

EVALUACION DE LA CALIDAD MEDIANTE ATRIBUTOS DE APARIENCIA DE FRUTOS DE AGUACATE DE LAS SELECCIONES ARIES Y ARIETE

FRUIT QUALITY EVOLUTION OF TWO AVOCADO SELECTIONS (ARIES AND ARIETE) THROUGH THEIR PHYSICAL ATTRIBUTES

Jacques F. Cajuste Bontemps¹, Luis López López² y Joel Meza Rangel¹

RESUMEN. Frutos de dos selecciones de aguacate (Ariete y Aries), generados por la Fundación Salvador Sánchez Colín, fueron evaluados en cuanto a sus atributos de apariencia, comparándolas con los de cultivares anteriormente creados o comercialmente conocidos. El experimento comprendió la evaluación de cambios de color registrados tanto en el exocarpio como en la pulpa durante la maduración, el peso de fruto después de cosecha y las pérdidas de peso consecuencia de la maduración. Los resultados revelan que los frutos de ambas selecciones maduran en verde, su peso medio fue superior al del cultivar comercial Fuerte y su perecibilidad fue de mediana (Ariete) a baja (Aries)

Palabras clave: Fruto color, aguacate caracterización, aguacate maduración, *Persea americana* M.

ABSTRACT. Avocado fruits of two selections (Aries and Ariete), created by the Salvador Sanchez Colin's Foundation were evaluated comparing some of their physical attributes with these of others (former selections or the well known commercial Avocado 'Fuerte'). Experiment consisted on monitoring changes observed on fruit skin and pulp's color, fresh weight at harvest, and weight loss during ripening. Results show that both selections ripen in a green skin color, their fresh weight at harvest were two times greater than 'Fuerte', and their shelf life was from medium (Ariete) to low (Aries).

Key words: Fruit color, avocado characterization, avocado ripening, *Persea Americana* M.

INTRODUCCION

Entre uno de los objetivos planteados por el CICTAMEX desde su fundación ha sido la realización de investigaciones enfocadas a la creación de cultivares de aguacate con potencial para su uso a nivel comercial. Dichas investigaciones tienen una trayectoria de 40 años, y a través de las cuales se ha dado origen a diferentes sujetos sobresalientes y que aún en el presente siguen siendo susceptibles de estudio, a fin de mejorar características de calidad que no pudieron introducirse dentro de éstos durante su proceso de selección.

¹Colegio de Postgraduados. Especialidad en Fruticultura. Carretera México-Texcoco Km 35.5, Montecillo, Edo Méx. 56230. Ferrebo@colpos.colpos.mx

²Fundación Sanchez Colín, CICTAMEX, S.C., Ignacio Zaragoza No 6 ,Coatepec de Harinas, Edo. CP. 51700.

INTRODUCCION

Entre uno de los objetivos planteados por el CICTAMEX desde su fundación ha sido la realización de investigaciones enfocadas a la creación de cultivares de aguacate con potencial para su uso a nivel comercial. Dichas investigaciones tienen una trayectoria de 40 años, y a través de las cuales se ha dado origen a diferentes sujetos sobresalientes y que aún en el presente siguen siendo susceptibles de estudio, a fin de mejorar características de calidad que no pudieron introducirse dentro de éstos durante su proceso de selección.

La búsqueda de sujetos sobresalientes con una producción temprana o tardía (con posibilidades de mover la época de cosecha y la oferta de fruta en el mercado), de porte bajo y adaptadas a condiciones edáficas y climatológicas específicas propicia que además de evaluar las características fisiológicas de la planta como tal, se tenga que complementar con un estudio que involucre la calidad comercial de los frutos y su comportamiento en postcosecha, teniendo como base la calidad de frutos comercialmente conocidos como son Hass y/o Fuerte.

