

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/313819878>

Evaluation of color during avocado (*Persea americana* Mill. cv. Hass) ripening

Article · November 2016

DOI: 10.15446/agron.colomb.sup.2016n1.58092

CITATIONS

6

READS

1,975

2 authors:



[Pablo Rodríguez](#)

Agrosavia

42 PUBLICATIONS 293 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Juan Camilo Henao-Rojas](#)

Agrosavia

37 PUBLICATIONS 267 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Evaluación del color durante la maduración del aguacate (*Persea americana* Mill. cv. Hass)

Evaluation of color during avocado (*Persea americana* Mill. cv. Hass) ripening

Juan Camilo Henao-Rojas¹ y Pablo Emilio Rodríguez¹

RESUMEN

La maduración del aguacate 'Hass' se caracteriza por un cambio de color de la cáscara de verde a púrpura, esto puede servir como índice para mejorar su manejo poscosecha. Debido a que en Colombia no hay información suficiente sobre este fenómeno, el objetivo de éste trabajo fue determinar el color de la epidermis del fruto de aguacate y su velocidad de cambio durante la madurez de consumo (MC). Se cosecharon 90 frutos en 6 fincas, a 30 se les analizó el contenido de materia seca (MS) y peso fresco; 60 frutos se maduraron en condiciones ambientales ($23,78 \pm 0,40^\circ\text{C}$, HR de $65,43 \pm 3,30\%$), a cada fruto se le evaluó color. El contenido de materia seca y peso fresco cumple con lo exigido por el mercado. El índice de madurez disminuye y su velocidad depende del contenido de MS inicial.

Palabras clave: índice de madurez, colorimetría, almacenamiento de aguacate.

ABSTRACT

The avocado 'Hass' ripening is characterized by a change in skin color from green to purple/black, this can serve as an index to improve postharvest handling. There is poor information with regard to this process in Colombia. The objective of this work was to determine the color of avocado peel fruit and its rate of change during the ripening. 90 fruits were harvested in 6 farms. 30 fruits were analyzed in its content of dry matter (DM) and weight. The 60 fruits left were ripened at room ambient conditions ($23.78 \pm 0.40^\circ\text{C}$, relative humidity (RH) of $65.43 \pm 3.30\%$). Each fruit had its color assessed. The DM and weight complies with the requirements by the market. Maturity index decreases and its speed depends on the content of initial DM.

Key words: Maturity index, colorimetry, avocado storage.

Introducción

El cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill. cv. Hass) en Colombia va en aumento debido a la exportación del fruto a Europa. El área sembrada en 2014 llegó a 10.500 ha, con una producción de 40.000 t. Entre 2008 y 2015, se pasó de exportar 20 a 3.800 t y en 2016 se espera sea superar esta cifra (Hernandez, 2015).

En Colombia se cosechan los frutos cuando alcanzan un porcentaje igual o superior al 23% de materia seca. La madurez de consumo del aguacate 'Hass' se alcanza varios días después de su cosecha, en éste proceso se llevan cambios en los frutos como pérdida de firmeza y color de la cáscara (Agüero, 2012). El cambio de color en la cáscara se da de verde a púrpura, o negro en un tiempo entre 8 y 12 d, lo cual se debe a cambios químicos en la cáscara: la clorofila α y β disminuye, mientras que las antocianinas y la cianidina-3-glucosido aumenta (Cox *et al.*, 2004).

El cambio de color es importante porque es un índice de maduración para industriales y consumidores. En Colombia el fruto de aguacate se distribuye en cadenas de

supermercado en condiciones ambientales principalmente, y no hay suficiente literatura que permita identificar el tiempo y velocidad de maduración. Por esta razón, el objetivo de este trabajo fue identificar el tiempo y la velocidad de cambio de color en frutos de aguacate cosechados en tres regiones del departamento de Antioquia.

Materiales y métodos

Se muestrearon árboles de 7 a 10 años (injertados en patrón desconocido), se cosecharon frutos de aguacate 'Hass' en estado de madurez de acuerdo al productor (pérdida de brillo del fruto) en Marzo de 2016, en 6 fincas de Antioquia (Tab. 1).

Se tomaron 90 frutos, tres frutos por árbol, se transportaron al Centro de Investigación La Selva (Rionegro, Colombia). Posteriormente, a 30 frutos se les determinó materia seca (AOAC, 2016), peso, color por método de Hunter Lab (Minolta CR400, observador de 2° e iluminante C). A los otros 60 frutos restantes, se les determinó color durante la maduración a condiciones ambientales ($23,78 \pm 0,40^\circ\text{C}$, HR de $65,43 \pm 3,30\%$), hasta alcanzar el grado 5 (color púrpura,

TABLA 1. Ubicación y condiciones meteorológicas de las fincas muestreadas.

