

EL ESTRES HIDRICO Y SU INFLUENCIA SOBRE LA MADURACION Y CALIDAD DE FRUTO DE AGUACATE VARIEDAD HASS

L. LOPEZ L.¹, J. F. CAJUSTE B.² y E. MORALES R.³

RESUMEN

Frutos de aguacate cv. Hass provenientes de árboles regados a un 50% y riego normal(26L/seg durante 8 horas por hectárea) durante el período de estiaje (6 meses) se cosecharon y se almacenaron a una temperatura de 2°C. Entre los resultados preliminares se observaron que los frutos mantenidos con un 50% de nivel de agobio hídrico, durante su crecimiento, como es el caso de aguacate, conduce a la manifestación de desórdenes fisiológicos tales como: mayor salida de electrolito durante la maduración, mayor reacción de la pulpa al obscurecimiento enzimático, entre otros, los que repercuten en una afectación de la calidad y en un acortamiento de la vida útil en postcosecha.

Palabras clave:aguacate, desórdenes fisiológicos, agobio hídrico.

SUMMARY

Fruits of avocado cv. Hass from trees irrigated to the 50% level and the trees irrigated normally(26L/seg of water during 8 hours by hectare) during six months, were picking in physiological maturity with the purpose of to determine if the irrigation in any way related to the development of post harvest fruit disorders in avocado. Preliminary results showed that mainly that fruit from trees that irrigated to 50% level of water(hidric stress) were involved in the development of post harvest disorders such as: maximize out of electrolytic during of ripening, the development of vascular browning, reduced the storage life in post-harvest and the quality.

Key Words:avocado, physiological disorders, hidric stress

INTRODUCCION

La búsqueda de técnicas y metodologías que ayuden a prolongar la vida de anaquel de un producto altamente perecedero como lo representa el fruto de aguacate ha representado uno de los principales retos de actualidad de las diferentes agroindustrias establecidas a nivel mundial cuya finalidad es ofrecer el fruto en fresco, preservando sus características de calidad. Se ha determinado para ciertas condiciones de manejo del cultivo, que mientras los frutos estan unidos al árbol e incrementan su madurez, el arbol continua con su ciclo fenológico normal(Whiley *et al.* 1988b), lo que de alguna manera implica periodos de una fuerte competencia para las condiciones limitadas de fuentes de minerales y de agua en estos nuevos flujos de

¹Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX S. C.

²Instituto de Recursos Genéticos y Productividad, Colegio de Postgraduados

³Estudiante,Departamento de Fitotecnia Universidad Autónoma Chapingo

crecimiento vegetativo y floral, mismo que se incrementa cuando los frutos de la floración anterior son dejados en el árbol coincidiendo con la floración y amarre de frutos de la siguiente temporada. Ambos flujos vegetativo y floral muestran una fuerte competencia en cuanto a la demanda de agua (Whiley *et al.*,1998a) y minerales (Cutting y Bower, 1989; Witney *et al.*, 1990). Por otro lado, cuando los frutos y brotes se encuentran en crecimiento y desarrollo están también compitiendo por fuertes cantidades de agua, minerales y carbohidratos (Whiley *et al.*,1988a) por lo que se ha establecido que la concentración mineral y contenido de agua disminuye mientras el fruto avanza en su estado de madurez fisiológica, lo cual tiene un efecto en la estabilidad e integridad de la membrana y explica el porqué los frutos tienden a desarrollar problemas relacionado con los desórdenes fisiológicos tales como decoloración del mesocarpio a finales de la temporada y pulpa gris (Leclereq,1990), por las limitaciones de agua, de este modo el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto del agobio hídrico, durante el desarrollo de frutos de aguacate sobre su calidad a la madurez fisiológica y en postcosecha.

MATERIALES Y METODOS

Este trabajo fue conducido en 1994 con frutos de aguacate cv. Hass provenientes de árboles regados a un nivel de un 50% y a un nivel normal, es decir los arboles con agobio se les suministraron 3 riegos(26 L/seg durante 8 horas por riego por hectárea) aproximadamente durante el período de estiaje, en tanto que los arboles regados a un nivel normal se les suministró un total de 6 riegos, entre noviembre de 1994 a mayo de 1995, en el Centro Experimental 'La Cruz' de la Fundación Salvador Sánchez Colín ubicada en Coatepec Harinas Estado de México, se cosecharon y se empacaron en cajas comerciales de cartón de 5kg, para evaluar el comportamiento de dichos frutos en postcosecha bajo frigoconservación a 2⁰C. Para el desarrollo de este trabajo se utilizaron de 50 a 60 frutos por cada una de las condiciones hídricas de estudio. El comportamiento de los frutos en postcosecha fueron evaluadas a través de las siguientes variables:

Firmeza de la pulpa: medida con un texturómetro universal y registrada como la distancia de penetración de un puntal en forma de cono de peso conocido(250g) en la pulpa de los frutos.

