

**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

FACULTAD DE QUÍMICO FARMACOBIOLOGÍA

**“DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD
Y PRUEBAS DE ACEPTABILIDAD EN AGUACATE
cv. HASS Y cv. MÉNDEZ”**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
QUÍMICO FARMACOBIOLOGO**

**PRESENTA:
JESSICA ERANDI RUIZ GARCIA**

**ASESOR:
DOCTOR EN CIENCIAS EN BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA
HÉCTOR EDUARDO MARTÍNEZ FLORES**

**CO- ASESOR:
MAESTRO EN CIENCIAS DE ALIMENTOS
JUAN ANTONIO HERRERA GONZÁLEZ**

MORELIA, MICHOACÁN AGOSTO 2013



El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Biotecnología en alimentos de la Facultad de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo bajo la dirección del D.C. Héctor Eduardo Martínez Flores y el M.C. Juan Antonio Herrera González.

Se agradece por el apoyo al INIFAP – Campo experimental Uruapan.

DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS

A dios: por darme la dicha de tener una familia maravillosa y brindarme la oportunidad de realizar mi carrera.

A mis padres: por ser el pilar de mi familia, por el apoyo económico, moral y sentimental. Por regalarme la vida pero sobre todo por permitirme vivirla a su lado llena de felicidad y amor. Por la confianza que me brindan cada día. Por guiarme con el mejor de los ejemplos forjando en mí lo que hoy soy, por el amor y el cariño que recibo de ustedes a pesar de todo.

A mis hermanos: Víctor y Erika, por ser los amigos de toda la vida, por soportarme, comprenderme, apoyarme y quererme.

A ti Luis por darme felicidad en cada día, por la confianza y el apoyo durante este tiempo. Por alentarme a seguir adelante y a levantarme a cada tropiezo, por los consejos y sobre todo por tu amor, cariño y comprensión.

A mi abuelita Lucy por haber construido con el ejemplo una hermosa familia y por alentarme con sus consejos e historias.

A mis abuelos Etelvina y Mateo, por regalarme a mi padre y haber hecho de él un ejemplo a seguir.

A mis tías Alejandra y Lucy que mas que ser tías son amigas y compañeras de vida. A mi tío Lalo por alentarme siempre a continuar con mi preparación académica

A mis primos Nayeli, Jonathan, Irma, Ezequiel, Verónica y Vanessa por regalarme una sonrisa en cada momento.

A cada uno de mis familiares por los momentos que comparten conmigo, sus consejos y apoyo.

A los BM's: Anai, Wendy, Aracely, Cesar, Mario y Salvador. Por regalarme su amistad, por compartir sus alegrías y tristezas conmigo, por apoyarme y alentarme a llegar hasta el final, por haber hecho divertidas las horas de estudio y sobre todo por el cariño que recibo de ustedes.

A mis amigos y compañeros: Jessica, Diego, Cristian, Eunice y Anai por su ayuda durante la realización de este trabajo.

Al D.C. Héctor: por la confianza brindada al permitirme realizar este proyecto, por el apoyo y los conocimientos transmitidos, por alentarme siempre a continuar con mi preparación académica. Gracias.

Al M.C. Juan Antonio: por confiar en mí permitiéndome realizar este trabajo, proporcionándome lo necesario, por sus enseñanzas y por el tiempo dedicado. Gracias.

A la M.C. Leslie: por ser mi apoyo y amiga durante todo el proyecto, por los consejos por tu ayuda y por el tiempo que dedicaste. Muchas Gracias.

A la D.C. Consuelo por abrirme las puertas del laboratorio de Biotecnología permitiéndome llevar a cabo este trabajo.

A mis revisores: la D.C Consuelo, el D.C. Rodiles, la M.C. Leslie, la M.C. Berenice y la M.C. Rocy por sus aportaciones.

CONTENIDO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	i
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iii
ÍNDICE DE CUADROS.....	v
LISTA DE ABREVIATURAS	vii
RESUMEN.....	I
1 INTRODUCCION.....	1
2 REVISION BIBLIOGRAFICA	3
2.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS.....	3
2.2 PRODUCCIÓN	3
2.3 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA	4
2.4 CULTIVAR ‘HASS’.....	5
2.5 CULTIVAR ‘MÉNDEZ’	6
2.6 COMPOSICIÓN QUÍMICA Y NUTRICIONAL DEL AGUACATE ‘HASS’	7
2.7 MADURACIÓN	9
2.7.1 Efecto del etileno	10
2.7.2 Índice de madurez	12
2.7.3 Pérdida de peso	13
2.7.4 Dureza.....	13
2.7.5 Cambio de color	15
2.7.6 Calidad del fruto de aguacate	17
2.8 ANÁLISIS SENSORIAL	18
3 JUSTIFICACIÓN.....	21
4 HIPOTESIS	21
5 OBJETIVOS	22
5.1 OBJETIVO GENERAL.....	22
5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	22
6 MATERIAL Y METODOS	23
6.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS HUERTOS Y COSECHAS.....	23

6.2	VARIABLES A EVALUAR DURANTE EL ALMACENAMIENTO Y MADUREZ DE CONSUMO	25
6.2.1	Pérdida acumulada de peso	25
6.2.2	Determinación de cambio de color.....	26
6.2.3	Determinación de dureza.....	28
6.2.4	Madurez del fruto.....	28
6.3	ANÁLISIS SENSORIAL	28
6.4	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	29
7	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
7.1	ACUMULACIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA SECA.....	30
7.2	MADUREZ DEL FRUTO.....	31
7.3	PÉRDIDA FISIOLÓGICA DE PESO	34
7.3.1	Deshidratación.....	37
7.4	CAMBIO DE COLOR EN LA CASCARA DEL FRUTO.....	39
7.4.1	Luminosidad (L).....	40
7.4.2	Coordenada “a”	44
7.5	DUREZA.....	47
7.6	ANÁLISIS SENSORIAL	49
7.6.1	Prueba de aceptabilidad	49
7.6.2	Prueba de preferencia	50
8	CONCLUSIONES	52
9	LITERATURA CITADA	53
10	ANEXOS.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Partes del fruto de aguacate “Hass”	5
Figura 2. Diagrama de espacios de color ($L^* a^* b^*$) (LGM, 2009).....	17
Figura 3. Árbol de aguacate ‘Méndez’ marcado para el estudio.	24
Figura 4. Distribución de los frutos tomados en cada árbol.	24
Figura 5. Determinación de la pérdida fisiológica de peso en frutos almacenados a temperatura ambiente hasta madurez de consumo.	25
Figura 6. Determinación del cambio de color en los frutos	26
Figura 7. Cambio de color de la cáscara de aguacate cv Hass durante la maduración	27
Figura 8. Determinación de la dureza de los frutos	28
Figura 9. A) Formato utilizado en las pruebas de aceptabilidad B) Formato utilizado en la prueba de preferencia	29
Figura 10. Acumulación de materia seca (%) en la pulpa del fruto de los cvs. ‘Méndez’ y ‘Hass’.	30
Figura 11. Frutos con madurez de consumo (%) de aguacate ‘Méndez’ y ‘Hass’	32
Figura 12. Frutos con madurez de consumo (%) de aguacate ‘Méndez’ y ‘Hass’ expuestos ó no a etileno y almacenados a temperatura ambiente	33
Figura 13. Frutos de las distintas fechas de corte con madurez de consumo en el día once de almacenamiento.....	33
Figura 14. Pérdida fisiológica de peso de frutos de aguacate ‘Méndez’ y ‘Hass’ almacenados a temperatura ambiente.....	34
Figura 15. Efecto de la exposición a etileno sobre la pérdida fisiológica de peso en frutos de aguacate ‘Hass’ y ‘Méndez’	35
Figura 16. Pérdida Fisiológica de peso en frutos de aguacate ‘Méndez’ y ‘Hass’ cosechados con distintos estados de madurez.....	36
Figura 17. Frutos de aguacate ‘Hass’ y ‘Méndez’ que presentan deshidratación al llegar a la madurez de consumo, en las distintas fechas de corte.....	37
Figura 18. Aguacate ‘Hass’ (A) y ‘Méndez’ (B) con deshidratación en madurez de consumo.....	38
Figura 19. Frutos con deshidratación en madurez de consumo, expuestos ó no a etileno cosechados con distintos grados de madurez fisiológica	38
Figura 20. Frutos con deshidratación, de acuerdo al huerto del que proceden	39

Figura 21. Disminución en la luminosidad de la cáscara de frutos de aguacate 'Méendez' y 'Hass'.....	40
Figura 22. Cambio de color en la cáscara del aguacate 'Hass' (A) y aguacate 'Méendez' (B) durante su maduración	41
Figura 23. Disminución en la luminosidad de la cáscara de frutos de aguacate 'Méendez' y 'Hass', expuestos ó no a etileno, desde la cosecha y hasta madurez de consumo.	42
Figura 24. Obscurecimiento del aguacate 'Méendez' durante la maduración. Expuestos a Etileno (A), no expuestos (B)	43
Figura 25. Disminución de la luminosidad en frutos de aguacate 'Méendez' y 'Hass' cosechados con distintos estados de madurez.....	44
Figura 26. Aumento en la coordenada "a" de color en la cáscara de aguacate 'Méendez' y 'Hass' durante su maduración.	45
Figura 27. Aumento en la coordenada "a" de color en la cáscara de frutos de aguacate 'Méendez' y 'Hass' expuestos ó no a etileno	46
Figura 28. Aumento en la coordenada "a" de color, en frutos de aguacate 'Méendez' y 'Hass' cosechados en diferentes estados de madurez	47
Figura 29. Dureza (Kgf) de frutos de aguacate 'Méendez' y 'Hass' con madurez de consumo según el huerto del que proceden	48
Figura 30. Dureza de los frutos de aguacate en madurez de consumo, según su exposición o no a etileno.....	48
Figura 31. Dureza de los frutos de aguacate procedentes de diferentes fechas de cosecha, en madurez de consumo.....	49
Figura 32. Pruebas de aceptación del aguacate 'Hass' y 'Méendez' cosechados con distintos grados de madurez fisiológica.....	51

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición química del aguacate ‘Hass’	8
Cuadro 2. Porcentaje de materia seca mínimo requerido para cosechar frutos de aguacate de diferentes cultivares.....	12
Cuadro 3. Huertos seleccionados para la cosecha de frutos de aguacate ‘Méndez’ y ‘Hass’.....	23
Cuadro 4. Fechas de muestreo para los huertos de aguacate ‘Méndez’ y ‘Hass’.....	23
Cuadro 5. Escala subjetiva del cambio de color en frutos almacenados a temperatura ambiente hasta madurez de consumo.	27
Cuadro 6. Acumulación de materia seca (%) en cada huerto evaluado de mayo a agosto de 2012.....	31
Cuadro 7. Maduración de frutos de aguacate en las diferentes cosechas y que fueron almacenados en condiciones normales o tratados con etileno para su maduración.....	31
Cuadro 8. Pérdida fisiológica de peso de frutos de aguacate ‘Méndez’ y ‘Hass’ almacenados a temperatura ambiente hasta madurez de consumo.	34
Cuadro 9. Pérdida fisiológica de peso en frutos de aguacate ‘Hass’ y ‘Méndez’ almacenados a temperatura ambiente hasta madurez de consumo.	35
Cuadro 10. Pérdida fisiológica de peso hasta madurez de consumo de frutos de aguacate ‘Méndez’ y ‘Hass’ procedentes de varios huertos y almacenados en condiciones normales o tratados con etileno.....	36
Cuadro 11. Frutos de aguacate ‘Hass’ y Méndez con deshidratación en madurez de consumo.	37
Cuadro 12. Frutos con deshidratación en madurez de consumo, expuestos ó no a etileno con distintos grados de madurez.....	39
Cuadro 13. Frutos con deshidratación en madurez de consumo, de acuerdo al huerto del que proceden.	39
Cuadro 14. Efecto del cultivar del fruto sobre la pérdida de luminosidad.	40
Cuadro 15. Efecto de la exposición a etileno sobre la luminosidad del fruto.	42
Cuadro 16. Cambio en la coordenada “a” de color en la cáscara de frutos de aguacate ‘Méndez’ y ‘Hass’ durante su maduración	45

Cuadro 17. Aumento en los valores de la coordenada “a” de color durante la maduración de los frutos de aguacate expuestos o no a etileno.....	46
Cuadro 18. Dureza de los frutos de aguacate según el huerto de su procedencia.....	47
Cuadro 19. Dureza de los frutos de aguacate con madurez de consumo expuestos o no a etileno.	48
Cuadro 20. Dureza de los frutos de aguacate procedentes de diferentes fechas de cosecha, en madurez de consumo.....	49
Cuadro 21. Prueba de preferencia realizada entre frutos del cv Méndez	50

LISTA DE ABREVIATURAS

#s: Números.

°C: Grados centígrados.

°F: Grados Fahrenheit.

AOAC: Association of Analytical Chemists.

CIE: Comisión Internacional de Iluminación.

CN: Condiciones normales.

cv.: Cultivar.

cvs.: Cultivares.

EE.UU.: Estados Unidos de América.

g: Gramos.

h: Hora

HR: Humedad relativa.

Kg: Kilogramo.

Kgf: Kilogramo fuerza.

L: Luminosidad.

lbf: Libra fuerza.

m: Metro.

mm/s: Milímetro por segundo.

msnm: Metros sobre el nivel del mar.

pH: Potencial de hidrogeno.

ppm: Partes por millón.

Sr.: Señor.

TE: Tratados con etileno.

ton: Tonelada.

µL: Microlitros.

RESUMEN

El aguacate es un fruto importante en la alimentación humana, por su contenido de proteínas, vitaminas, lípidos y minerales, además de poseer un agrádale sabor. El aguacate Hass es la principal variedad consumida mundialmente y la de mayor producción en el estado de Michoacán, en los meses de Junio a Septiembre se presenta una menor disponibilidad de éste fruto, proveniente de la floración “Loca”, sin embargo la demanda se mantiene, es en este periodo que los frutos de aguacate ‘Méendez’ alcanzan la madurez de consumo estando disponibles para su comercialización. Este cultivar fue patentado con el nombre de Hass Carmen® pero comúnmente se conoce como ‘Méendez’, no obstante, el manejo poscosecha que recibe es el mismo que ‘Hass’ por lo que en la presente investigación se determinaron parámetros de madurez fisiológica y de consumo del aguacate ‘Méendez’. El estudio se realizó con frutos de cuatro huertos del estado de Michoacán, como control se incluyó un huerto con frutos de ‘Hass’. Se realizaron 7 muestreos, teniendo frutos con distintos grados de madurez fisiológica, la mitad de los frutos se expusieron a etileno y se almacenaron a temperatura ambiente ($22^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ HR $85 \pm 10\%$) hasta madurez de consumo, se utilizó el contenido de materia seca de la pulpa como indicador de madurez fisiológica, como indicadores de madurez de consumo se evaluó el cambio de color de la cáscara, la pérdida de peso y la dureza y se realizaron pruebas de aceptación. Los frutos de ‘Méendez’ presentan porcentajes de contenido de materia seca mayores que ‘Hass’, en la cosecha de mediados de julio ‘Hass’ alcanzó la madurez fisiológica (21.5%), mientras que ‘Méendez’ presentó valores $> 22\%$. Conforme aumentó el porcentaje de materia seca se disminuyeron los días a madurez de consumo, además de que los frutos presentan un obscurecimiento y ablandamiento normal. Los frutos de ‘Hass’ presentaron una mayor pérdida de peso durante la maduración y mayores daños por deshidratación. En las pruebas de aceptación se evaluaron las características sensoriales de color, olor sabor y textura, obteniendo el aguacate ‘Méendez’ porcentajes superiores al 80% de aceptación.