Código finca	ANEREC	ANJBV	ANSPEB	ANAI	ANRILE	ANEPLA
Región	Oriente	Suroeste	Norte	Suroeste	Oriente	Oriente
Latitud	6°01'37"	05°35'51,2"	06°29'41,5"	06°02'00,7"	6°05'53"	6°19'26,53"
Longitud	75°27'39"	75°48'39,3"	75° 31' 42"	75°41'05,5"	75°26'31"	75°23'23,9"
Altitud (msnm)	2.357	1.932	2.473	1.793	2.248	2.009
Temperatura anual promedio (°C)	16,54	19,02	15,68	20,92	15,99	19,08
Humedad relativa anual promedio (%)	82,44	79,46	78,11	72,02	75,57	78,38
Radiación anual promedio	222,78	202,39	213,65	206,13	204,36	227,77

White *et al.*, 2009), a cada fruto se le marcó el punto de evaluación por medio de un círculo de 2 cm de diámetro en su eje ecuatorial.

Modelo para predicción de la madurez de consumo (MC)

Con los datos de color evaluados (11 a 14 d) se construyó y analizó la curva de cinética de color a partir del vector unificado planteado por López y Cajuste (1999a), $IM = -(10ab/L)$.

Con el fin de obtener el parámetro velocidad máxima de maduración (μ_{mad}), se planteó un modelo matemático determinístico, no segregado y dinámico basado en la inversión aritmética de la siguiente ecuación diferencial logística (Ec. 1).

$$\frac{dcolor}{dt} = -\mu_{mad} \cdot color \cdot (1 - (color/MS / color_{max})) \quad (1)$$

Análisis estadístico

En el análisis estadístico de peso y materia seca, se utilizó una prueba F para diferencia de medias, en donde se analizó si existían diferencias significativas entre muestras ($P \leq 0,05$). En caso de hallar diferencias se aplicó una prueba de rangos múltiples, con el fin de determinar cuáles de las fincas son significativamente diferentes. Con los parámetros de velocidad del modelo de MC se procedió a realizar un análisis de correlación entre este parámetro y la materia seca promedio de cada finca. En las correlaciones se probaron 27 modelos diferentes y el criterio para la selección del mejor modelo fue el coeficiente de correlación (R^2). Para realizar los ajustes del modelo propuesto se utilizó el software "Statgraphics centurión XVI".

Resultados y discusión

El peso de los frutos no presentó diferencias significativas entre fincas ($P > 0,05$), los rangos de peso están dentro de los calibres de exportación 12 a 30 (365 a 125 g), cumpliendo con los parámetros de la OECD (2004). La materia seca está dentro del rango de aceptación comercial requerido por el mercado en Colombia (23 a 30%). Se observaron diferencias

significativas entre fincas, lo cual puede deberse al momento de cosecha elegido por cada productor, entre otros factores. Los resultados aquí presentados son similares a los hallados por Márquez *et al.* (2014).

El modelo presentó un ajuste visible sobre los datos experimentales de color en el aguacate 'Hass'. Este ajuste se puede visualizar en las figuras 1, el comportamiento de datos modelados es muy cercano a los datos experimentales. En general las muestras maduraron por completo hasta los 15 d.

El tiempo de maduración reportado aquí es superior a lo publicado por Lopez y Cajuste (1999b) (9 a 10 d). En la tabla 2 y figura 1 se observa que los menores valores de IM los tuvieron las fincas ANJBV, ANSPEB y ANEPLA. Estas tres fincas están ubicadas a diferentes altitudes en las regiones del Suroeste, Norte y Oriente Antioqueño, respectivamente. Mientras que las fincas ANAI (oriente), ANRILE (oriente) y ANEREC (Suroeste) mostraron los valores más altos. La finca ANEREC, fue la del IM máximo y vm_{\max} de cambio de color durante la MC (Tab. 2). El comportamiento en la maduración del aguacate presenta dos grupos de muestras cada uno con 3 regiones: un grupo con IM donde no suceden cambios en las coordenadas L^* , a^* y b^* entre 0 y 6 d (ANEPLA, ANJB Y ANSPEB) y el otro con descensos en el IM (Fig. 1, ANEREC, ANRILE y ANAI), este comportamiento afecta la cinética de cambio del IM durante la madurez, ya que donde se observan descensos importantes del IM en la primera región de la gráfica, hay una mayor velocidad de MC, siendo la finca ANEREC, la que tiene una mayor velocidad de MC.