Patrón de maduración: Evaluado como el tiempo transcurrido desde el momento de la exposición del fruto a temperatura ambiente(20⁰C), hasta lograr la textura suave del fruto, mediante el uso de una escala subjetiva de tres valores(Frutos duros, cambiantes y suaves) medidas al tacto.

Permeabilidad de membranas celulares. Evaluado a nivel del exocarpio y pulpa, de acuerdo a Creencia y Bramlage,(1971) para ello se utilizó un puente de conductividad reportando los resultados como porciento de electrolitos perdidos.

Color del exocarpio, Se determinó mediante el colorímetro Hunter Lab y los datos expresados mediante un índice de color (Mateos *et al.* 1988).

Daño por frío. el análisis de frutos con daño por frío se hizo de manera visual, cuyo procedimiento consistió en un corte logitudinal del fruto. el grado de daño fue determinada en función de una escala preestablecida y se consideró que frutos con un oscurecimiento de la pulpa mayor al 5% de la superficie se clasificó como no comercializable.

Reacción a compuesto fenólico, Para ello se utilizó la metodología propuesta por Kader y Chordas, (1984).

RESULTADOS Y DISCUSION

De los resultados obtenidos para la variable peso de fruto, se observó que los frutos desarrollados bajo condiciones de estrés hídrico, presentaron un peor promedio a la cosecha inferior al de aquellos con un buen abastecimiento de humedad. El tamaño promedio de frutos con adecuados niveles de humedad, osciló entre los 255.4 a 281.6 g, mientras que en aquellos en los cuales el crecimiento se hizo acompañado de condiciones de falta de un adecuado abastecimiento de humedad, el peso promedio fue de 204.6 - 216.5 g. Paralelamente a dichas observaciones, se apreció durante todo el período de exposición a maduración, pérdidas de peso mínimo en los frutos que no sufrieron de estrés hídrico (cuadro 1).

Cuadro 1. Peso de fruto de aguacate cv. 'Hass' y pérdidas de peso acumulativo durante la maduración

Condición	Peso inicial (g) ¹		Pérdida de peso (%)		
	Día ²	0	3	6	9
Normal		268.47 a ³	1.3 b	2.8 b	8.5
Estresada		210.54 b	2.1 a	5.1 a	

¹. Peso registrado un día después de cosechado los frutos

². Días de análisis

³Valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes con nivel de significancia del 5% (prueba de Tukey).

La afectación de la calidad de fruto expuesto a estrés hídrico, se hizo patente también por su perecibilidad. Los frutos sin agobio requirieron en promedio de 8.7 días para madurar, en tanto que aquellos con estrés, su madurez de consumo fue obtenida a los 5.2 días. Para este período (5 días), todos los frutos provenientes de condiciones normales presentaban una firmeza dura al tacto, y hasta después de dos días de haber alcanzado los frutos con estrés hídrico, la madurez de consumo, se obtenía un 45% de 'frutos normales', con un estado de madurez similar.

La firmeza de frutos se vio también afectada. El cambio gradual de ablandamiento característico del proceso de maduración y a través del cual se produce la textura cremosa de la pulpa, no se hizo patente en algunos de los frutos estresados. En ciertos frutos(estresado), se presentaba una textura de la parte

proximal (cercano al pedúnculo), blanda al tacto, cuando la parte distal estaba con una textura dura. La firmeza inicial para los frutos de ambas categorías (estresado y normales), fue similar, sin embargo, a los cuatro días después de haber sido cosechado, los frutos que se habían desarrollado con estrés hídrico alcanzaron el ablandamiento característico de la madurez de consumo, para los 'frutos normales', este fue a los siete días (figura 1).