1 INTRODUCCION

El aguacate es un fruto dicotiledóneo perteneciente al orden de las ranales y la familia de las lauráceas y fue clasificado como *Persea americana* por Mill (Navarrete, 2003), tuvo sus orígenes en las regiones tropicales, subtropicales y cálido- templado, de Centro América y México, se dispersó por las regiones de todo el mundo, en donde se encontraban las condiciones ecológicas apropiadas para su cultivo (Baraona y Sancho, 2000).

El aguacate (*Persea americana* Miller), es un fruto de importancia en la alimentación humana, por su alto contenido de proteínas, vitaminas, lípidos y minerales; además por sus efectos benéficos en la salud humana, al contribuir a la disminución del colesterol y los triglicéridos totales, entre otros (Baíza, 2003). El aguacate entre todos los frutos, figura en primer lugar por su contenido de grasa y aporte calórico, es el único fruto que aporta todos los elementos nutritivos (proteínas, carbohidratos, lípidos, vitaminas y sales minerales) en forma relativamente balanceada (Baraona y Sancho, 2000). La pulpa del aguacate por su alto valor nutritivo es materia prima en la fabricación de guacamole, shampoo, cosméticos, aceites, lociones, jabones y cremas para el cabell (Baíza, 2003).

Los principales países productores de aguacate son México, Chile, República Dominicana, Indonesia, Colombia y Perú. La producción de México representa el 29.1% de la producción mundial, convirtiéndolo en el productor número uno (FAOSTAT, 2012). Michoacán es la principal entidad productora de aguacate en el país aportando el 85.8% de la producción nacional (SIAP, 2012 [b]). El fruto de aguacate tiene más de 400 variedades, sin embargo, la variedad 'Hass' es la más consumida en el ámbito mundial y es la que más se produce en México y el mundo durante todo el año, teniendo una temporada de producción baja (floración loca), en los meses de junio a septiembre (SIAP, 2012 [b]).

Durante la última década, y especialmente desde 2007, cuando el mercado de los EE.UU. llegó a ser completamente abierto a los productores de Michoacán, la aportación de México en el mercado de aguacate en EE.UU. ha aumentado

considerablemente cada año, reportándose un total de 266 mil ton de aguacate mexicano exportado a este mercado en 2010 (Ilsley, 2011).

La creciente demanda del mercado de los EE.UU. para abastecerse durante todo el año de aguacate de alta calidad y el aumento de la disponibilidad de 'Méendez' ha dado lugar a importantes exportaciones de este fruto ya que su época de madurez generalmente coincide con el período en que el mercado experimenta una menor disponibilidad de 'Hass' durante los meses de junio a septiembre, beneficiándose así los productores de altos precios en el mercado (Ilsley, 2011).

Antes de la introducción de aguacate 'Méendez' en el mercado nacional, sólo estaba disponible en México, el aguacate 'Hass' de floración loca. El cultivar 'Méendez', no muestra diferencias morfológicas con respecto al cultivar 'Hass' convencional en México (Ilsley, 2011).

La calidad de un fruto a la madurez de consumo, depende en gran medida de las características que éste posee al momento de la cosecha, aunado a las condiciones de manejo en poscosecha. Es evidente que el sabor, textura, apariencia externa y el potencial de almacenamiento de los frutos están estrechamente relacionados con la cantidad y tipo de constituyentes químicos que intervienen dentro de estos, así como de la naturaleza física del fruto al momento de la cosecha (Cajuste et al., 1994). Para el aguacate 'Méendez' no se tienen datos sobre el periodo en el cual alcanza esta madurez fisiológica, por lo que es de suma importancia determinar el periodo de cosecha en el cual este fruto evolucionará correctamente hacia la madurez de consumo, obteniéndose un producto de palatabilidad aceptable.

2 REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

El termino aguacate se deriva del vocablo “ahuácatl” de la lengua náhuatl con que los aztecas designaban a este fruto, ahuácatl= testículo (Baraona y Sancho, 2000).

El aguacate es nativo de América. El árbol se originó en Mesoamérica, que es la región alta del centro de México y Guatemala. Los restos fósiles más antiguos de aguacate (de 8,000 años) se encontraron en el Valle de Tehuacán Puebla, México (Téliz y Mora, 2007).

Evidencias directas de restos de plantas del periodo Clásico, demuestran que los Mayas de América Central y el área meridional de México, probablemente domesticaron el Aguacate al descubrir su exquisito sabor. El origen del aguacate abarca hábitats que van desde el nivel del mar hasta altitudes que sobrepasan los 3000 msnm, comprendiendo una amplia gama de climas y tipos de suelo, que dieron lugar a la gran diversidad genética y amplia adaptabilidad de la especie. Este fruto es considerado como una de las mayores contribuciones nutricionales de América al mundo, cultivándose actualmente en 60 países, entre los que México sobresale como primer productor (Gutiérrez-Contreras et al., 2010).

El fruto de aguacate también recibe otros nombres como: Palta (Perú, Chile); Cura (Colombia, Venezuela); Abacate (Brasil); Avocado (EU); Avocat (Francia) Abakate (Alemania) (Baíza, 2003).

2.2 PRODUCCIÓN

De acuerdo con la FAOSTAT, en 2010 se produjeron 3,8 millones de ton de aguacate en el mundo de las cuales México produjo 1.1 millones de ton colocándolo como el principal productor y exportador de este fruto, seguido por Chile con 330 mil ton, Republica Dominicana con 288 mil ton y otros países como Indonesia, Colombia y Perú, cultivándose actualmente en más de 60 países. (FAOSTAT, 2012).

En México el mayor productor de aguacate es el estado de Michoacán con 950 mil ton en 2010 y 1.09 millones de ton en 2011 de las cuales 1.06 millones de ton pertenecen al cv Hass (SIAP, 2012 [c]).

La región productora de aguacate de Michoacán cuenta con una superficie superior a 108 mil hectáreas, distribuidas en 46 municipios (SIAP, 2012 [c]) en altitudes que varían de 1 000 a más de 2 600 msnm. Esta región es conocida como la “franja aguacatera del estado de Michoacán”. En esta región predominan los suelos Andosoles, con profundidades que varían de 0.8 m a más de 3 m y tienen gran capacidad para retener humedad de las lluvias durante la época de sequía (Rocha-Arroyo et al., 2011).

Los países latinoamericanos son los mayores consumidores de aguacate. Actualmente, el mayor consumo per cápita (10kg/persona/año) se presenta en México. El consumo de aguacate en la Unión Europea ha aumentado durante los últimos diez años; en Francia pasó de 0.4 kg a 1.5 kg/persona/año. Sin embargo, en la mayor parte de los países europeos todavía el consumo es <0.25 kg/persona/año. En EEUU, se registra un promedio de 0.8 kg/persona/ año. Las perspectivas del aumento en el consumo son amplias, dado el alto valor nutricional y los beneficios que representa para la salud humana por los aceites insaturados que contiene (Gutiérrez-Contreras et al., 2010).

2.3 CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Clase: Dicotyledoneae

Orden: Ranales

Familia: Lauracea

Género: Persea

Especie: americana.

Actualmente el género Persea contiene alrededor de 85 especies (Torres, 2010). El aguacate es una especie que se adapta a diferentes ambientes y sus características como la dimensión de las hojas, tamaño del fruto, coloración del epicarpio, entre otros, son muy variables (Baíza, 2003).

El árbol del aguacate es frondoso y de hoja perenne, de tronco recto que alcanza alturas entre los 8 y 12 m. Tiene una generosa floración: cada árbol puede llegar a producir hasta un millón de flores, y aunque sólo una de cada mil se transforma en fruto, un árbol puede dar hasta mil aguacates en un año (Baraona y Sancho, 2000).

Las flores, de un delicado verde, aparecen en racimos y tienen la peculiaridad de abrir en dos momentos, primero como flores femeninas, que luego cierran por un periodo, y después como masculinas, evitando así la autofecundación (SIAP, 2012 [a]).

El fruto es una drupa carnosa, de forma piriforme, ovoide, globular o alargada. El color varía de verde claro a verde oscuro y de violeta a negro cuando madura. Estas características y otras como la estructura, consistencia de la cáscara y pulpa, están determinadas por la variedad (Baíza, 2003) (**Figura 1**).

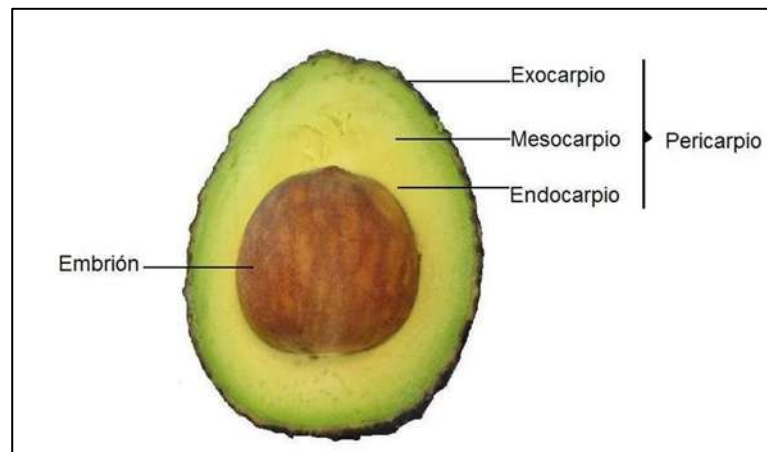


Figura 1. Partes del fruto de aguacate "Hass".

2.4 CULTIVAR HASS

Según la NMX-FF-016-SCFI-2006 se define como aguacate de la variedad 'Hass', al fruto de *Persea americana* Mill, cuya cáscara es de textura rugosa a semirrugosa; ésta característica es uniforme en toda la superficie, su forma es desde semiredonda hasta aperada. Su color característico del verde mate al

negro. Su pulpa es verde amarillenta, suave y de textura no fibrosa (tipo mantequilla) (**Figura 1**).

'Hass' es el principal cultivar comercial en el mundo. Cuenta con un 10 a 15% de genes de raza Mexicana y el resto de la raza Guatemalteca (Téliz y Mora, 2007). Este fruto es oval o periforme, con un peso entre 150 a 300 g, la cáscara es gruesa, resistente al transporte y se remueve con facilidad, su color varía de verde a morado oscuro cuando madura. La pulpa tiene un excelente sabor y contiene del 18- 22% de aceite (Baíza, 2003).

El aguacate 'Hass' es uno de los pocos frutos que se produce durante todo el año; presenta cuatro floraciones que son: floración Loca, Avanzada, Normal y Marceña. La temporada alta de la cosecha de aguacate se encuentra entre los meses de octubre a febrero, abarcando los frutos de la floración Normal y Avanzada. La temporada media se da entre marzo y mayo, en ésta se encuentran los frutos de la floración Marceña y finalmente, la temporada baja se presenta en los meses de junio a septiembre con frutos de la floración Marceña y Loca (SIAP, 2012 [b]).

La razón de que este fruto sea llama de floración 'Loca' es porque se adelanta a la floración Normal hasta por dos meses, el volumen de aguacate 'Hass' proveniente de está floración es limitado y proviene de las zonas más elevadas en Michoacán, alcanzando un volumen significativo solo en aquellos años en qué las condiciones climáticas durante la floración permiten que el fruto pueda desarrollarse plenamente (Illsley, 2011).

2.5 CULTIVAR MÉNDEZ

En 1986 el Sr. Carlos Méndez, productor de la región aguacatera de Michoacán, observó en un huerto comercial de aguacate 'Hass' un árbol que parecía ser idéntico al de sus alrededores en estructura, hojas y apariencia del fruto, sin embargo, mostraba un período atípico de floración en comparación con los árboles adyacentes de cv Hass. Como resultado de esta floración el árbol produjo una cosecha de fruto de alta calidad, la madurez de este fruto coincidió con la de aguacate 'Hass' de floración conocida como "Loca", esta floración se considera altamente deseable, ya que el fruto proveniente de ella se cosecha

durante un período de altos precios (Illsley, 2011). El Sr. Méndez continuó observando el comportamiento de este árbol, determinó que tenía el potencial de producir grandes volúmenes de fruto de calidad durante un período de baja oferta y alta demanda en la industria mexicana. En el transcurso de los siguientes 8-10 años. Méndez continuó propagando un número creciente de estas plantas, estableciendo huertos comerciales (Illsley, 2011).

El aumento de la disponibilidad de aguacate 'Méndez' ha dado lugar a importantes exportaciones e importaciones de este fruto en el mercado de los EE.UU. Su época de madurez generalmente corresponde con el período en que el mercado experimenta una menor disponibilidad de 'Hass' convencional de alta calidad, período de Junio a Septiembre (Illsley, 2011).

Los árboles del cv. Méndez tienen un hábito de crecimiento redondo, compacto y denso. El fruto es de la misma forma (ovada / con forma de huevo) y el tamaño (190g -305g) como 'Hass'. El cultivar puede tolerar un período prolongado de almacenamiento a baja temperatura (28 días a 5,5 ° C), como se requiere para la exportación a través de carga marítima, sin comprometer la calidad del fruto (Illsley, 2011).

A la fecha, no existe información fiable sobre cuántas hectáreas de 'Méndez' han sido plantadas en México. Sin embargo, se puede estimar que debe haber alrededor de 5,000 a 6,000 hectáreas plantadas actualmente tan solo en Michoacán (Illsley, 2011).

El aguacate 'Méndez' se ha convertido en un cultivo establecido y significativo en la industria del aguacate mexicano. Su aparición se basó en la experiencia de un agricultor en el campo y la variedad fue ampliamente adoptada a pesar de la falta de investigación formal (Illsley, 2011).

2.6 COMPOSICIÓN QUÍMICA Y NUTRICIONAL DEL AGUACATE 'HASS'

No se tienen referencias de la composición química y nutrimental del aguacate 'Méndez', del aguacate 'Hass' se sabe que tiene un efecto benéfico para la salud humana (Téliz y Mora, 2007).

Cuadro 1. Composición química del aguacate 'Hass' (Téliz y Mora, 2007).

Nutriente	100 g Pulpa de Aguacate
Calorías	160 kcal
Agua	74.4 g
Proteína	1.7 g
Carbohidratos	5.9 g
Fibra	1.6 g
Grasas totales	15.4 g
Saturados	6-22%
Monoinsaturados	66-72%
Poliinsaturados	8-11%
Minerales	
Calcio	10 mg
Fósforo	40 mg
Magnesio	41 mg
Potasio	463 mg
Vitaminas	
A	85 mg
C	14 mg
D	10 mg
Ácido fólico	32 mg

Las grasas monoinsaturadas del aguacate tienen un efecto positivo sobre el colesterol total, y otros factores hemorreológicos: presión arterial, resistencia a la insulina, sistemas de coagulación, metabolismo lipídico, e incluso sobre el tipo de distribución de grasa corporal, al ayudar a eliminar el colesterol dañino a la salud (lipoproteínas de baja densidad LDL) se reduce el riesgo de desarrollar aterosclerosis. Otros beneficios para la salud humana son: la reducción de enfermedades cardiovasculares, por su contenido de α -tocoferol, la prevención de cáncer de colon, mama y próstata por su contenido de β -sistosterol, disminución de riesgos de trastornos oculares y cataratas por su contenido de luteína (Téliz y Mora, 2007).