Lopez y Cajuste (1999b) encontraron que este comportamiento está directamente relacionado con el máximo climatérico. En la segunda región de la cinética del IM hay un descenso marcado para todas las fincas, y en la tercera tiende a ser constante. Es importante definir para estas regiones sus equivalentes en cuanto a grados de MC de acuerdo a la escala visual de color de White *et al.* (2009) y la firmeza, a fin de determinar el óptimo de madurez con su respectivos IM.

TABLA 2. Parámetros fisicoquímicos de frutos cosechados y cinéticos de MC.

Finca	Peso fresco		Parámetro cinético		Materia seca** (%)
	Promedio (g)*	Rango	Velocidad de MC máxima (vmax día ⁻¹)	IM max (10ab/L)	
ANEREC	217,29±34,99a	146,22-349,33	0,43	58,71	25,98±3,10 a
ANJBV	238,32±21,65a	194,91-305,46	0,80	46,04	23,93±3,66 b
ANSPEB	222,70±26,36a	137,36-290,20	0,60	46,06	25,85±1,90 a
ANAI	217,15±28,09a	163,65-325,52	0,69	55,11	30,31±4,15 c
ANRILE	207,76±38,41a	117,34-341,14	0,46	54,88	28,73±4,68 d
ANEPLA	218,59±21,79a	175,39-291,28	0,75	48,01	24,16±2,09 ab

*Promedio ± desviación estándar (n=90). ** Promedio ± desviación estándar (n=30). Promedios con letras distintas, en la misma columna, indican diferencia significativa ($P \leq 0,05$).

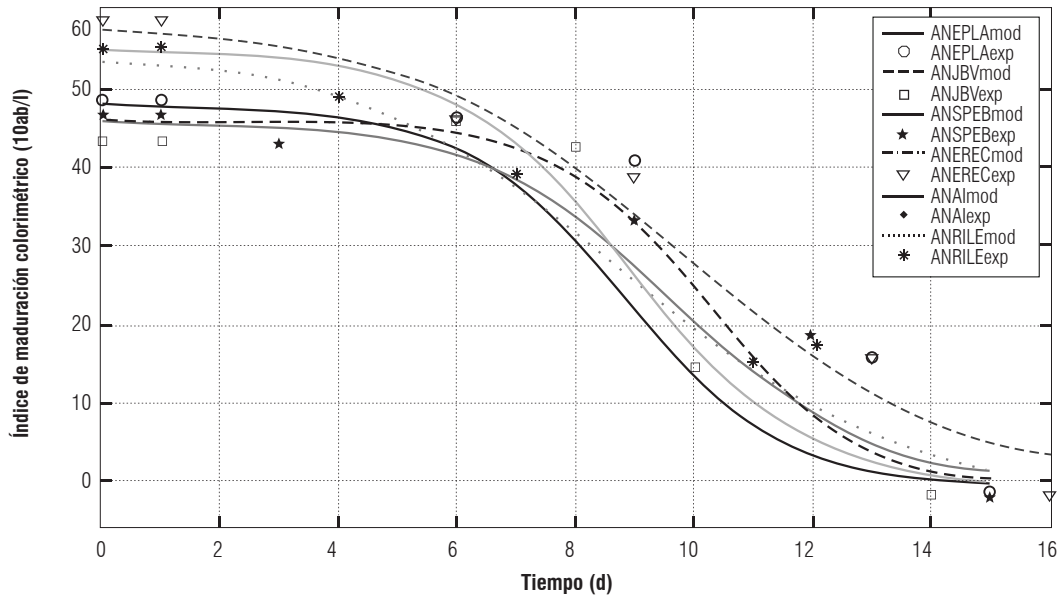


FIGURA 1. Cinética del IM para varias fincas del departamento de Antioquia durante MC (mod: modelo y exp: dato experimental).