Cultivares como Colín V-33, registrado en 1980 se ubica como uno de aquellos con una calidad de fruto excelente, ya que al compararse con los cultivares Hass y Fuerte presenta una proporción de pulpa similar, siendo afectada solamente en los contenidos de aceite y fibra cruda (Cuadro 1). Otra característica poco favorable lo es el tamaño de fruto, ya que el peso medio es de 350 g. Esta última condición podría limitar la comercialización hacia el exterior ya que los calibres de mayor demanda oscilan entre los 200 y 300 g. Este cultivar al igual que Colín V-101 y Rincoatl siguen siendo sujetos de estudio (López Jiménez y Barrientos, 1987; Martínez Damián, 1987; Barrientos Pérez y Barrientos Priego, 1990; López *et al.*, 1992 y López López, 1992), permitiendo inclusive al día de hoy la obtención de nuevas selecciones que son generadas a partir de estos primeros.

Para la selección Rincoatl, trabajos efectuados con anterioridad relacionados con su caracterización y efectuados dentro de la misma Fundación (Sánchez-Colín, *et al.*, 1989) lo señalan como un fruto periforme al igual que Colín V-33 y Colín V-101; sin embargo, con un peso promedio de fruto inferior al de aquellas dos, y con una menor vida en postcosecha (Cuadro 2).

Cuadro1. Análisis (proximal) en fruto de aguacate.

Concepto	Colín V-33	Hass	Fuerte
Humedad (%)	68.80	67.40	63.80
Cenizas (%)	1.06	2.03	2.70
Proteínas (N x 6.25) (%)	3.04	2.85	2-10
Grasa (extracto etéreo) (%)	12.20	15.10	19.30
Fibra cruda (%)	8.70	7.2	8.10
Carbohidratos (por dif.). (%)	5.20	5.42	4.00
Pulpa (%)	78.70	79.20	78.30

Fuente: CICTAMEX, 1980.

Cuadro 2. Características morfológicas de fruto y pérdidas fisiológicas de peso.

Selección	Forma Del fruto	Peso del fruto (sazón) (g)	Longitud del fruto (cm)	Diámetro del fruto (cm)	Días de madurez de sazón a madurez de consumo	Pérdidas fisiológicas de peso durante maduración (%)
Colín V-33	Periforme	478	12.9	8.0	10	17.1
ColínV-101	Periforme	403.9	11.8	8.1	11	15.0
Rincoatl	Periforme	310.7	9.4	7.8	9	20.1
Fuerte	Periforme	240.5	11.3	7.6	10	7.3

Fuente: CICTAMEX, 1989.

Cuadro 3. Proporción que guardan cada uno de los tejidos que constituyen al fruto en diferentes cultivares de aguacate.

Selección	Pulpa %	Cáscara %	Semilla (Hueso) %
Colín V-33	78.56 a ^z	7.67 cd	13.70 a
Fuerte	76.48 abc	6.78 bc	16.46 ab
Colín V-101	74.69 bc	5.06 a	20.11 c
Rincoatl	67.8 d	5.73 ab	26.32 de
Valor de F	**	**	**
C.V.	2.36	8.72	8.87

^zMedias con la misma letra dentro de las columnas son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey con un nivel de significación al 5%.

C.V. Coeficiente de variación.

Fuente: CICTAMEX, 1989

La calidad del fruto, expresado en función de la proporción de pulpa, refleja que la selección Rincoatl es deficiente en cuanto a esta característica si se compara con la de aquellas de las variedades Colín V-33 y Colín V-101, al igual que con la variedad comercial Fuerte (Cuadro 3), y si este análisis prosigue a nivel de constituyentes químicos (análisis bromatológico), se observa, en cambio, que la selección Rincoatl sobresale en cuanto a contenido de proteínas y aceite, conduciendo este último a que el nivel de humedad sea bajo (Cuadro 4).

De estas observaciones, los autores anteriormente referidos concluyen que las selecciones estudiadas presentan cualidades físicas buenas y valor nutricional aceptable. Para el presente experimento y con base en estas referencias se procedió a evaluar algunas de las características de las selecciones Aries y Ariete, tomando como base cultivares evaluados con anterioridad.

Cuadro 4. Evaluación de caracteres bromatológicos de pulpa de aguacate.