Aproximadamente 75% de la fibra que contiene el aguacate es fibra insoluble y el 25% restante es soluble. La fibra insoluble es capaz de retener agua en su matriz estructural, formando mezclas de baja viscosidad; esto produce un aumento de la materia fecal que acelera el tránsito intestinal. El aguacate es

también una fuente importante de vitaminas tanto hidrosolubles como liposolubles (Navarrete, 2003) (**Cuadro 1**).

2.7 MADURACIÓN

Los frutos de aguacate se cosechan cuando han alcanzado un contenido de materia seca suficiente para que puedan madurar de manera normal. Una vez removido del árbol, el fruto de aguacate inicia su proceso de maduración experimentando diversos cambios fisiológicos, expresados en pérdida de agua, de dureza y cambios en el color hasta alcanzar en pocos días su estado óptimo de consumo. El momento en que el fruto alcanza este estado de consumo, así como el nivel en la calidad de maduración y la preservación de sus atributos depende del manejo poscosecha (Ochoa, 2009).

La maduración es la fase intermedia del proceso de un fruto entre crecimiento y senescencia (Torres, 2010). El proceso de maduración del aguacate está marcado por una variedad de cambios bioquímicos que incluyen incrementos en la producción de etileno y en la respiración, ablandamiento y desarrollo de componentes de sabor. El progresivo reblandecimiento del fruto y el desarrollo de un sabor aceptable, son indicadores de la madurez. Antes de que esto ocurra, se observan ligeros cambios en la consistencia del fruto debidos a la pérdida de agua. Una vez que se alcanza la madurez fisiológica, la tasa de reblandecimiento poscosecha se torna progresivamente menor conforme se acerca a la madurez de consumo (Ochoa, 2009).

La madurez del fruto está basada en el metabolismo de lípidos, con una rápida acumulación de aceite y de materia seca; el mayor incremento es del ácido insaturado oléico, que es el principal constituyente. Este incremento de aceite va acompañado de una baja en la concentración de azúcares C7 (manoheptulosa y perseitol) que revela la importancia de los azúcares solubles en los procesos de respiración asociados con la fisiología poscosecha y madurez de fruto (Ochoa, 2009).

Los frutos de aguacate no adquieren madurez de consumo en el árbol y la producción de etileno comienza después de la cosecha aumentando

considerablemente con la maduración a más de $100\mu\text{L C}_2\text{H}_4/\text{kg}\cdot\text{h}$ a 20°C (Kader y Arpaia, 2012).

Estos fenómenos reflejan manifestaciones externas e internas como consecuencias de los cambios bioquímicos, que marcan las diversas actividades metabólicas; las cuales, inciden en la modificación del sabor, textura, color, olor y otras características que forman parte de la calidad original del fruto (Torres, 2010).

Estudios en microscopia electrónica han demostrado que hay cambios en la pared celular durante la maduración, en el aguacate se presenta una disolución de la lámina media, mientras que las microfibrillas de celulosa se vuelven menos compactas y ocurre la presencia de mecanismos enzimáticos durante la maduración como son la poligalacturonasa o pectina, la celulasa y la pectilmetilesterasa, como las principales responsables del proceso de ablandamiento (Torres, 2010).

La maduración en el fruto de aguacate está asociada con un incremento en la velocidad de respiración, la cual es favorecida por la producción endógena o la aplicación exógena de etileno. La respiración en el aguacate es alimentada por la degradación de azúcares y posiblemente hemicelulosas y sustancias pécticas, los ceto- azúcares, fructosa y manoheptulosa, son los azúcares que se consumen principalmente durante la maduración. El decremento en azúcares totales durante la maduración varía de un 50 a 85% dependiendo de la variedad (Román et al., 2002).

Los indicadores de madurez de consumo del aguacate incluyen ablandamiento de la pulpa y cambios del color de la piel del verde al negro en algunos cultivares como el 'Hass'. Los aguacates maduros (blandos) requieren de cuidado en su manejo para minimizar los daños físicos (Kader y Arpaia, 2012).

2.7.1 Efecto del etileno

El etileno (C_2H_4) es un gas que se relaciona con la maduración de los frutos, es una hormona endógena que se encarga de regular los aspectos del crecimiento, desarrollo y envejecimiento de las plantas; también, provoca otros efectos como son la inducción a la germinación de semillas e iniciación floral de

brotos. Así mismos, estimula la activación o formación de las enzimas peroxidasa, amilasa pectilmetilestereasa y poligalacturonasa, que juega un papel fundamental en la maduración de los frutos (Torres, 2010).

Esta claramente establecido que el etileno dispara y regula el proceso de maduración del fruto de aguacate. En determinado estado del proceso, el etileno se liga a su receptor en la célula, un complejo proteínico-enzimático y desencadena una serie de eventos que culminan con la maduración o senescencia del fruto (Ochoa, 2009).

Por su carácter climatérico, el aguacate presenta una elevada tasa de producción de etileno al inicio del proceso de maduración que se asocia con una pronta madurez del fruto, la que puede ser alcanzada de 5 a 7 días después de su cosecha. Los niveles de etileno se pueden acumular durante este proceso hasta alcanzar 70 ppm (Ochoa, 2009).

El etileno induce el climaterio y la maduración de los frutos de aguacate. Una concentración de 0.1 ppm estimula la respiración y el alza climatérica a los cuatro días, en tanto que una concentración de 10 ppm la estimula de manera inmediata. La respuesta del aguacate al etileno no ocurre en el árbol ni tampoco en frutos con pocas horas de cosecha y su intensidad está relacionada con el nivel de madurez del fruto, lo que sugiere la presencia de inhibidores de la acción del etileno o la necesidad de un periodo de aclimatación para el desarrollo de sitios de acción de esta hormona (Ochoa, 2009).

Existe evidencia de que la enzima aminociclopropanocarboxilato (ACC) sintasa es limitante en el fruto inmaduro y que la malonización del ACC es activa en el árbol o aparte de él y que por ello, los niveles de ACC son bajos, como también la producción de etileno; la adición de ACC estimula la producción de etileno y la maduración de los frutos (Ochoa, 2009).

Para que esta hormona pueda ejercer su acción, debe ser sintetizada por la planta o suplementada en forma externa. El fruto puede ser inducido a madurar si se le suministra una cantidad suficiente de etileno (Moggia, 1988). El tratamiento con 100 ppm de etileno a 20°C por 48 horas (frutos de estación temprana), 24 horas (frutos de estación media) o 12 horas (frutos de estación tardía) induce la

maduración de consumo en 3-6 días, dependiendo del cultivar y del estado de madurez fisiológica del fruto (Kader y Arpaia, 2012).

2.7.2 Índice de madurez

La determinación del índice de madurez para la cosecha de aguacate es necesaria para que el fruto continúe con su proceso de maduración normal y tenga éxito en la maduración comercial. Una de las técnicas usadas es la determinación del contenido de aceite, frutos con menos del 14% de aceite son más susceptibles al daño por frío en poscosecha; frutos con mayor índice de madurez (14 al 20% de aceite) tienen un daño menor y generalmente se encuentran al final de la temporada de producción. El contenido de agua debe ser de un 70% (Baíza, 2003).

La determinación de materia seca es el parámetro de mayor precisión certificado por la AOAC (Association of Analytical Chemists) utilizado como indicador del nivel de madurez fisiológica del fruto. El porcentaje de materia seca, es el material remanente de la evaporación de los líquidos de la muestra (Baíza, 2003). El porcentaje de materia seca tiene un alto grado de correlación con el contenido de aceite y se usa como índice de madurez en la mayoría de las zonas productoras de aguacate; el mínimo requerido de materia seca varía de 19 a 25%, dependiendo del cultivar (**Cuadro 2**) (Kader y Arpaia, 2012).

Cuadro 2. Porcentaje de materia seca mínimo requerido para cosechar frutos de aguacate de diferentes cultivares (Codex, 2011/12).

Cultivar	Materia seca (%)
Hass	21
Fuerte	20
Torres	20
Pinkerton	20
Edranol	20
Otras variedades	19

Frutos cosechados con niveles de materia seca por debajo del mínimo recomendado, maduran irregularmente y no desarrollan completamente sus atributos de calidad; por otra parte, frutos cosechados con niveles de materia seca altos, experimentan una rápida maduración y reducen su vida de anaquel (Ochoa, 2009).

El cambio de coloración de la cáscara y la pérdida de dureza son los dos parámetros de calidad que son considerados por los productores y consumidores para determinar la madurez de consumo del fruto (Chanona-Pérez et al., 2009).

2.7.3 Pérdida de peso

Desde que el fruto es cosechado y almacenado hasta que se consume, hay una continua pérdida de peso, debida a la disminución del contenido de agua, producto de la deshidratación y la respiración. La pérdida de agua, evaporación o transpiración es fundamentalmente un fenómeno de superficie. Un cuerpo con mayor relación superficie-volumen, pierde más agua (Moggia, 1988).

La deshidratación está en estrecha relación con la humedad relativa y la temperatura de almacenamiento, factores que determinan el déficit de presión de vapor entre el fruto y el ambiente. Si la deshidratación es violenta, puede afectarse la apariencia externa del fruto, hecho que sucede en los primeros estados de desarrollo del fruto (Moggia, 1988). Un valor de deshidratación mayor al 10%, afecta la calidad del fruto (Bravo, 1997).

Durante el proceso de ablandamiento el fruto sufre una pérdida de peso, la cual será de mayor o menor intensidad dependiendo del grado de desarrollo de éste; tal es así, que el porcentaje de pérdida de peso disminuirá a medida que se avanza en la madurez del fruto (Bravo, 1997).

2.7.4 Dureza

La dureza es un atributo de la textura de los frutos y vegetales que está relacionada con el punto de cosechas, la calidad para su comercialización y el procesamiento. Este atributo está ligado con los cambios fisicoquímicos y estructurales del material biológico (Zapata et al., 2010).

Se define la dureza de un material, como la fuerza necesaria para romper los tejidos carnosos, es decir, la resistencia de un material a la deformación o penetración y está vinculada con los diferentes estados durante el proceso de maduración, por lo tanto la firmeza de los frutos se considera como indicativo adecuado de la madurez. Esta depende del estado de maduración del fruto al momento de la cosecha, de la temperatura, las condiciones de almacenamiento y puede relacionarse con el cambio de color de la cáscara (Zapata et al., 2010).

La fuerza de penetración se define como la fuerza necesaria o requerida para penetrar un producto en un tiempo determinado. El equipo denominado texturómetro, se emplea para medir la fuerza requerida para penetrar, comprimir, deformar o extruir un alimento. La fuerza puede aplicarse en una amplia variedad de formas como penetración, cizalla, compresión, extrusión, corte, flujo y mezcla. Esta se aplica mediante una sonda que es empujada sobre la muestra de producto, causando compresión irreversible, la profundidad de la penetración se mantiene constante, mientras es registrada la fuerza (Zapata et al., 2010).

El ablandamiento del fruto de aguacate es el principal aspecto del proceso de maduración y se considera como una consecuencia de modificaciones en la composición y estructura de la pared celular. El proceso de ablandamiento ocurre a nivel celular y requiere de un sistema de membranas intacto, que permita la síntesis de enzimas líticas de ácidos grasos, de polisacáridos de almacén y de polisacáridos que componen la pared celular vegetal. La síntesis de enzimas líticas inicia con el reconocimiento de hormonas de la maduración; los ribosomas adheridos al retículo endoplásmico llevan a cabo la transcripción; la maduración postranscripción y destino de las proteínas se fortalece en el sistema membranoso de Golgi, que las confina en la vesícula de secreción para transitar al espacio periplásmico y a la pared celular (Ochoa, 2009).

La pérdida de dureza durante la maduración es debida principalmente a la degradación enzimática de la pared celular de los tejidos celulares; la cual provoca cambios estructurales que modifican la textura del fruto (Chanona-Pérez et al., 2009).

Las hemicelulosas contribuyen a la dureza de los frutos y se hidrolizan al madurar, produciendo pentosas, manosas y ácidos urónicos. Las pectinas son compuestos poliméricos derivados del ácido galacturónico con pesos moleculares grandes que tienen una gran influencia sobre la dureza y consistencia de las frutas ya que son los componentes principales de la lámina media de las células vegetales (Chanona-Pérez et al., 2009).

2.7.5 Cambio de color

En muchos tipos de frutos se produce un apreciable cambio en el color a medida que avanza la madurez. Siendo así que la colorimetría puede ser usada como índice de madurez no destructivo (Martínez de Urquidi, 1984).

La pérdida del color verde, debido a la descomposición de la clorofila deja al descubierto otros pigmentos. Las causas pueden ser por cambios de pH, por el desarrollo de procesos oxidativos y por la acción de la clorofilasa degradando la clorofila en fitol y clorofilina. La actividad de la clorofilasa se incrementa al aumentar la actividad respiratoria y climatérica de los frutos (Gil, 2010).

El aguacate 'Hass' durante su maduración experimenta cambios de color de la piel de verde a negro. El oscurecimiento del aguacate 'Hass' es un indicador clave de la maduración, sin embargo, el uso del color de la cáscara solo para determinar la madurez puede ser inexacto, ya que el color de piel y la firmeza del fruto no siempre están altamente correlacionados. La medición de la firmeza de la pulpa es un método más representativo de la madurez de la fruto (White et al., 2005).

En general, los cambios de color en la cáscara de un color verde brillante cuando está recién cosechado, hasta negro cuando está maduro se debe a los niveles crecientes de un pigmento oscuro. En algunas regiones de cultivo el aguacate 'Hass' tienden a tener una cáscara de color púrpura antes de ennegrecerse (White et al., 2005).

Algunos frutos pueden madurar antes de que la cáscara esté completamente oscura. En consecuencia, los consumidores pueden considerar el color externo de estos frutos como inaceptable (White et al., 2005).

El cambio de color de la cáscara en la madurez se ve influenciado por el estado de maduración del fruto al momento de la cosecha y la temperatura de almacenamiento (White et al., 2005).

Para la evaluación del color se han creado sistemas de medición para poder cuantificarlo y expresarlo numéricamente, cuyo principio está basado en la cantidad de luz reflejada por el objeto en estudio. El color se mide mediante un colorímetro, en la actualidad existe una gran variedad de colorímetros de marcas y modelos en el mercado con diferentes características según su aplicación (LGM, 2009).