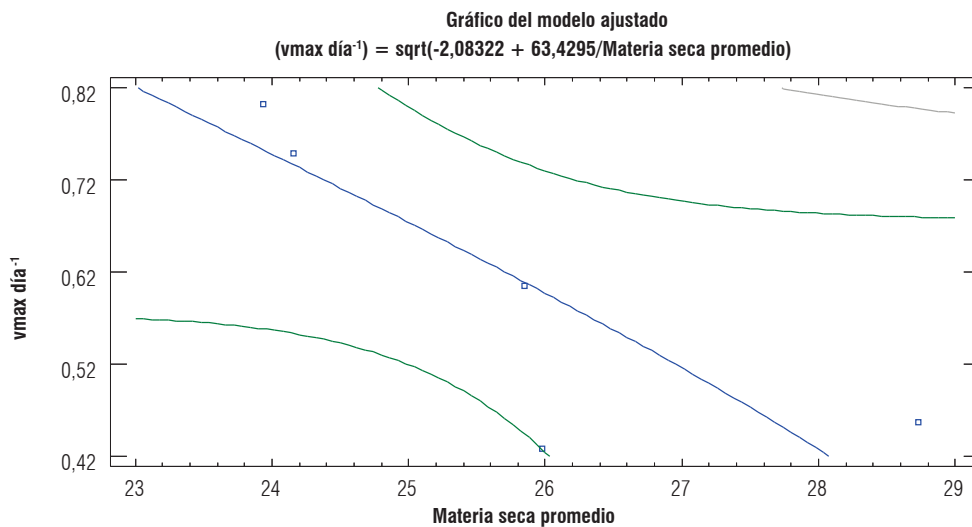


FIGURA 2. Ajuste del modelo de correlación de velocidad de maduración vs. materia seca.

Se hizo un estudio de correlación entre velocidad de maduración y materia seca, comparando diferentes modelos de acuerdo a su $R^2=0,86$, se encontró que el mejor es el

modelo “Cuadrado-Y Inversa de X” y al cual se le realizó la regresión no lineal para la obtención de las constantes. Las cuales dan como resultado:

$$v_{max} = \sqrt{-2,08322 + 63,4295 / (materia\ seca)} \quad (2)$$

En la figura 2 se muestra el ajuste del modelo planteado con respecto a los datos experimentales. En ésta figura podemos ver que a mayor contenido de MS mayor velocidad de cambio en el IM.

Conclusiones

Los frutos de aguacate se están cosechando dentro de los rangos de aceptación por las empresas empacadoras, y para las muestras analizadas no hay una dispersión grande de los datos, por sus bajos valores de desviación estándar. Lo cual puede reducir problemas en el almacenamiento y maduración de los frutos. El IM depende del origen de los frutos, sin embargo, requiere más estudios, ya que no se observó algún patrón común de cambio por región. Asimismo, la cinética de cambio sigue un comportamiento decreciente similar para la mayoría de fincas estudiadas. En relación a la cinética, esta puede verse más afectada por el valor de materia seca, el cual se relacionó de forma inversa con la cinética del IM durante la maduración.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento al Sistema General de Regalías y Secretaría de Agricultura de Antioquia por el

financiamiento (Convenio Especial de Cooperación para la Investigación No.4600001078).

Literatura citada

- Agüero, R.P. 2012. Crecimiento y maduración del fruto en aguacate (*Persea americana* Mill.) cv. Hass. Universidad de Almería, Almería, España.
- Cox, K.A., T.K. McGhie, A.White y A.B. Woolf. 2004. Skin colour and pigment changes during ripening of 'Hass' avocado fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 31(3), 287-294. Doi: 10.1016/j.postharvbio.2003.09.008
- Hernandez, A.E.M. 2015. Perspectivas del aguacate Hass en Colombia. pp. 477-480. En: VIII Congreso Mundial de La Palta, Lima.
- López, L. y B.J. Cajuste. 1999a. Comportamiento postcosecha de fruta de aguacate cv. Hass con base en la altitud de producción y tipo de floración. *Rev. Chapingo Ser. Hort.* 5, 365-371.
- López, L. y B.J. Cajuste. 1999b. Efecto del envase de cartón corrugado y embalaje en la conservación de la calidad de fruta de aguacate cv. Hass. *Rev. Chapingo Ser. Hort.* 5, 359-364.
- Márquez, C.J., D.P. Yepes y L. Sanchez. 2014. Changes physical-chemical of avocado (*Persea americana* Mill. cv. Hass) in postharvest for two municipalities of Antioquia. *Temas Agrarios* 19(1), 32-47.
- OECD. 2004. International standardisation of fruit and vegetables (Avocado). OECD. p. 130.
- White, A., A. Woolf, P. Hofman y M.L. Arpia. 2009. The international Avocado quality manual. Plan and Food Research, Auckland, Nueva Zelanda.