Selección	Proteína (%)	Grasa (%)	Minerales (%)	Fibra (%)	Humedad (%)
Rincoatl	2.8 a ^z	26.8 a	4.46 a	4.93 c	59.2
Colín V-33	2.34 ab	25.02 ab	4.02 ab	4.82 c	61.7
Fuerte	2.6 ab	24.31 abc	2.78 e	4.01 bc	59.0
Colín V-101	1.8 bc	14.88 d	3.52 cd	3.20 a	74.6
Valor de F	**	**	**		
C.V.	13.72%	15.68%	10.36%		

^z Media con la misma letra dentro de las columnas son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey con un nivel de significación al 5%.

C.V. Coeficiente de variación.

1 Los porcentajes se reportan en base húmeda.

Fuente: CICTAMEX, 1989.

MATERIALES Y METODOS

Frutos de aguacate de los cultivares o selecciones: Fuerte, Rincoatl, Colín V-33, Colín V-101, Aries y Ariete, cosechados el 28 de febrero del año 2000 y transportados al laboratorio de Fisiología Postcosecha del Colegio de Postgraduados fueron evaluados en cuanto a sus características de calidad a través de variables físicas.

El análisis de dichos frutos se hizo dejándolos madurar a temperatura ambiente (19 ± 2 °C), condición establecida para la toma de las variables siguientes:

Pérdida de peso, registrada cada dos días hasta la madurez de consumo, a través de una balanza digital y fue expresada como el porcentaje de peso promedio perdido durante toda la maduración o aquel perdido por día, en razón de que los tiempos de maduración eran variables.

Colores de exocarpio y pulpa, medidos a través de colorímetro Hunter Lab y expresados en función de índice de cromaticidad ($\sqrt{a^2 + b^2}$) e índice particular para fruto de aguacate (Mateos *et al* , 1988). El registro del color interno se hizo estandarizando con una placa de color amarillo, con valores de calibración en coordenadas de medición internacional (CIE) $X = 57.2$, $Y = 59.8$ y $Z = 40.6$ (correspondiendo con valores en Lab $L = 77.4$, $a = 3.3$, $b = 23.0$). Para el color

externo se usaron las placas usualmente utilizadas para el calibrado (negro y blanco). Para ambas tomas la frecuencia de medición fue cada dos días.

Días promedio a maduración. Se hizo contabilizando el periodo comprendido desde la cosecha hasta la totalidad de frutos en estado de madurez de consumo.

Peso seco. Muestras de pulpa de las diferentes selecciones de aguacate fueron puestas en estufa a 60 °C hasta peso constante.

Todas las variables evaluadas, con excepción de los días promedio a madurez de consumo, fueron analizadas en un diseño completamente al azar, con repeticiones variables a través de paquete computacional SAS, efectuando análisis de varianza (ANVA) y prueba de medias por Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSION

Inicio de maduración

Color de exocarpio

La evaluación del color externo (exocarpio) de frutos se hizo primeramente a través de cada uno de los componentes que integran al mismo, con base en parámetros L, a y b. Se observó para dichos parámetros al inicio de la evaluación y de acuerdo al análisis de varianza una diferencia significativa entre tratamientos ($\alpha < 0.01$).

Cuadro 5. Color de exocarpio de fruto de aguacate registrado en función de valores Hunter Lab.

Selección	Valor L Hunter	Selección	Valor a Hunter	Indice	Selección	Valor b Hunter	Croma
Colín V-33	26.99 d ¹	ColínV-33	4.42 d	15.10 d	Colín V-33	9.01 e	10.07 c
Rincoatl	29.71 c	Ricoatl	6.15 bc	25.14 bc	Fuerte	10.67 cd	12.12 b
Colín V-101	31.65 ab	Ariete	7.20 ab	32.76 ab	Colín V-101	13.14 ab	15.48 a
Ariete	30.45 bc	Aries	6.81 abc	25.49 bc	Rincoatl	12.07 bc	13.52 b
Fuerte	32.25 a	Colín V-101	7.97 a	33.81 a	Ariete	13.79 a	15.55 a
Aries	27.03 d	Fuerte	5.63 cd	18.89 cd	Aries	9.97 de	12.09 b

¹Medias con misma letra dentro de las columnas son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey con un nivel de significación al 5%.