La escala que se utiliza habitualmente de fácil interpretación, es un sistema de medición CIE (Comisión Internacional de Iluminación) establecido en 1976, utilizando espacios de color ($L^* a^* b^*$) (**Figura 2**). La CIE ha definido y recomendado las siguientes características para especificar el color percibido:

- Luminosidad (brillo): atributo de la sensación visual según la cual una superficie parece emitir más o menos luz.
- Matiz (tono): atributo de la sensación visual que corresponde a las denominaciones de los colores como azul, verde, amarillo y rojo. El matiz está relacionado con la longitud de onda o frecuencia dominante de las radiaciones visuales.
- Saturación: atributo visual que permite estimar la proporción de color cromático puro contenido en la sensación visual. Una saturación nula corresponde a una ausencia de color, a un color cromático. La escala de grises (blanco y el negro incluidos) posee una saturación nula.

El matiz y la saturación definen las características colorimétricas de un estímulo de color y reciben, en conjunto, el nombre de cromía o cromaticidad (LGM, 2009).

El sistema de medición CIE también es conocido como CIELAB (LGM, 2009), se basa en la determinación, por reflexión de la luz, de tres parámetros, el parámetro “L” que mide el grado de luminosidad y varía desde 100 para el blanco absoluto a 0 para el negro; los parámetros “a” y “b”, son indicativos de la

cromaticidad, y van de +60 a -60, los valores positivos de “a”, están relacionados con el color rojo y los negativos con el color verde; mientras que los valores positivos del parámetro “b” están asociados con el color amarillo y los negativos con el azul (Navarrete, 2003) (**Figura 2**).

La combinación de estos índices permite relacionar los resultados obtenidos con el color óptimo del fruto maduro y, por lo tanto, con su grado de madurez (Gil, 2010).

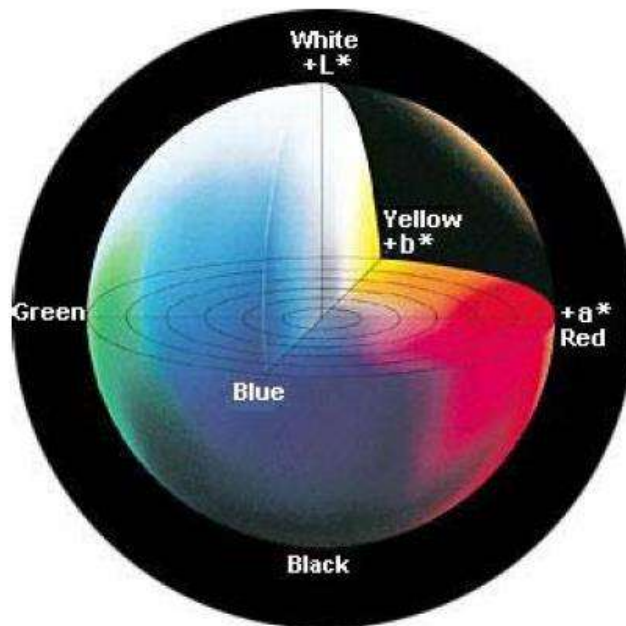


Figura 2. Diagrama de espacios de color ($L^* a^* b^*$) (LGM, 2009).

2.7.6 Calidad del fruto de aguacate

Las características que presenta el fruto de aguacate en el momento de la cosecha determinan en gran medida la calidad que presentará el fruto al llegar a la madurez. Si el fruto de aguacate es cortado antes de alcanzar su madurez fisiológica, este puede llegar al estado de madurez de consumo con un color que no sea el característico del cultivar, en especial, cuando el fruto proviene del inicio de temporada, además de presentar un alto grado de deshidratación (Cajuste et al., 1994).

La calidad es definida como una serie de atributos seleccionados en la exactitud de las bases y precisión de la medición (Torres, 2010).

En general, la calidad de los productos incluyen las propiedades sensoriales (apariencia, firmeza o textura, sabor y aroma), los valores nutritivos (contenido de vitaminas), los constituyentes químicos, las propiedades mecánicas, las propiedades funcionales y los daños, principalmente (Torres, 2010).

Para el consumidor el enfoque de la calidad resulta de la identificación de las necesidades y expectativas que espera que cumpla el producto (Torres, 2010).

Los índices de calidad en el fruto de aguacate son: el tamaño (que varía con la preferencia del consumidor), la forma (depende del cultivar), el color de la piel o cáscara, ausencia de defectos tales como malformaciones, quemaduras de sol, heridas y manchado causado por raspaduras, daño por insectos, daño por uñas y cicatrices causadas por el viento; rancidez y pardeamiento de la pulpa; y ausencia de enfermedades, incluyendo antracnosis y pudrición de la cicatriz del pedúnculo (Kader y Arpaia, 2012).

Algunos cultivares se dejan en el árbol por períodos prolongados después que han adquirido la madurez fisiológica o de cosecha. El almacenamiento en el árbol puede dar lugar al desarrollo de sabores desagradables o rancidez debido a sobre maduración. Los sabores desagradables también pueden desarrollarse cuando los frutos se cosechan en períodos de clima cálido (Kader y Arpaia, 2012).

Algunas mediciones destructivas y no destructivas son usadas en horticultura para medir los atributos relacionados con la calidad, dentro de ellas destacan: las tecnologías electromagnéticas con propiedades ópticas (colorímetro, espectrofotómetro), las mediciones fluorescentes, los rayos X, resonancia magnética, tecnologías mecánicas que son las propiedades relacionadas con la textura (pruebas de deformación, impacto, vibración) (Torres, 2010).

2.8 ANÁLISIS SENSORIAL

Las propiedades sensoriales de un alimento son aquellas que pueden ser captadas a través de los sentidos. El ser humano conoce su entorno físico por las impresiones que le provoca en sus órganos sensoriales. Tradicionalmente, se habla de cinco sentidos: vista, oído, olfato, gusto y tacto; no obstante, algunos

autores diversifican este último en lo que denominan percepción somatosensorial: frío, calor y dolor (Bello, 2000).

Las características sensoriales de un alimento se evalúan a través de atributos que, al ser captados por los sentidos, nos informan de la magnitud y cualidad del estímulo provocado, una vez que han sido interpretados por el cerebro. En el conocimiento sensorial que podemos alcanzar de un alimento cabe destacar cinco atributos, color, sabor, olor, textura y flavor. Los cuatro primeros se pueden considerar la respuesta de un órgano sensorial concreto: vista, gusto, olfato y tacto; mientras que en el último interviene una asociación de esos órganos (Bello, 2000).

Principales atributos que determinan las propiedades sensoriales:

- 1.- Color. Propiedad que se aprecia por el sentido de la vista cuando le estimula la luz reflejada por un alimento, que contiene sustancias con grupos cromóforos capaces de absorber parte de sus radiaciones luminosas, dentro de unas determinadas longitudes de onda.
- 2.- Sabor. Sensación recibida en respuesta al estímulo provocado por sustancias químicas solubles sobre las papilas gustativas.
- 3.- Olor. Conjunto de sensaciones que se producen en el epitelio olfativo, localizado en la parte superior de la cavidad nasal, cuando es estimulado por determinadas sustancias químicas volátiles.
- 4.- Textura. Propiedad sensorial que resulta de la disposición y combinación entre sí de elementos estructurales y diversos componentes químicos, dando lugar a unas micro y macro estructuras, definidas por diversos sistemas fisicoquímicos (Bello, 2000).

La evaluación de la calidad sensorial de un alimento se realiza mediante el análisis sensorial. Entre todas las metodologías analíticas que se aplican para valorar la calidad de un alimento destaca el análisis sensorial por una característica específica que le distingue de los demás: sus datos corresponden a observaciones subjetivas de personas y no a la medida objetiva de un instrumento (Bello, 2000).

El análisis sensorial puede definirse como el conjunto de técnicas que permiten evaluar algunas propiedades de los alimentos mediante la contribución de uno o más órganos de los sentidos. En este ámbito analítico se pueden señalar cuatro tipos diferentes de jueces: Juez experto, juez entrenado, juez de laboratorio o semientrenado y juez no entrenado ó consumidor (Bello, 2000).

Juez consumidor. Personas que no se relacionan con la fabricación o investigación del alimento, pero son consumidores habituales o potenciales del producto a evaluar. Suelen ser personas tomadas al azar y sólo se deben usar para pruebas afectivas y nunca para discriminativas o descriptivas. Para que tenga validez estadística los datos recolectados se necesitan un mínimo de treinta jueces de este tipo (Bello, 2000).

Pruebas de aceptación: sirven para determinar el grado de aceptación de un producto por sus potenciales consumidores. Dentro de las pruebas de aceptación, es frecuente utilizar fichas que presentan una escala hedónica para cada muestra, de tal forma que el puntaje más alto representa que el producto gusta extraordinariamente y el puntaje más bajo que disgusta extraordinariamente (Bello, 2000).

Pruebas de preferencia: el análisis sensorial de preferencia sirve para determinar qué muestra entre dos o más es la preferida por determinados consumidores (Bello, 2000).

3 JUSTIFICACIÓN

El aguacate 'Hass' por sus características nutricionales y sus atributos sensoriales, es la variedad mayormente consumida en el ámbito mundial y de mayor producción en México, específicamente en el estado de Michoacán. La demanda de este fruto se mantiene durante todo el año, en los meses de Junio a Septiembre se presenta una menor disponibilidad de aguacate 'Hass', resultado del flujo floral que ocurre en agosto-septiembre (floración Loca), que es la de menor abundancia. El cv. Méndez se encuentra disponible ya que tiene dos flujos florales, el de agosto-septiembre, que es el de mayor abundancia y el de febrero-marzo que no representa gran producción de frutos, los frutos del primer flujo floral alcanza su madurez fisiológica y de consumo durante los meses de menor disponibilidad de 'Hass'; sin embargo las características morfológicas y fisiológicas del aguacate 'Méndez' no están aún definidas, ya que el manejo poscosecha que se le da es el mismo que a 'Hass' , por lo que el presente estudio tiene como objetivo determinar parámetros de madurez fisiológica y de consumo del aguacate 'Méndez'.

4 HIPOTESIS

El aguacate 'Méndez' alcanza la madurez fisiológica y tiene las mismas características morfológicas, de dureza y palatabilidad que el aguacate 'Hass' de floración Loca.

5 OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar parámetros de madurez fisiológica y de consumo mediante el seguimiento del contenido de materia seca y calidad poscosecha del cv Méndez comparado con el cv Hass.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar el comportamiento poscosecha de aguacate 'Méndez' y 'Hass' cosechados en diferentes estados de madurez (contenido de materia seca).
2. Comparar el cambio de color de frutos de aguacate 'Méndez' y 'Hass' cosechados en diferentes estados de madurez.
3. Comparar la pérdida fisiológica de peso de frutos de aguacate 'Méndez' y 'Hass' cosechados en diferentes estados de madurez.
4. Determinar la dureza de frutos en madurez de consumo de frutos de aguacate 'Méndez' y 'Hass' cosechados en diferentes estados de madurez.
5. Evaluar las características sensoriales de frutos de aguacate 'Méndez' y 'Hass' cosechados en diferentes estados de madurez.

6 MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS HUERTOS Y COSECHAS

El estudio se realizó en cuatro huertos de aguacate 'Méndez' de Michoacán, México. Como control se incluyó un huerto de aguacate 'Hass' con frutos de floración Loca (**Cuadro 3**).

Cuadro 3. Huertos seleccionados para la cosecha de frutos de aguacate 'Méndez' y 'Hass'.

Huerto	Cultivar	Localidad	Municipio
Cerritos	'Méndez'	Peribán	Peribán
Los Manantiales	'Méndez'	Uruapan	Uruapan
Los Manantiales	'Hass'(floración Loca)	Uruapan	Uruapan
Sesangari 5	'Méndez'	Jicalán	Uruapan
El Colorín 2	'Méndez'	Uruapan	Uruapan

Los frutos cosechados tenían la misma edad fisiológica, procedentes de la floración Normal ('Méndez') y Loca ('Hass') ocurrida en Septiembre 2011. En total se realizaron siete muestreos, cada uno a intervalos de 15 días e iniciaron el 17 de mayo y terminaron el 23 de Agosto 2012 (**Cuadro 4**). En cada huerto de 'Méndez' se seleccionaron seis árboles con una carga de por lo menos 100 frutos (**Figura 3**).

Cuadro 4. Fechas de muestreo para los huertos de aguacate 'Méndez' y 'Hass'.

No. de Muestreo	Fecha de muestreo
1	31 de mayo 2012
2	14 de junio 2012
3	28 de junio 2012
4	12 de julio 2012
5	26 de julio 2012
6	9 de agosto 2012
7	23 de agosto 2012



Figura 3. Árbol de aguacate 'Méndez' marcado para el estudio.

En cada fecha de muestreo se tomaron 10 frutos por árbol, dando un total de 60 frutos por huerto. En el caso del control ('Hass'), en cada fecha de muestreo, se tomó la misma cantidad de frutos por árbol (10), dando 60 frutos de 'Hass' en cada muestreo y 240 frutos de 'Méndez'. Los 10 frutos cosechados por árbol, de 'Méndez' y de 'Hass', se etiquetaron del 1 al 10 (**Figura 4**). Dos frutos (#s 9-10) fueron destinados para determinar el estado de madurez al momento de la cosecha (materia seca en el mesocarpio), cuatro más se trataron con etileno a una concentración de 150 ppm en una cámara hermética a 22 °C por 4 horas (#s 5-8), los cuatro restantes se dejaron en condiciones normales, sin exposición a etileno (#s 1-4) (**Figura 4**).

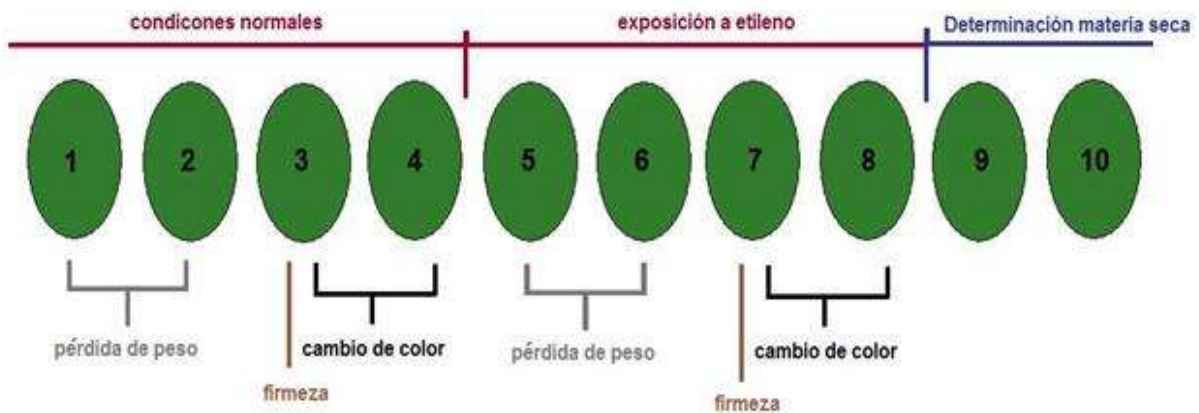


Figura 4. Distribución de los frutos tomados en cada árbol.

Una vez distribuidos los frutos, se trasladaron al laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Químico Farmacobiología de la UMSNH, donde los frutos tratados con etileno y sin tratar fueron almacenados a una temperatura de $22\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y a una HR de $85 \pm 10\%$ hasta madurez de consumo.

6.2 VARIABLES A EVALUAR DURANTE EL ALMACENAMIENTO Y MADUREZ DE CONSUMO

Todas las variables evaluadas durante el almacenamiento y en madurez de consumo fueron realizadas en los dos cultivares.