Aún cuando fuera posible de pensar que las diferencias observadas en peso al momento de cosecha, y comportamiento en postcosecha entre los frutos normales y estresados, podría relacionarse con la madurez de los frutos, se comprobó a través del contenido de materia seca que esta hipótesis pudiera no ser la única explicación. El peso seco de frutos (de ambas categorías), fue similar a la cosecha, y mantuvieron dicha tendencia a lo largo de la maduración.

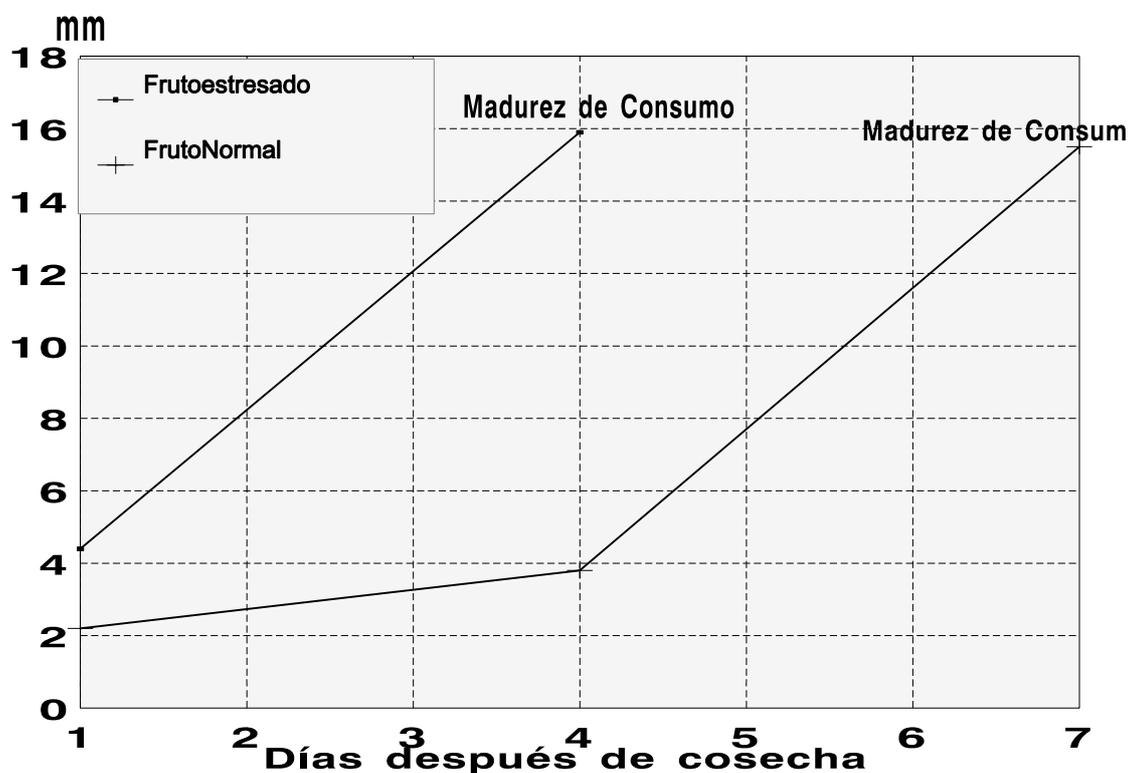


Figura 1. Cambios en firmeza (en pulpa) de frutos de aguacate cv. Has

El estudio de la salida de electrolitos (registrados como permeabilidad de membrana), demostró nuevamente, que las condiciones en las cuales se desarrolla el fruto en campo será el reflejo del comportamiento postcosecha.

Cuadro 2. Permeabilidad de membrana 1 de pulpa y exocarpio de fruta de aguacate cv 'Hass'.

Condición	Días ²		
	1	4	7
Pulpa estresado	49.9 a ³	48.5 a	-
Pulpa normal	58.3 a	30.5 a	50.5
Cáscara estresado	9.8 a	59.9 a	-
Cáscara normal	12.9 a	3.9 b	35.1

¹. Expresado como porcentaje de electrolito perdido

². Días después de cosecha

³. Valores con la misma letra (dentro de columnas) no son estadísticamente diferentes con nivel de significancia del 5% (prueba de Tukey).