La selección con el color externo más claro (mayor valor de luminosidad y croma) correspondió al tratamiento cuyos frutos pertenecieron a la selección Colín V-101. Esta condición se confirmó con los datos obtenidos tanto en función del índice utilizado como de aquellas calculados para croma (intensidad del color verde). A este tratamiento le prosiguió él de los frutos pertenecientes a la selección Ariete. En el lado opuesto, aquellos frutos con una coloración más oscura, se ubicó el tratamiento cuyos frutos correspondieron a la selección Colín V-33, las demás selecciones no presentaron una tendencia definida, aunque Aries estuvo de manera general, en un estado intermedio. Se observó asimismo una asociación entre los valores a-Hunter con aquellos obtenidos con el índice utilizado; pudiendo establecerse que a mayor valor del índice, el fruto presentó una coloración más verde, en tanto que para b (tono amarillo) su comportamiento se vio reflejado en función de los valores croma (Cuadro 5).

Pesos seco y fresco de fruto y pérdida fisiológica de peso

Si los valores analizados en el Cuadro 1 se asocian con el contenido de peso seco (Cuadro 6), se podría establecer que, aun cuando la tendencia no es definitiva, los frutos que presentaron una coloración más tenue, tuvieron asimismo un menor peso seco; sin embargo, se debe de resaltar que esto no es sinónimo de una menor madurez, e inclusive, inferir que los frutos no alcanzaron su madurez fisiológica, ya que esta característica es específica dentro de cultivares, zona de producción, o de la ubicación del fruto en el árbol. Para esta variable, Ariete superó en gran medida a Aries, aunque para ambos, el valor registrado fue menor al de Fuerte.

Cuadro 6. Peso seco de fruto y color de exocarpio en aguacate.

Selección	Peso seco (%)	Color a
Fuerte	35.20 a ¹	Colín V-33
Colín V-33	30.49 ab	Fuerte
Rincoatl	29.73 ab	Rincoatl
Ariete	25.23 bc	Aries
Colín V-101	21.90 cd	Ariete
Aries	18.13 d	Colín V-101

↑
I
N
T
E
N
S
I
D
A
D

¹Medias con misma letra dentro de las columnas son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey con un nivel de significación al 5%.

Analizando el comportamiento de las selecciones Ariete y Aries, se apreció que en cuanto al color verde del exocarpio, presentaron una tendencia similar; sin embargo, se detectó un mayor tinte amarillo en Ariete, lo que pudo contribuir al color más claro visualizado para la selección Ariete.

El peso fresco inicial de frutos, si se compara con el comportamiento del contenido de peso seco, tuvo una menor separación de tratamientos en cuanto a clases se refiere (cuadro 7). En un primer grupo (aquellos con mayor peso) se ubicaron los frutos de

las selecciones Aries, Colín V-33 y Ariete, cuyos valores medios estuvieron superiores a los 400 g. El segundo grupo, conformado por las selecciones Colín V-101, Rincoatl y Fuerte, tuvo un peso medio inferior a los 300 g y dentro de este último grupo al cual pertenece Fuerte su tamaño de fruto fue menor de los 250 g.

Como se visualiza dentro de las diferentes trabajos efectuados por investigadores de la Fundación Sánchez Colín (CICTAMEX) las selecciones creadas se han caracterizado siempre por poseer frutos grandes; no siendo la excepción Aries y Ariete (Cuadro 7).

Cuadro 7. Peso medio de fruto de aguacate para diferentes selecciones.

Selección	Peso medio
Aries	452.13 a ¹
Colín V –33	430.14 a
Ariete	401.94 a
Colín V-101	284.60 b
Rincoatl	260.75 b
Fuerte	233.15 b

¹Medias con misma letra dentro de las columnas son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey con un nivel de significación al 5%.