6.2.1 Pérdida acumulada de peso

Se llevó un registro del peso de los frutos desde el día 2 de almacenamiento y cada dos días hasta madurez de consumo o hasta el día 12 en caso de no alcanzar la madurez de los frutos (#s 1 y 2; 5 y 6) (**Figura 4**). La pérdida de peso se calculó con base en el porcentaje acumulado de peso perdido. El peso de los frutos se midió con una balanza granataria OHAUS[®] 2610 g (**Figura 5**). Además se registró el número de frutos en madurez de consumo, que presentaron deshidratación, mostrando zonas “arrugadas” en la cáscara con frecuencia en la región cervical del fruto (White et al., 2005).

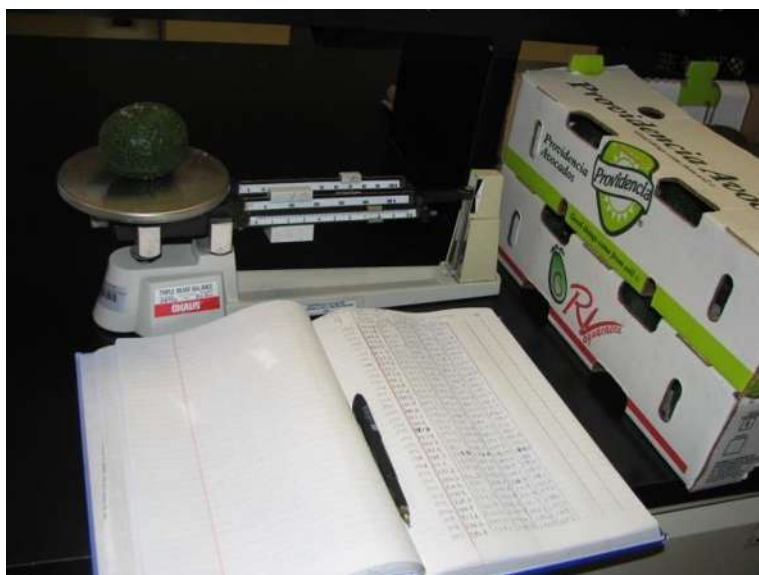


Figura 5. Determinación de la pérdida fisiológica de peso en frutos almacenados a temperatura ambiente ($22\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $85 \pm 10\%$ de HR) hasta madurez de consumo.

6.2.2 Determinación de cambio de color

La determinación del cambio de color se llevó a cabo en el exocarpio del fruto por medio de un colorímetro de reflectancia Hunter Lab Modelo Colorflex (**Figura 6**). Reportando los resultados con las tres medidas de Hunter, L, a y b. Las mediciones se realizaron cada dos días y por duplicado a los frutos (#s 3 y 4; 7 y 8) (**Figura 4**). El fruto se marcó con una línea para realizar la medición del color en la misma área del fruto.

El cambio de color en todos los frutos en cada cosecha (**Cuadro 3**), de aguacate 'Méndez' y 'Hass' fue registrado cada dos días de manera subjetiva según la escala reportada en The International Avocado Quality Manual (White et al., 2005), donde se describe el color de la cáscara del fruto de aguacate 'Hass' (**Cuadro 5**) durante su maduración (**Figura 7**).



Figura 6. Determinación del cambio de color en frutos almacenados a temperatura ambiente ($22\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $85 \pm 10\%$ de HR) hasta madurez de consumo.

Cuadro 5. Escala subjetiva del cambio de color en frutos almacenados a temperatura ambiente ($22\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $85 \pm 10\%$ de HR) hasta madurez de consumo (White et al., 2005).

Escala	Descripción
1	Verde esmeralda, típico del fruto recién cosechada inicio de temporada
2	Verde bosque, el fruto no es brillante
3	Regiones negras sobre color verde
4	Regiones verdes sobre color negro
5	Piel púrpura completamente
6	Negro

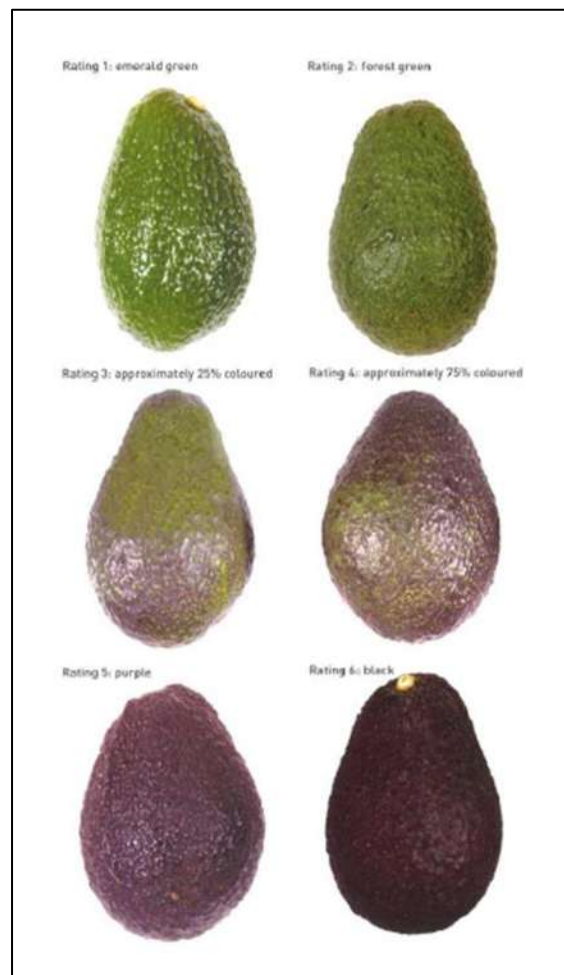


Figura 7. Cambio de color de la cáscara de aguacate cv Hass durante la maduración (White et al., 2005).

6.2.3 Determinación de dureza

La medición de la dureza se llevó a cabo en un texturómetro Universal Xtrad, modelo TA-XT2t (**Figura 8**), con capacidad de 25 kg. Se determinó la fuerza de penetración utilizando una sonda cilíndrica de acero inoxidable p2, a una distancia de 3 mm y una velocidad de desplazamiento de 3.0 mm/s. La fuerza máxima de penetración del aguacate 'Méndez' y 'Hass' se midió en Kilogramos fuerza y se utilizó el fruto completo. Esta determinación se realizó a los frutos (#s 3 y 7) (**Figura 4**) en madurez de consumo.



Figura 8. Determinación de la dureza en frutos almacenados a temperatura ambiente ($22\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $85 \pm 10\%$ de HR) hasta madurez de consumo.

6.2.4 Madurez del fruto

Se registró el número de frutos que alcanzaron la madurez de consumo, esta determinación se realizó su subjetivamente en base al oscurecimiento de la cáscara (**Figura 7**) tomando como maduros los frutos con un color de cáscara a partir de la escala 4 (**Cuadro 4**) y que presentaran un ablandamiento al tacto.

6.3 ANÁLISIS SENSORIAL

Una vez que los frutos alcanzaron la madurez de consumo, se procedió a realizar el análisis sensorial. Para esta prueba se tomaron frutos de aguacate 'Méndez' de los 4 huertos y se compararon con frutos de aguacate 'Hass'.

Se realizaron pruebas de aceptación (**Figura 9**), teniendo dos muestras, una por cada cultivar de aguacate, utilizando una escala hedónica para cada muestra con un panel de degustación con jueces no entrenados (juez consumidor) de diversas edades estudiantes de la Facultad de Químico Farmacobiología. En el muestreo del 23 de agosto del 2012 se realizó una prueba de preferencia, utilizando únicamente frutos de aguacate 'Méndez', teniendo 4 muestras, una por cada huerto (**Figura 9**).

AGUACATE **A**

Coloca la puntuación según te parezca la muestra.

Puntos:

Me gusta mucho 5

Me gusta 4

Ni me gusta ni disgusta 3

Me disgusta 2

Me disgusta mucho 1

MUESTRA	ATRIBUTO	PUNTOS
CN3	Color	
	Olor	
	Textura	
	Sabor	

MUESTRA	ATRIBUTO	PUNTOS
HS3	Color	
	Olor	
	Textura	
	Sabor	

Aguacate 'Méndez' **B**

Ordene las siguientes muestras del 1 al 4 según su preferencia, dando el número 1 al que más le agrade.

CBK _____

CJL _____

CPN _____

CVR _____

Figura 9. A) Formato utilizado en las pruebas de aceptabilidad realizadas, la muestra CN3 pertenece a frutos del cv. Méndez, mientras que la muestra HS3 pertenece al cv. Hass. **B)** Formato utilizado en la prueba de preferencia entre frutos de cultivar Méndez de los diferentes huertos realizada el 23 de agosto. La muestra CBK pertenece a frutos del huerto "El colorín", la clave CJL al huerto "Sesangari", CPN a "Manantiales" y CVR a "Cerritos".

6.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y se hicieron comparaciones de medias mediante pruebas de rango múltiple de Duncan con un nivel de significancia del 95%, utilizando el paquete computacional Statical Analysis System (SAS, 1999) V8.

7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 ACUMULACIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA SECA

Se observaron diferencias en la dinámica de acumulación de materia seca (%) en la pulpa del fruto de los dos cultivares estudiados. 'Méndez' presentó los porcentajes más elevados durante todas las cosechas (**Figura 10**).

Durante el periodo de estudio, los huertos Los Manantiales, El Colorín y Sesangari presentaron los promedios de materia seca más altos en todas las fechas de muestreo. El huerto control (Los Manantiales 'Hass') presentó los promedios de materia seca más bajos. En la última cosecha, los frutos de todos los huertos no presentaron diferencias entre ellos, sin importar el cultivar (**Cuadro 6**). En la cosecha del 12/07/12 'Hass' alcanzó la madurez fisiológica (21.5%), mientras que 'Méndez' presentó valores de materia seca > 22%.

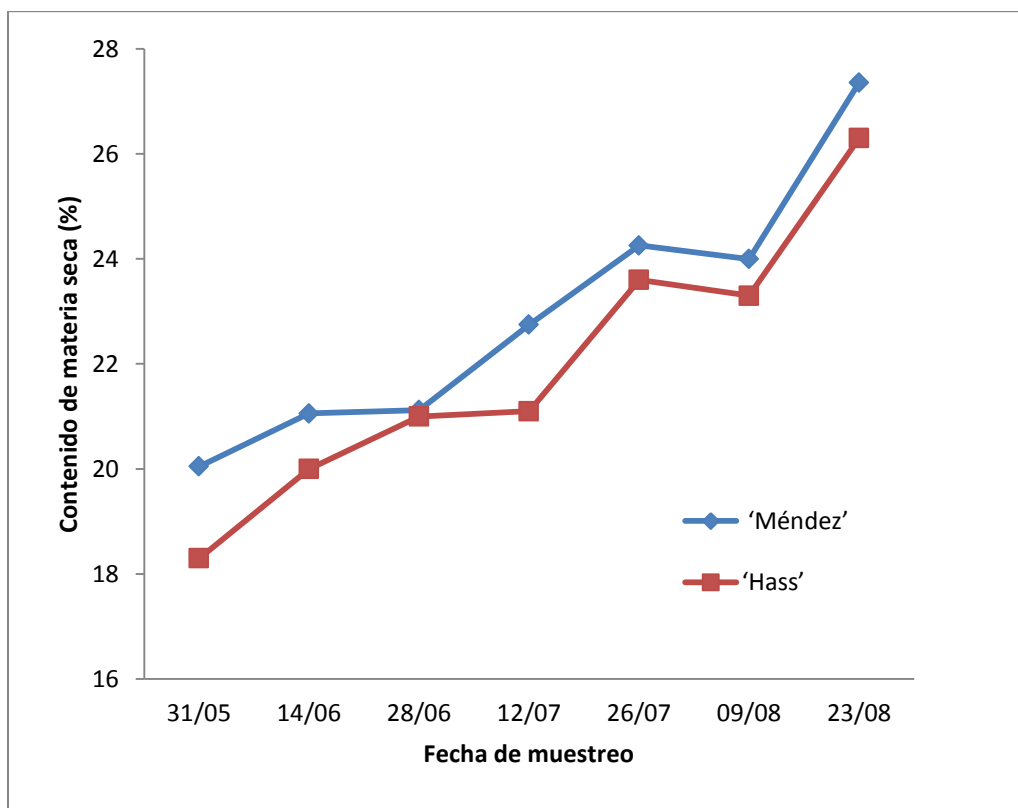


Figura 10. Acumulación de materia seca (%) en la pulpa del fruto de los cvs. 'Méndez' y 'Hass'.

Cuadro 6. Acumulación de materia seca (%) en cada huerto evaluado de mayo a agosto de 2012.

Fecha de cosecha	Cerritos 'Méndez'	Los Manantiales 'Méndez'	Sesangari 'Méndez'	El Colorín 'Méndez'	Los Manantiales 'Hass'
31/05/12	17.9 c ^z	20.8 a	20.3 ab	20.9 a	18.3 bc
14/06/12	19.8 a	21.0 a	21.4 a	21.4 a	20.0 a
28/06/12	20.3 b	21.5 a	21.0 ab	22.0 a	21.0 ab
12/07/12	22.0 ab	22.6 ab	22.7 ab	23.4 ab	21.5 b
26/07/12	22.9 b	24.5 ab	23.8 ab	25.6 a	23.6 ab
09/08/12	23.1 bc	25.5 a	22.7 c	24.5 ab	23.3 bc
23/08/12	26.2 a	28.1 a	26.6 a	28.4 a	26.3 a

^zMedias con la misma letra en una misma fila, no son significativamente diferentes, de acuerdo con la prueba de Duncan, a una P≤0.05.

7.2 MADUREZ DEL FRUTO

Cuadro 7. Maduración de frutos de aguacate en las diferentes cosechas y que fueron almacenados en condiciones normales o tratados con etileno para su maduración.

Fecha de cosecha	Cerritos 'Méndez'		Manantiales 'Méndez'		Manantiales 'Hass'		Sesangari 'Méndez'		El Colorín 'Méndez'	
	CN*	TE**	CN	TE	CN	TE	CN	TE	CN	TE
----- Frutos que no maduraron (%) -----										
31/05/12	96	38	83	42	54	0	67	100	100	0
14/06/12	100	100	100	75	50	25	100	92	58	75
28/06/12	92	13	75	33	33	0	54	17	29	17
----- Frutos que maduraron entre 8 y 12 días después de cosecha (%) -----										
12/07/12	100	-	100	-	100	-	75	-	100	-
26/07/12	67	100	87	100	83	100	57	87	100	100
09/08/12	79	100	100	100	100	100	67	87	100	100
23/08/12	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

- No se realizó el tratamiento con etileno.

* Condiciones normales de almacenamiento (temperatura de 22 ± 2 °C y HR de 85 ± 10%).

** Tratados con etileno

Durante las primeras tres fechas de muestreo, se observó que un alto porcentaje de los frutos de todos los huertos no maduraron (**Cuadro 7**), lo que indicó que aún no llegaban a la madurez fisiológica en el momento del corte. En la cosecha de mediados de julio (12/07/12), sólo los frutos del huerto Sesangari presentaron un porcentaje bajo de frutos que no maduraron (25%). Los frutos del

resto de los huertos incluyendo el control (Los Manantiales 'Hass') maduraron de forma normal entre el día 8 y el día 12 después de cosecha (**Cuadro 7**).

