.v. = 47%). Esto indica que al igual que en altura y diámetro de copa las diferencias debidas al interinjerto enanizante se observan a partir del cuarto o quinto año.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el financiamiento a la presente investigación mediante el proyecto: "Portainjertos enanizantes para aguacatero", Ref: 28901B SEP-CONACYT. Al Programa de Investigación en Fruticultura de la Universidad Autónoma Chapin-ga por el apoyo financiero mediante el proyecto: 230202.

LITERATURA CITADA

- AVERY, D. J. 1969. Comparisons of fruiting and deblossomed mained apple trees, and of non-fruiting trees on a dwarfing and an invigorating rootstock. *New Phytol.* 68: 323-336.
- AVERY, D. J. 1975. Effects of climatic factors on the photosynthetic efficiency of apple leaves, pp. 25-31. In: *Climate and the Orchard*. H. C. Pereira (ed.). Commonwealth Agr. Bureaux, Farnham Royal, Slough, England.
- BARRIENTOS PÉREZ, F.; SÁNCHEZ COLÍN, S. 1983. Height variability obtained from a new dwarf avocado tree population. *Acta Horticulturae* 140: 163-168.
- BARRIENTOS-PRIEGO, A. F.; SÁNCHEZ-COLÍN, S.; AGUILAR-MELCHOR, J. J.; LÓPEZ-JIMÉNEZ, A. 1992. Selection of avocado dwarfing rootstocks. *Proc. of Second World Avocado Congress* 1991. I: 515-520.
- BARRIENTOS P. A. F.; LÓPEZ J., A.; SÁNCHEZ C., S. 1987. Effect of Colón V-33 as interstock on avocado (*Persea americana* Mill.) growth, cv. Fuerte. *South African Avocado Grower's Association Yearbook* 10: 62-63.
- BASLER, E.; R. MCBRIDE, R. 1977. Interaction of coumarin, gibberellic acid and abscisic acid in translocation of auxins in bean seedlings. *Plant and Cell Physiology* 18: 939-947.
- BEN-YA'ACOV, A.; MICHELSON, E.; SELA, I. 1993. Rootstock effect on avocado vigor and productivity. *Acta Hort.* 349: 191-195.
- BLUMENFELD, A.; GAZIT, S.; ARGAMAN, E. 1983. Factors involved in avocado productivity. *Volcani Center. Israel. Spec. Publ. No.* 222: 84-85.
- CHIA, A. J.; M. L.; BRUN, W. A. 1977. Rapid separation and quantification of abscisic acid from plant tissues using high performance liquid chromatography. *Plant Physiology* 59: 821-826.
- COWTHON, D. L.; MORRIS, J.R. 1982. Relationship of seed number and maturity to berry development, fruit maturation changes, and uneven ripening of 'Concord' (*Vitis lambrusca* L.) grapes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107(6): 1097-1104.
- FAUST, M. 1989. *Physiology of temperate zone fruit trees*. Ed. WILEY. New York., USA. 338 p.
- FINAZZO, S. F.; DEVENPORT, T.L.; SHAFFER, B. 1994. Partitioning of photoassimilates in avocado (*Persea americana* Mill.) during flowering and fruit set. *Tree Physiology* 14: 153-164.
- GARCÍA, E. 1988. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlos a las condiciones de la República Mexicana. UNAM. México. 215 p.
- GOODWIN, P. B.; GALLNOW, B.Y.; LETHAM, D.S. 1978. Phytohormones and growth correlations, pp. 215-250. In: *The Biochemistry of Phytohormones and Related Compounds: A Comprehensive Treatise*. D. S. Letham, P. B. Goodwin and T. J. V. Higgins (eds.) Vol. II. Elsevier/ North Holland, Amsterdam.
- KAMBOJ, J. S.; BLAKE, P.S.; QUINLAN, J.D.; WEBSTER, A.D. 1997. Recent advances in studies on the dwarfing mechanism of apple rootstocks. *Acta Hort.* 451: 75- 82.
- KAZARYAN, V. O.; BALAGEZYAN, N.V.; KARAPETYAN, K.A. 1965. Influence of the fruits of apple trees on the physiological activity of the leaves. *Soviet Plant Physiol.* 12: 265-269.
- LOCKARD, R. G.; SCHNEIDER, G.W. 1981. Stock and scion growth relationships and the dwarfing mechanism in apple. *Hort. Rev.* 3: 315-375.
- RICHARDS D.; ROWE, R.N. 1977. Effects of root restriction, root pruning and 6-benzylaminopurine on the growth of peach seedlings. *Ann. Bot.* 41: 729-740.
- SCHOLEFIELD, P. B.; SEDGLEY, M.; ALEXANDER, D. 1985. Carbohydrate cycling in relation to shoot growth, floral initiation and development and yield in the avocado. *Sci. Hort.* 25: 99-110.
- SHOLEFIELD, P. B.; WALCOTT, J.J.; KRIEDEMANN; P.E.; RAMADAN, A. 1980. Some environmental effects on photosynthesis and water relations of avocado leaves. *Calif. Avocado Soc. Yrbk.* 64: 93-105.
- STEEL, G. D.; TORRIE, J.H. 1985. *Bioestadística, Principios y Procedimientos*. Ed. McGraw-Hill. Bogotá, Colombia. 622 p.
- TORREY, J. G. 1976. Root hormones and plant growth. *Annu Rev. Plant Physiol.* 27: 435-459.