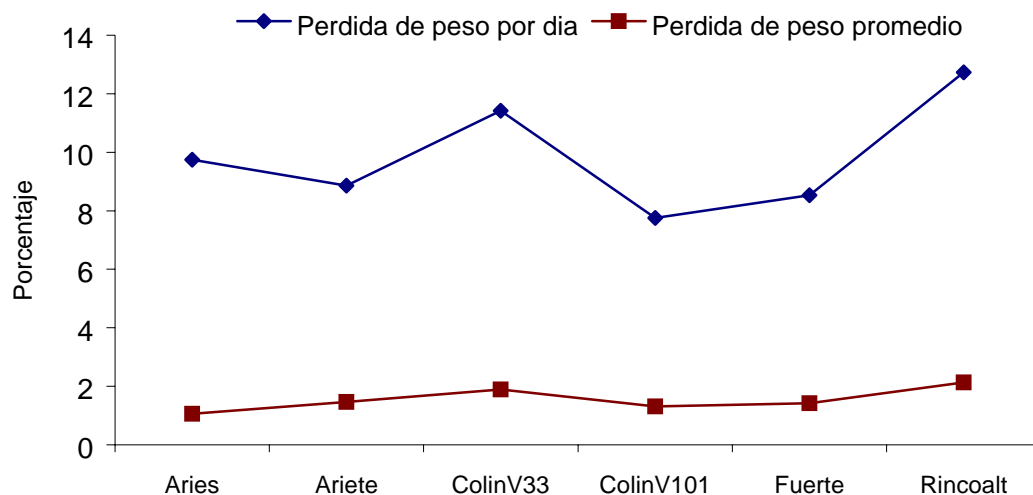


Figura 1. Pérdidas fisiológicas de peso en frutos de aguacate

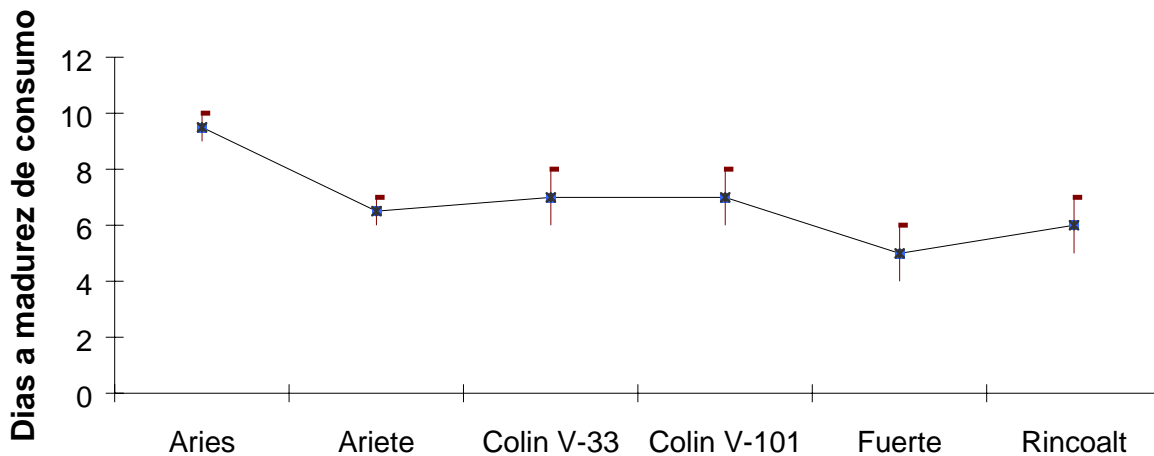
En cuanto a las pérdidas de peso presentadas durante la maduración, ya sea el porcentaje total de peso perdido o el valor obtenido por día, no se apreció una relación con el tamaño inicial de fruto. La única tendencia observada fue la de que los frutos pertenecientes a los cultivares Rincoatl y Colín V-33 presentaran, en el orden citado, la mayor pérdida de peso. (Figura 1).