En general los dos cultivares comenzaron a tener frutos con madurez de consumo a partir del día 8 de almacenamiento, el cv Hass muestra un porcentaje del 23% mientras que 'Méndez' solo alcanza el 13% de frutos con madurez de consumo, 'Méndez' muestra porcentajes menores que 'Hass' desde éste día y hasta el día 11, en el día 12 de almacenamiento ambos cultivares muestran porcentajes mayores al 90% (**Figura 11**).

El tratamiento con etileno disminuyó el número de días a madurez de consumo, ya que a los 11 días de almacenamiento después de cosecha, el 90% de los frutos tratados con etileno llegaron a madurez de consumo, no así los frutos no expuestos a etileno, que a los 11 días solo habían madurado el 65% de los frutos (**Figura 12**). En la cosecha del 12 de Julio no se realizó tratamiento con etileno, ya que por motivos de mantenimiento, las cámaras herméticas no estuvieron disponibles.

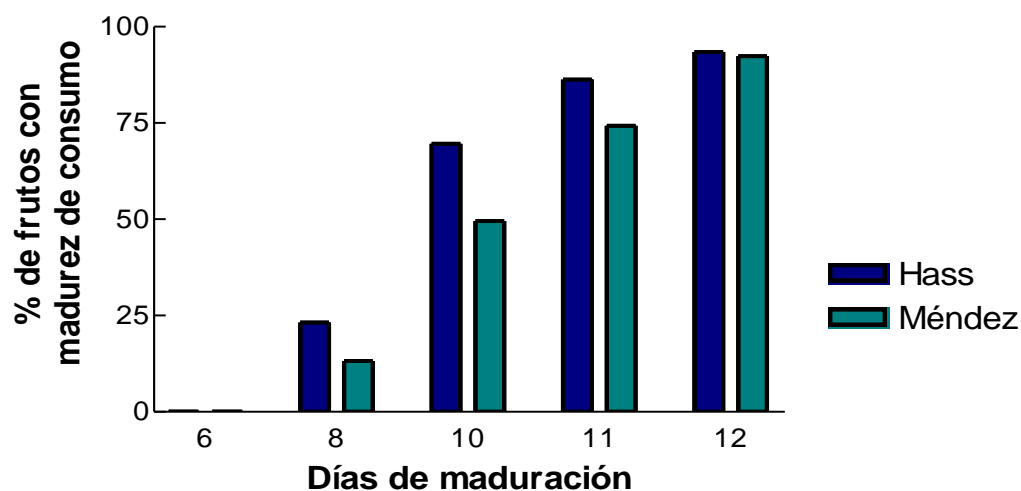


Figura 11. Frutos con madurez de consumo (%) de aguacate 'Méndez' y 'Hass' almacenados a temperatura ambiente (temperatura de 22 ± 2 °C y HR de $85 \pm 10\%$).

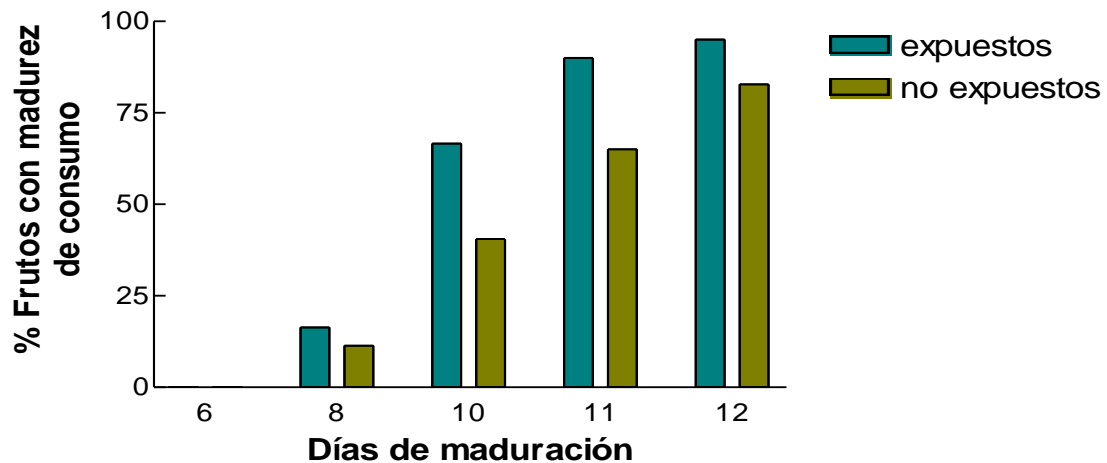


Figura 12. Frutos con madurez de consumo (%) de aguacate 'Méndez' y 'Hass' expuestos ó no a etileno y almacenados a temperatura ambiente (temperatura de 22 ± 2 °C y HR de $85 \pm 10\%$).

Conforme avanzaron las fechas de cosecha fueron disminuyendo los días para que el fruto alcanzara la madurez de consumo, así en el día once de almacenamiento en las primeras dos fechas de corte se tuvieron porcentajes bajos de frutos con madurez de consumo, en la última fecha de corte para este día el 96% de los frutos ya habían alcanzado la madurez de consumo (**Figura 13**).

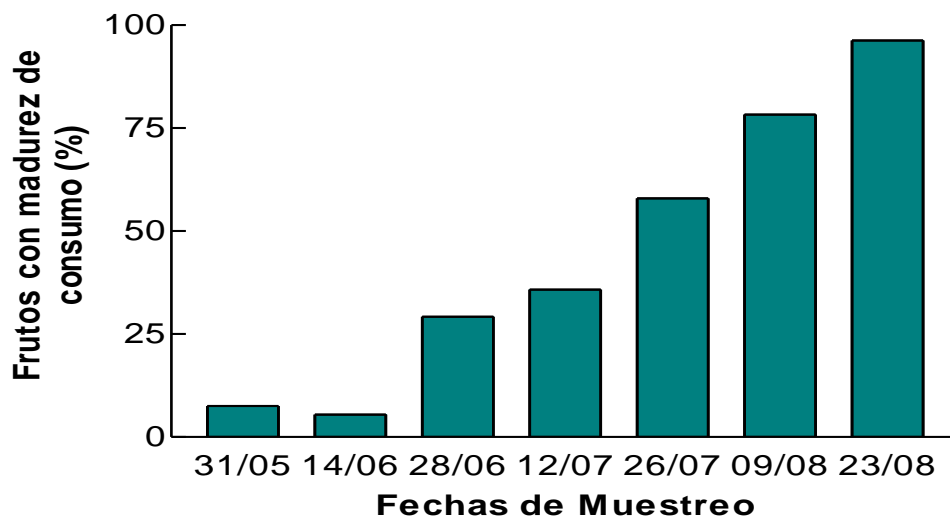


Figura 13. Frutos de las distintas fechas de corte con madurez de consumo en el día once de almacenamiento.

7.3 PÉRDIDA FISIOLÓGICA DE PESO

Durante la madurez del fruto, este pierde agua por la respiración y la deshidratación del fruto (Moggia, 1988), en todas las cosechas hubo diferencias significativas en la pérdida fisiológica de peso entre 'Méndez' y 'Hass' (**Cuadro 8**).

Los frutos de 'Hass' perdieron mayor peso que los frutos de 'Méndez'. Esta diferencia entre los cultivares fue más notoria después del día 8 de almacenamiento ($22 \pm 2^\circ\text{C}$ y HR de $85 \pm 10\%$) (**Figura 14**).

Cuadro 8. Pérdida fisiológica de peso de frutos de aguacate 'Méndez' y 'Hass' almacenados a temperatura ambiente (temperatura de $22 \pm 2^\circ\text{C}$ y HR de $85 \pm 10\%$) hasta madurez de consumo.

Días de almacenamiento	Pérdida de peso (%)	
	Hass	Méndez
2	0.0 a ^z	0.0 a
4	1.5 b	1.3 b
6	2.9 c	2.4 c
8	4.9 d	3.9 d
10	7.0 e	5.5 e
11	8.2 f	6.4 f

^z Medias con la misma letra en una misma columna, no son significativamente diferentes, de acuerdo con la prueba de Duncan, a una $P \leq 0.05$.

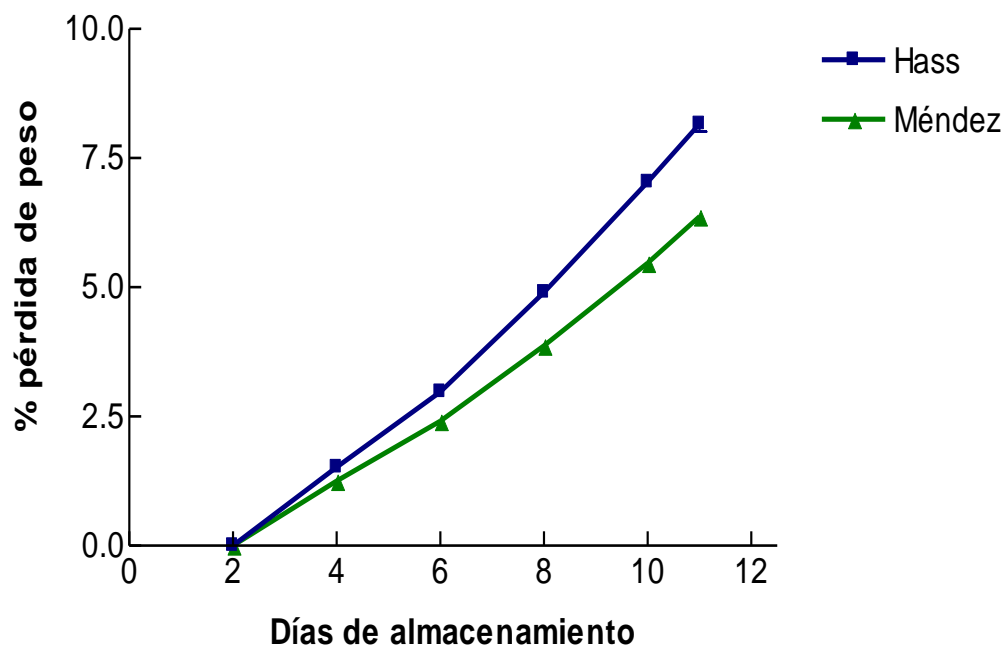


Figura 14. Pérdida fisiológica de peso de frutos de aguacate 'Méndez' y 'Hass' almacenados a temperatura ambiente (temperatura de $22 \pm 2^\circ\text{C}$ y HR de $85 \pm 10\%$) hasta madurez de consumo.

Los frutos expuestos a etileno mostraron una pérdida fisiológica de peso sin diferencia significativa con los frutos que no fueron expuestos (**Cuadro 9**), siguiendo el mismo comportamiento sobre la pérdida de peso durante los días de almacenamiento hasta alcanzar su madurez de consumo (**Figura 15**).

Cuadro 9. Pérdida fisiológica de peso en frutos de aguacate 'Hass' y 'Méndez' almacenados a temperatura ambiente (temperatura de 22 ± 2 °C y HR de $85 \pm 10\%$) hasta madurez de consumo.

Días de almacenamiento	Pérdida de peso (%)	
	Expuestos a etileno	No expuestos
2	0.0 a ^z	0.0 a
4	1.2 b	1.3 b
6	2.2 c	2.5 c
8	3.6 d	4.1 d
10	5.4 e	5.8 e
11	6.4 f	6.7 f

^z Medias con la misma letra en una misma columna, no son significativamente diferentes, de acuerdo con la prueba de Duncan, a una $P \leq 0.05$.

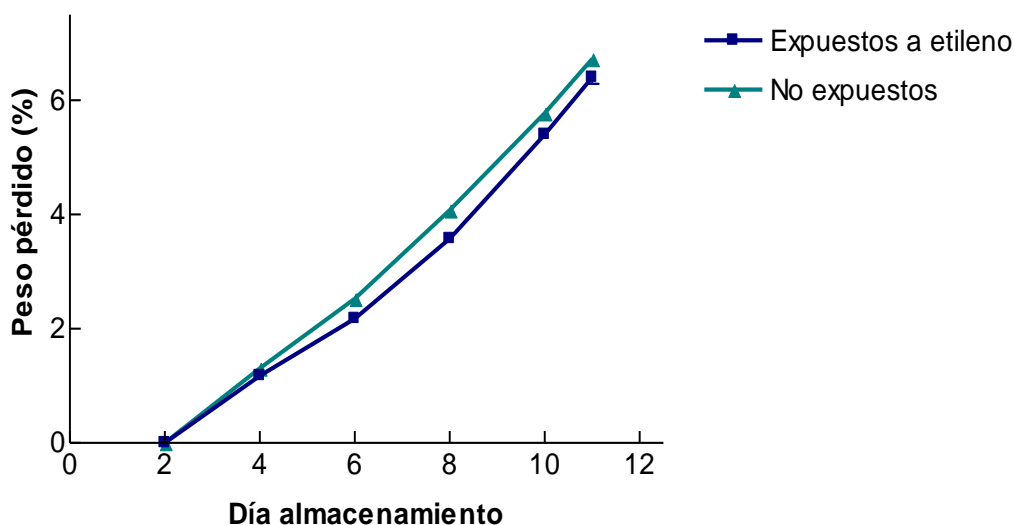


Figura 15. Efecto de la exposición a etileno sobre la pérdida fisiológica de peso en frutos de aguacate 'Hass' y 'Méndez'.

Los frutos de ambos cultivares mostraron una pérdida fisiológica de peso mayor en las cosechas del 31 de mayo y 23 de agosto del 2013 (**Figura 16**). A pesar de las diferencias entre los huertos, los cultivares y las fechas de cosecha, la pérdida de peso no superó el 10%, con excepción de 'Hass' en la cosecha de finales de julio (26/07/12), cuya pérdida de peso fue de 14.9% (**Cuadro 10**).

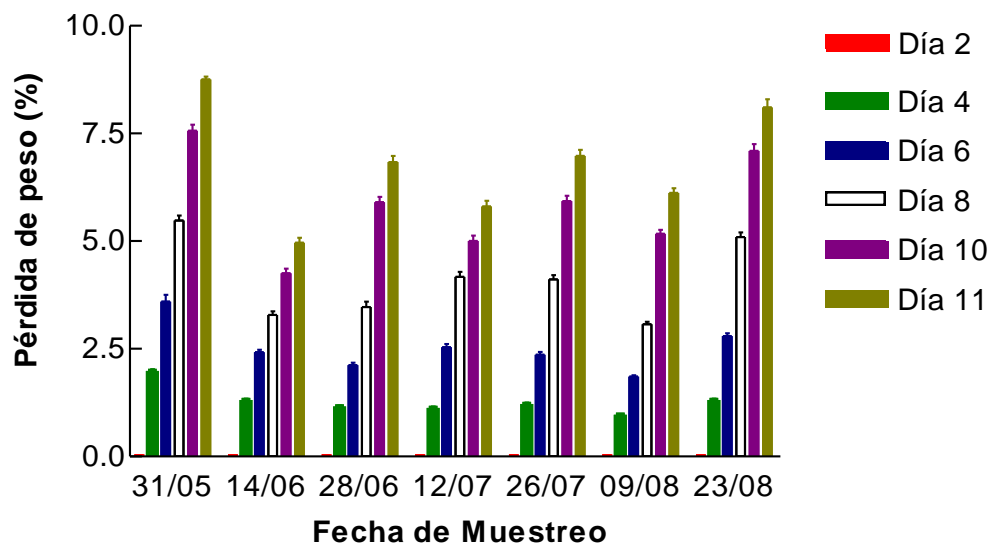


Figura 16. Pérdida Fisiológica de peso en frutos de aguacate 'Méndez' y 'Hass' cosechados con distintos estados de madurez y almacenados a temperatura ambiente hasta madurez de consumo.