La conductividad del exocarpio como de la pulpa del fruto, inmediatamente después de la cosecha no enmarcó diferencias entre los frutos de cualquiera de las condiciones de desarrollo. Sin embargo, transcurridos cuatro días, los frutos con agobio hídrico, dejaban salir el 60% de los electrolitos contenidos en el exocarpio, cuando para los frutos normales esta era del 4%. Para la pulpa, aún cuando los valores desde un punto de vista estadístico no fueron diferentes, los frutos con agobio presentaron una mayor permeabilidad de membranas. Cabe señalar, que los valores obtenidos de salida de electrolitos a la madurez de consumo fueron similares para la pulpa de los frutos estresados (48%) y normales (50%), no así para el exocarpio (Cuadro 2).

La reacción a compuestos fenólicos, no fue consistente, teóricamente se esperaba que por efecto de estrés hídrico, los frutos bajo estas condiciones presentaran desde la cosecha, un mayor contenido de compuesto fenólicos, lo que explicaría la mayor oxidación en la pulpa de dicho fruto.

Del cuadro 3, se observa que los valores iniciales de compuestos fenólicos fueron mayores en los frutos con una condición adecuada de humedad, pero después de cuatro días de cosechados, el contenido de estos compuestos decayó y volvió a elevarse al establecerse la madurez de consumo. Para los frutos con estrés hídrico, la tendencia de la curva observada fue únicamente la del período de incremento, solo que este período se alcanzó, tal y como se ha visto para otras variables, a los cuatro días de exposición a maduración. El valor final de contenido de compuestos fenólicos (a la madurez de consumo), en los frutos estresados fue un 27% mayor que el de los frutos normales.

Cuadro 3. Manifestación de compuestos fenólicos¹ en pulpa de fruto de aguacate cv 'Hass'.

Condición	Día ²		
	Normal	7.6 a ³	0.7 b
Estresado	2.4 b	8.1 a	-

¹ Expresado en función de color rojo desarrollado a través de parámetro 'a', Hunter Lab.

² Días transcurridos después de cosecha

³ Valores con la misma letra dentro de columnas no son estadísticamente diferentes con nivel de significancia del 5% (prueba de Tukey).

CONCLUSIONES

Los resultados preliminares de este experimento, nos llevan a reafirmar que las condiciones prevalecientes en precosecha, influyen sobre el comportamiento del fruto en postcosecha. Un fruto mantenido con cierto nivel de agobio hídrico, durante su crecimiento, como es el caso de aguacate, conduce a la manifestación de desórdenes fisiológicos (mayor salida de electrolito durante la maduración, mayor reacción de la pulpa al obscurecimiento enzimático, entre otros), los que repercuten en una afectación de la calidad y en un acortamiento de la vida útil en postcosecha.

LITERATURA CITADA

- Creencia, R.P. and Bramlage, W.J. 1971. Reversibility of chilling injury and respiratory response of "Hass" and "Fuerte" avocado fruits to 20°C following chilling. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 10(5):538-540.
- Cutting, J.G.M. and Bower, J.P. 1989. The relationship between basipetal auxin transport and calcium allocation in vegetative and reproductive flushes in avocado. Scie. Hort. 41:27-34.
- Kader, A., and Chordas, A. 1984. Evaluating the browning potential of peaches. California Agric. March, April 38:14-15.
- Leclereq, H. 1990. Observations on overseas markets during the 1989 avocado season. S. A. Avocado Growers' Assn. Yrbk. 13:11-13.
- Mateos, M., Del Rio, M.A. Martínez, J.J. Ma. y Navarro, P. 1988. Efecto de las envolturas plásticas individuales, calentamientos intermitentes y pretratamiento con CO₂ en la conservación de aguacate Hass. Actas del III Congreso S.E.C.M. Madrid. España. s/p.
- Whiley, A.W., Chapman, K.R. and Saranah, J.B. 1988a. Water loss by floral structures of avocado (*Persea americana* cv. Fuerte) during flowering. Austral. J. Agric. Res.

39:457-467.

Whiley, A.W., Saranah, J.B., Cull, B.W. and Pegg, K.G. 1988b. Manage avocado tree growth cycles gains. Qld. Agric. J. 114:29-36.

Witney, G.W., Hofman, P.J. and Wolstenholme, B.N. 1990. Mineral distribution in avocado trees with reference to calcium cycling and fruit quality. Scie. Hort. 44:279-291.

diapositiva con agobio

El agobio hídrico del árbol condujo a la manifestación de desórdenes fisiológicos en el fruto afectando la calidad del mismo.

diapositiva sin agobio.