Color de exocarpio a la madurez de consumo (M C)

La tendencia de cada una de las variables de medición individual del color -valores de luminosidad (L) y croma (a, b)- reflejan una menor diferenciación entre tratamientos al final de la maduración (MC), en especial para la tonalidad amarilla que en un inicio presentaba grandes diferencias, de 5 clases al inicio de la maduración a 2 a la MC. Para las tres variables señaladas, los frutos pertenecientes al cultivar colín V-101 fueron siempre los que reflejaron la permanencia del color verde en mayor grado y, que como habíamos señalado anteriormente al inicio de la maduración eran los que presentaban la coloración verde más clara. Agrupando las tres variables a través del índice de color se observó que el efecto producido de manera individual por brillo (cera) y tonalidad verde (a) se diluyó, quedando agrupados los tratamientos en dos clases: los frutos del cultivar Colín V-101 en una y los restantes en otra, lo mismo sucedió si el análisis del color se hizo considerando únicamente los cambios en pureza (croma), sin tomar en cuenta el brillo de frutos. Se detectó también para estas dos formas de expresión del color que los frutos de los cultivares Ariete y Rincoatl (en el orden citado) fueron los que correspondieron con la tonalidad más oscura de exocarpio al final de la maduración.

Días promedio a maduración

Aun cuando para esta variable, el análisis no pudo efectuarse estadísticamente, se llegó a apreciar diferencias entre las diferentes selecciones (Fig. 2). Los frutos del cultivar Fuerte se ubicaron entre los más percederos, en tanto que los correspondientes a Aries fueron los que presentaron una mayor vida útil en postcosecha. Las diferencias entre estos dos tratamientos (grado de percedibilidad) correspondió en promedio de 4 a 5 días; es decir, los frutos de la selección Aries tenían una capacidad de conservación de 5 días mayores al de los del cultivar Fuerte. Se observó asimismo que los frutos de las selecciones caracterizadas (Ariete y Aries) tuvieron un menor espaciamiento del período comprendido desde la cosecha a la madurez de consumo, pudiendo inferir que dichos frutos fueron cosechados en un estado más homogéneo. La condición de Ariete fue el de un fruto medianamente percedero. Sólo para los frutos de la selección Colín V-33 se apreció una asociación entre las pérdidas fisiológicas de peso con la apariencia de las mismas en la madurez de consumo.



Selección	Aries	Ariete	Colín V-33	Colín V-101	Fuerte	Rincoalt
Apariencia	Normal	Normal	Muy deshidratado	Deshidratado	Normal	Normal

Figura 2. Días promedio de maduración de frutos de aguacate de selecciones y cultivares diversos expuestos al medio ambiente

Color de pulpa

El color de la pulpa de frutos al inicio de las evaluaciones no enmarcó diferencias para los parámetros Hunter a y b, como fue apreciada a través del análisis de varianza. Lo anterior era de sospecharse para el parámetro a, en razón de que la influencia del color verde en relación a la sección amarilla de la pulpa es poco significativa, siendo en consecuencia ésta la razón por la cual la calibración del equipo se hizo en función de una placa amarilla. Los resultados obtenidos en el análisis de varianza fueron confirmados a través de la prueba de medias para **Hue** (matiz) como **Croma** (pureza). El brillo en cambio, permitió una agrupación de los tratamientos en tres subclases, diferenciándose los frutos de los cultivares Colín V-33 y Ariete del de aquellos del cultivar Colín V-101. Los dos primeros fueron los que presentaron un mayor brillo de pulpa como de un color amarillo más intenso. Aries por su lado, aún cuando se ubico en el tercer lugar en cuanto a brillo, por su mayor proporción de color verde (color de fondo) su valor L no fue diferente al de los demás tratamientos (cuadro 8).

Cuadro 8. Color de pulpa en fruto de aguacate después de cosechados.