Cuadro 10. Pérdida fisiológica de peso hasta madurez de consumo de frutos de aguacate 'Méndez' y 'Hass' procedentes de varios huertos y que cosechados de mayo a agosto 2012 y almacenados en condiciones normales o tratados con etileno.

Pérdida de peso (%)						
Fecha de cosecha	Condición de almacenamiento	Cerritos 'Méndez'	Manantiales 'Méndez'	Manantiales 'Hass'	Sesangari 'Méndez'	El Colorín 'Méndez'
31/05/12	CN*	8.2 a ^z	8.6 b	11.4 b	9.0 b	8.9 b
	TE **	7.9 ab	7.8 ab	8.8 a	-	7.4 b
14/06/12	CN	5.8 a	5.4 ab	6.7 ab	5.6 b	5.4 b
	TE	3.9 bc	3.6 bc	4.9 a	4.3 ab	3.4 c
28/06/12	CN	7.2 a	6.6 ab	8.8 ab	7.3 b	6.4 b
	TE	6.5 b	5.8 bc	7.9 a	6.0 bc	5.3 c
12/07/12	CN	5.7 a	5.2 b	7.5 b	5.6 b	4.9b
	TE	-	-	-	-	-
26/07/12	CN	6.8 a	6.2 b	8.4 bc	6.4 bc	5.2 c
	TE	5.6 b	5.6 b	14.9 a	6.0 b	4.3 b
09/08/12	CN	5.7 a	6.0 a	6.8 a	5.7 a	5.6 a
	TE	6.0 b	6.3 ab	7.3 a	6.1 b	5.3 b
23/08/12	CN	7.7 a	8.3 ab	8.8 ab	7.3 bc	6.1 c
	TE	7.4 b	8.8 b	11.2 a	7.1 b	6.9 b

- No se realizó el tratamiento con etileno.

** Condiciones normales de almacenamiento (temperatura de 22 ± 2 °C y HR de $85 \pm 10\%$).

** Tratados con etileno almacenados a (temperatura de 22 ± 2 °C y HR de $85 \pm 10\%$).

^z Medias con la misma letra en una misma fila, no son significativamente diferentes, de acuerdo con la prueba de Duncan, a una $P \leq 0.05$.

7.3.1 Deshidratación

La deshidratación en los frutos de aguacate genera arrugas en la cáscara debido a una elevada pérdida de agua causada por altas temperaturas durante la maduración ó por un almacenamiento prolongado. Además se presenta en frutos que son cosechados sin haber alcanzado la madurez fisiológica (White et al., 2005).

La deshidratación es uno de los factores de mayor importancia en el deterioro del fruto, por lo que es importante mantener una humedad relativa alta durante su almacenamiento y transporte (Ferreira y Defilippi, 2012). Los frutos de aguacate 'Hass' al tener una mayor pérdida fisiológica de peso durante la maduración (**Figura 14**), mostraron porcentajes mayores de frutos con deshidratación externa en todos los muestreos (**Cuadro 11**), alcanzando valores superiores en las últimas dos fechas de cosecha, el 09 y 23 de agosto del 2012. (**Figuras 17 y 18**).

Cuadro 11. Frutos de aguacate 'Hass' y 'Méndez' con deshidratación en madurez de consumo.

	Frutos con deshidratación (%)						
	31/05	14/06	28/06	12/07	26/07	09/08	23/08
Méndez	7.3	4.2	3.1	4.2	5.8	6.8	8.3
Hass	39.6	14.6	27	25	37.5	54.2	58.3

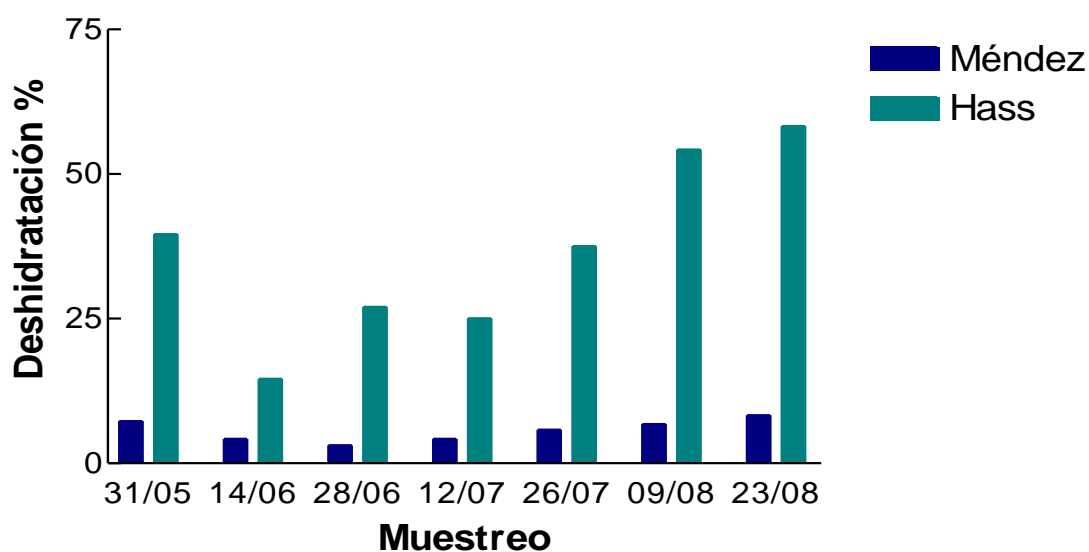


Figura 17. Frutos de aguacate 'Hass' y 'Méndez' que presentan deshidratación al llegar a la madurez de consumo, en las distintas fechas de corte.



Figura 18. Aguacate 'Hass' (A) y 'Méndez' (B) con deshidratación en madurez de consumo.

Los frutos expuestos y no expuestos a etileno mostraron porcentajes similares de frutos con deshidratación en madurez de consumo (**Cuadro 12**), en la primera cosecha los frutos expuestos a etileno mostraron un porcentaje mayor (16.6%) de frutos con deshidratación que los frutos no expuestos a etileno (10.8%) (**Figura 19**).

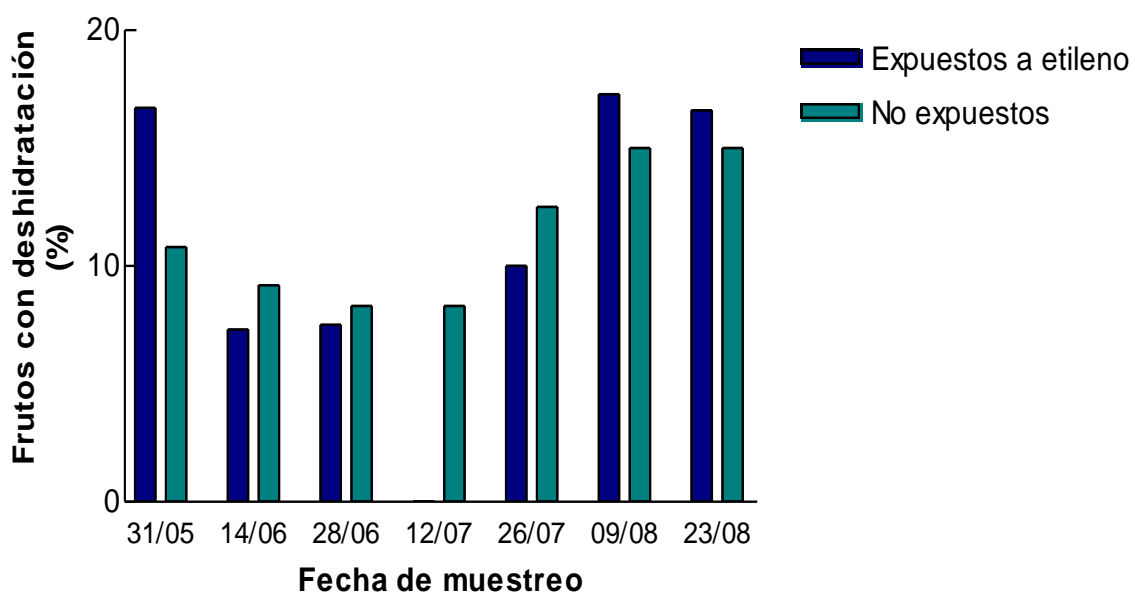


Figura 19. Frutos con deshidratación en madurez de consumo, expuestos ó no a etileno cosechados con distintos grados de madurez fisiológica

Cuadro 12. Frutos con deshidratación en madurez de consumo, expuestos ó no a etileno con distintos grados de madurez.

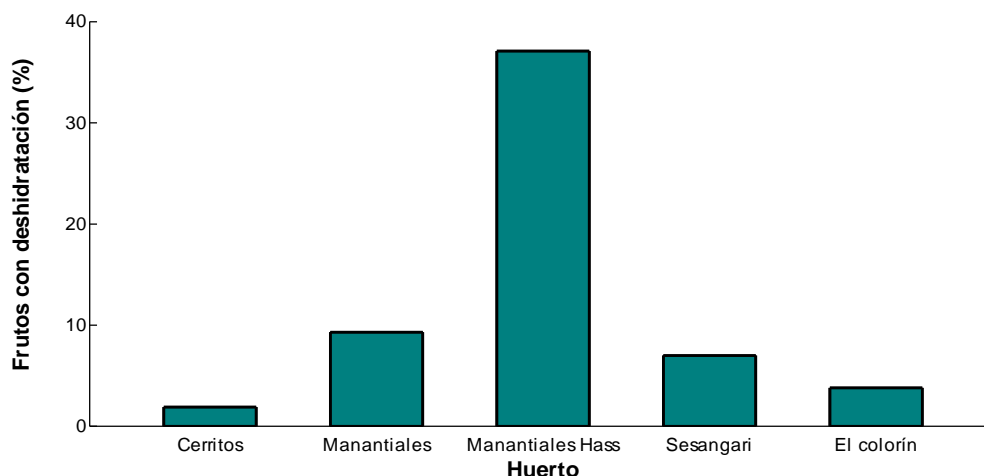
Tratamiento con etileno	31/05	14/06	28/06	12/07	26/07	09/08	23/08
No	10.8	9.2	8.3	8.3	12.5	15	15
Si	16.6	7.3	7.5	-	10	17.3	16.6

- No se realizó el tratamiento con etileno.

El huerto Los Manantiales de frutos de 'Hass' mostró el porcentaje mayor de frutos con deshidratación (**Cuadro 13**), los cuatro huertos restantes con frutos del cv. Méndez mostraron porcentajes bajos, siendo el huerto de cerritos el que presentó el porcentaje menor con 1.9% de frutos con deshidratación (**Figura 20**).

Cuadro 13. Frutos con deshidratación en madurez de consumo, de acuerdo al huerto del que proceden.

Huerto	Cerritos	Manantiales	Manantiales 'Hass'	Sesangari	El colorín
Frutos con deshidratación (%)	1.9	9.3	37.1	7.0	3.8

**Figura 20.** Frutos con deshidratación, de acuerdo al huerto del que proceden, almacenados a temperatura ambiente (temperatura de 22 ± 2 °C y HR de $85 \pm 10\%$).

7.4 CAMBIO DE COLOR EN LA CÁSCARA DEL FRUTO

En el aguacate el cambio de color de la cáscara de verde a negro es un indicador para el consumidor de que el fruto es apto para ser consumido (Ferreyra y Defilippi, 2012).

El cambio de color de la cáscara del fruto de aguacate 'Méndez' fue similar al de 'Hass' (**Figura 22**) el cual consistió en la disminución de la luminosidad y un

aumento en la coordenada de color “a”, siendo de un color verde bosque al ser cosechado, hasta alcanzar un color negro en madurez de consumo.

7.4.1 Luminosidad (L)

Con el cambio de color de la cáscara del fruto durante la maduración, está emite menos luz, es decir, pierde brillo. De manera general la cáscara de los frutos presenta una disminución significativa en la luminosidad desde el día 6. Está pérdida indica que la cáscara de los frutos se oscurece conforme avanza la maduración acercándose al negro en madurez de consumo (**Figura 22**). La pérdida de luminosidad no se afectó por el cultivar, el aguacate ‘Hass’ y ‘Méndez’ siguen el mismo comportamiento durante la maduración (**Figura 21**), mostrando valores de luminosidad sin diferencia significativa entre ellos (**Cuadro 14**).

Cuadro 14. Efecto del cultivar del fruto sobre la pérdida de luminosidad.

Día de almacenamiento	Frutos cv Hass	Frutos cv Méndez
2	28.9 a ^z	28.5 a
4	28.5 ab	28.3 a
6	27.9 b	27.9 b
8	26.9 c	27.1 c
10	25.2 d	25.5 d
11	24.4 e	24.7 e

^z Medias con la misma letra en una misma columna, no son significativamente diferentes, de acuerdo con la prueba de Duncan, a una $P \leq 0.05$.

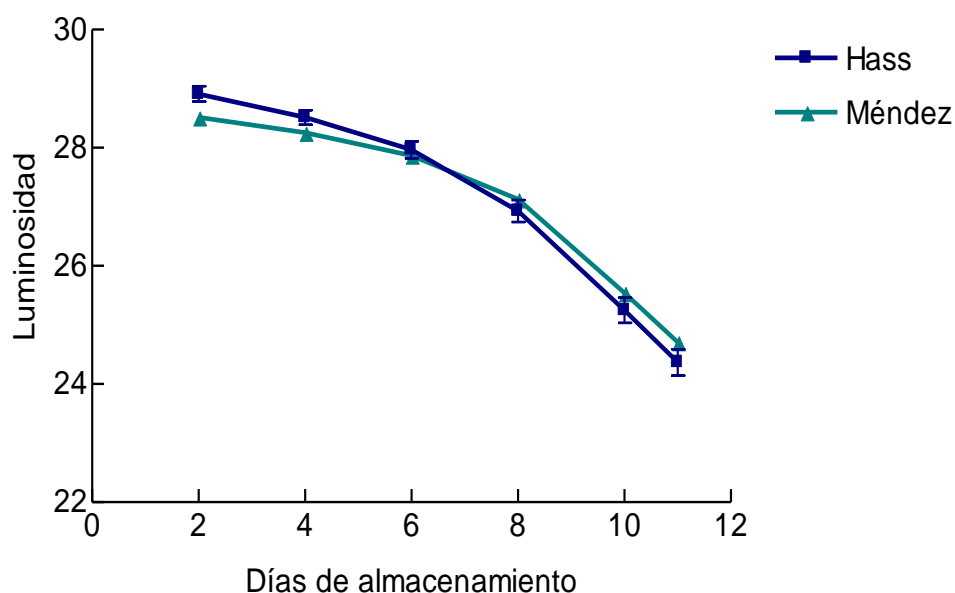


Figura 21. Disminución en la luminosidad de la cáscara de frutos de aguacate ‘Méndez’ y ‘Hass’.