Selección	Valores Hunter		
	L	a	b
Colín V- 33	78.09 ^z a	8.22 a	31.37 a
Ariete	76.92 a	8.54 a	31.27 a
Aries	73.17 ab	10.02 a	28.66 a
Fuerte	72.72 ab	8.62 a	28.15 a
Rincoatl	71.44 ab	8.91 a	28.96 a
Colín V -101	65.39 b	8.29 a	29.84 a

^zValores con la misma letra dentro de columnas no son estadísticamente diferentes (Tukey $\alpha = 0.05$).

Al final de la maduración las diferencias se observaron en dos de los parámetros Hunter, nuevamente L y en su complemento a; sin embargo, aún cuando de manera inicial no se captó una tendencia (Valores **Hue** y **Croma**) concreta, se podría establecer como un primer acercamiento que los frutos de las selecciones Ariete y Aries, en el orden citado, presentaron la mayor intensidad de color verde y amarillo en pulpa.

CONCLUSIONES

La maduración de frutos en las selecciones estudiadas correspondió a frutos que conservan el color verde del exocarpio en la madurez de consumo.

Los frutos con el color de exocarpio mas claro después de cosecha pertenecieron a los cultivares Ariete y Colín V-101. A la madurez de consumo, nuevamente Ariete, pero ahora con Rincoatl obtuvieron el color mas oscuro, lo que refleja la mayor tasa de cambio de color para la selección Ariete.

De las selecciones y cultivares estudiados, los frutos del cultivar Fuerte fueron los mas percederos y las de Aries los menos.

La mayor intensidad de color de pulpa, en la madurez de consumo, se registró para los frutos de las selecciones Ariete y Aries.

AGRADECIMIENTOS

Los autores manifiestan su gratitud al C. TQI Alejandro Valdez Rosas por su valioso apoyo en la realización de los análisis de laboratorio.

BIBLIOGRAFIA

- Barrientos Pérez, F., A. F. Barrientos Priego. 1990. Selección de portainjertos enanizantes de aguacate. 111. Correlaciones entre características de plántulas segregantes de 'Colín V-33' y los arboles resultantes al injertar cultivares y selecciones. Memoria Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas del Aguacate en el Estado de México. Coatepec de Harinas, Estado de México. México. pp. 27-32.
- López Jiménez, A. , A. Barrientos Priego. 1987. Selección de portainjertos enanizantes de aguacate (*Persea americana* Mill.) estudios de la relación corteza/xilema en tallos de segregantes del cv Colín V-33. Memoria Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas del Aguacate en el Estado de México. Coatepec de Harinas, Estado de México. México. pp. 37-45.
- López López, L., S. Sánchez Colín, J. Alpizar M. 1992. Análisis físico y bromatológico de selecciones de aguacate. Memoria Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas del Aguacate en el Estado de México. Coatepec de Harinas, Estado de México. México. pp. 159-169.
- López López, L. 1992. Análisis sensorial de selecciones de aguacates. Memoria Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas del Aguacate en el Estado de México. Coatepec de Harinas, Estado de México. México. pp. 173-176.
- Martínez Damián, Ma. Teresa. 1987. Caracterización de 11 selecciones tardías de aguacate (*Persea americana* Mill.). Memoria Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas del Aguacate en el Estado de México. Coatepec de Harinas, Estado de México. México. Pp. 51-72.
- Mateos, M., M. A. Del Río, J. M. Martínez J. y P. Navarro. 1988. Efecto de las envolturas plásticas individuales, calentamientos intermitentes y pretratamientos con CO₂ en la conservación del aguacate "Hass" Actas del III Congreso de la Soc. Española de Ciencias Hortícolas.
- Sánchez Colín, S., L. López López, J. Inés Aguilar, J. C. Mejía Patiño. 1989. Análisis físico y bromatológico de selecciones de aguacate (*Persea americana* Mill) obtenida por CICTAMEX. Memoria Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas del Aguacate en el Estado de México. Coatepec de Harinas, Estado de México. México. pp. 117-134.
- Sánchez Colín, Salvador. 1980. "Colín V-33". Una nueva variedad de aguacate en México. SAZMEX. No. 252, 23 p.