Figura 22. Cambio de color en la cáscara del aguacate 'Hass' (A) y aguacate 'Méndez' (B) durante su maduración, almacenado en condiciones normales a temperatura ambiente (temperatura de 22 ± 2 °C v HR de $85 \pm 10\%$)

El etileno en el fruto actúa como una hormona acelerando incluso el proceso de maduración si se aplica de forma exógena (Torres, 2010). Los frutos expuestos ó no a etileno muestran el mismo comportamiento en cuanto a la pérdida de luminosidad (**Figura 24**), mostrando un cambio significativo en la luminosidad de su cáscara después del día 6 de almacenamiento (**Cuadro 15**), sin embargo al llegar al día 11 de almacenamiento los frutos expuestos a etileno mostraron una mayor pérdida de luminosidad (**Figura 23**), es decir un mayor obscurecimiento.

Cuadro 15. Efecto de la exposición a etileno sobre la luminosidad del fruto.

Día de almacenamiento	Luminosidad	
	Frutos expuestos a etileno	Frutos no expuestos a etileno
2	28.6 a ^z	28.6 a
4	28.4 ab	28.3 a
6	28.1 b	28.2 a
8	27.1 c	27.1 b
10	25.1 d	25.1 c
11	24.3 e	24.9 c

^z Medias con la misma letra en una misma columna, no son significativamente diferentes, de acuerdo con la prueba de Duncan, a una $P \leq 0.05$.

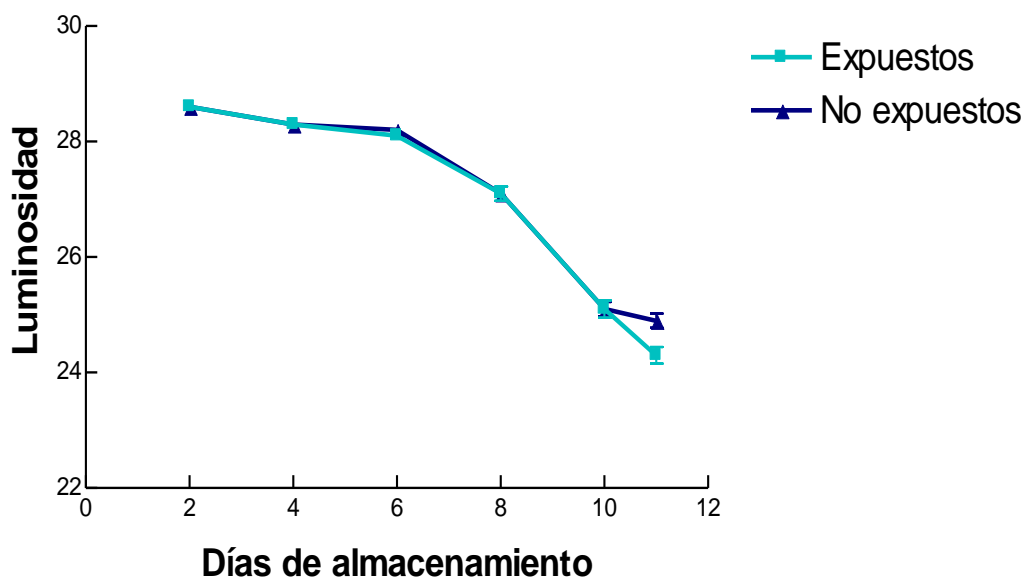


Figura 23. Disminución en la luminosidad de la cáscara de frutos de aguacate 'Méndez' y 'Hass', expuestos ó no a etileno, desde la cosecha y hasta madurez de consumo.

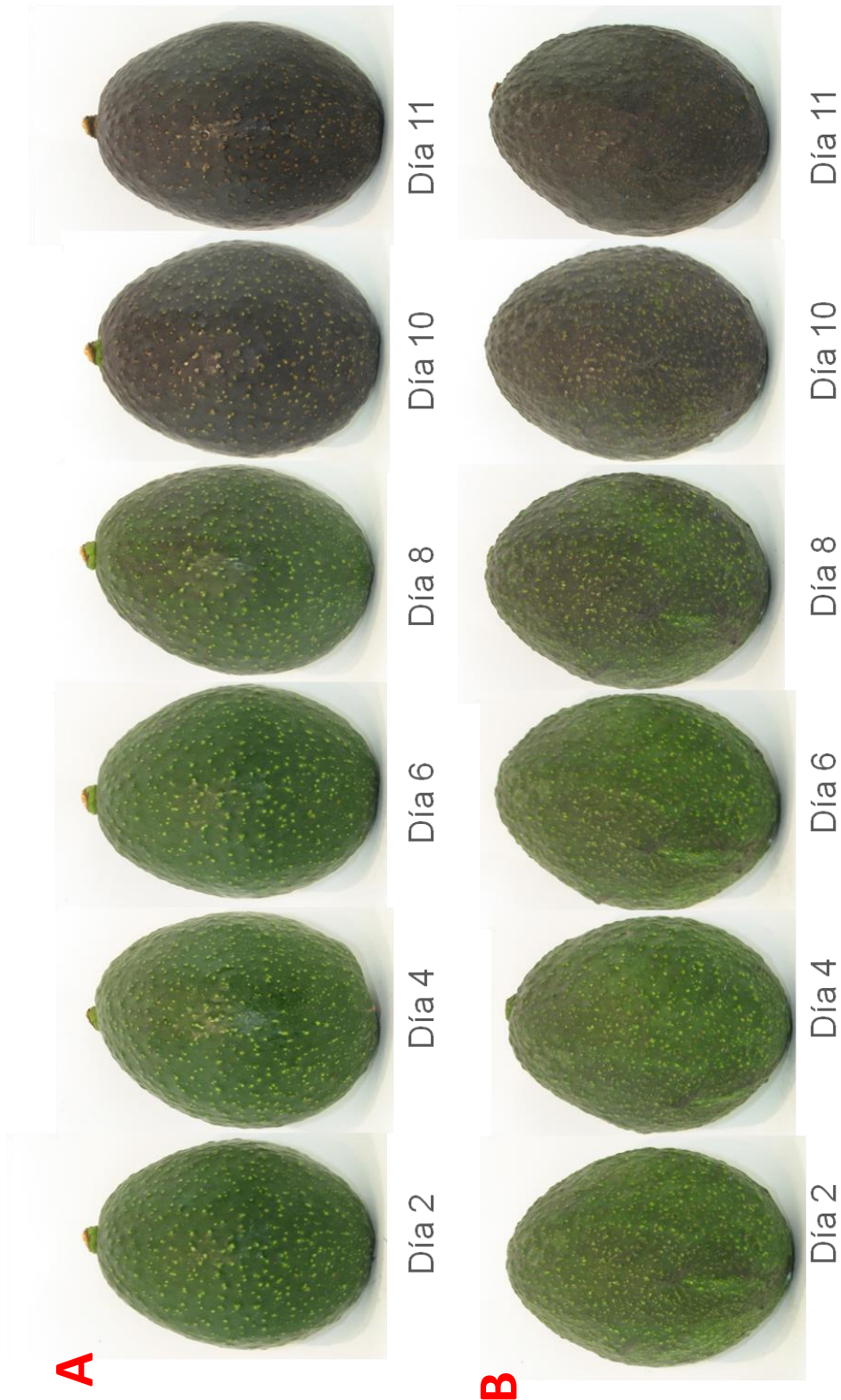
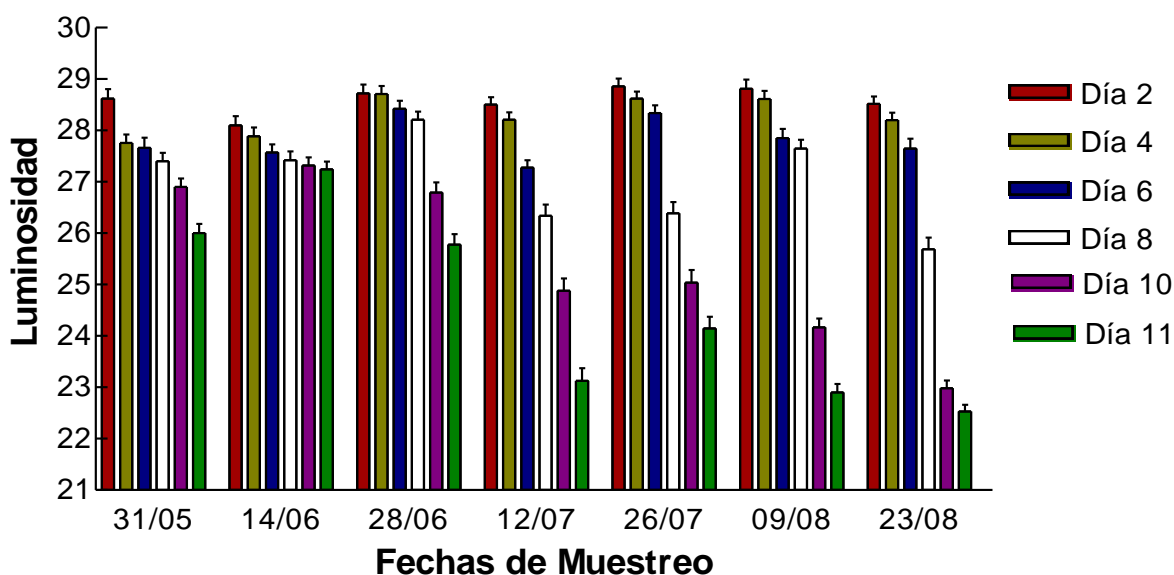


Figura 24. Obscurecimiento del aguacate 'Méndez' durante la maduración. Expuestos a Etileno (A), no expuestos (B) almacenado a temperatura ambiente (temperatura de 22 ± 2 °C y HR de $85 \pm 10\%$).

En frutos de las tres primeras fechas de corte no se observó pérdida significativa en la luminosidad de la cáscara, lo que indica que no viraron hasta un color negro, teniendo en estas fechas porcentajes altos de frutos que no alcanzaron la madurez de consumo, en cambio, los frutos cosechados a partir del 12/07/2012 con madurez fisiológica (materia seca >22.7%) mostraron una mayor pérdida de luminosidad (**Figura 25**), resultante del obscurecimiento de la cáscara



del fruto al madurar.

Figura 25. Disminución de la luminosidad en frutos de aguacate 'Méndez' y 'Hass' cosechados con distintos estados de madurez y almacenados a temperatura ambiente (temperatura de 22 ± 2 °C y HR de $85 \pm 10\%$) hasta madurez de consumo.

7.4.2 Coordenada de color "a"

Durante la maduración y con el obscurecimiento de la cáscara del fruto de aguacate, hay una pérdida de color verde, por lo que se observó un incremento en los valores obtenidos de la coordenada de color "a". Los dos cultivares muestran el mismo comportamiento en la pérdida del color verde (**Figura 26**), sin embargo, los frutos de aguacate 'Méndez' muestran valores inferiores en la coordenada "a" desde el día 2 de almacenamiento y hasta alcanzar la madurez de consumo por lo que su cáscara contiene mayor coloración verde que la cáscara del aguacate 'Hass' (**Cuadro 16**).

Cuadro 16. Cambio en la coordenada "a" de color en la cáscara de frutos de aguacate 'Méndez' y 'Hass' durante su maduración

Día	Hass	Méndez
2	-4.4 a ^z	-4.6 a
4	-4.2 ab	-4.5 a
6	-3.9 b	-4.2 b
8	-2.9 c	-3.6 c
10	-1.3 d	-2.1 d
11	-0.6 e	-1.3 e

^z Medias con la misma letra en una misma columna, no son significativamente diferentes, de acuerdo con la prueba de Duncan, a una $P \leq 0.05$.

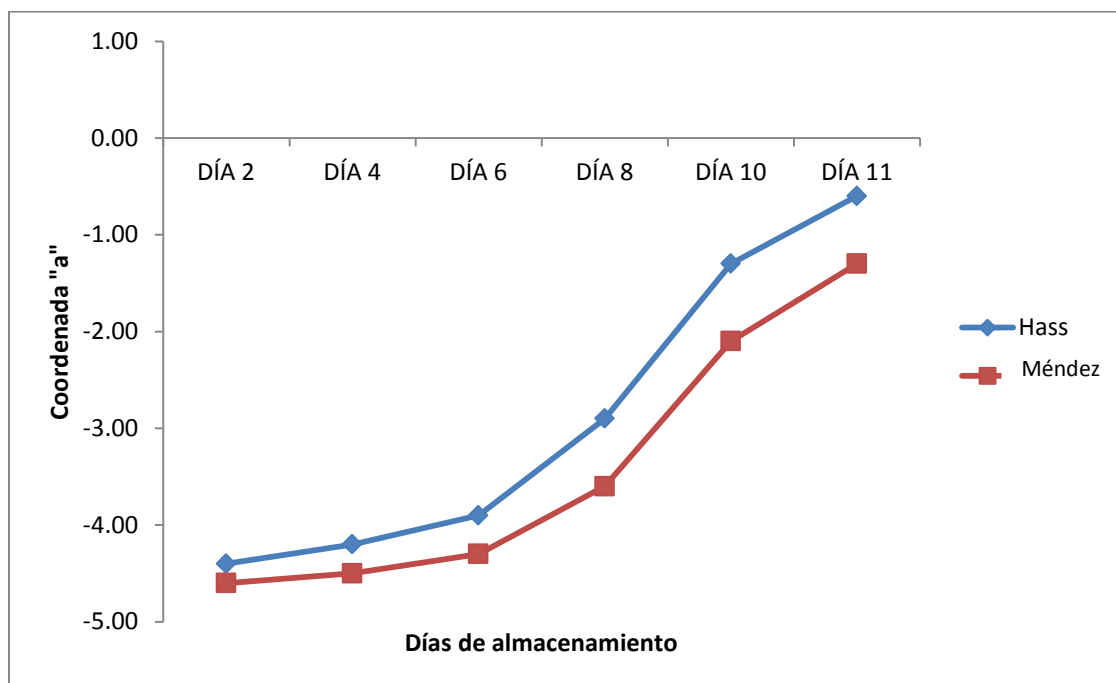


Figura 26. Aumento en la coordenada "a" de color en la cáscara de aguacate 'Méndez' y 'Hass' durante su maduración, almacenados a temperatura ambiente (temperatura de 22 ± 2 °C y HR de $85 \pm 10\%$).

A partir del día dos y hasta el día cuatro de almacenamiento, tanto los frutos expuestos y no expuestos a etileno mostraron el mismo incremento en los valores de "a" (**Figura 27**), del día 8 y hasta madurez de consumo los frutos expuestos a etileno denotaron un incremento pronunciado llegando a un valor de -0.8 (**Cuadro 17**) por lo que se infiere que los frutos expuestos a etileno tuvieron una mayor pérdida de color verde en su cáscara.

Cuadro 17. Aumento en los valores de la coordenada "a" de color durante la maduración de los frutos de aguacate expuestos o no a etileno.

Día de almacenamiento	Exposición a etileno	
	sí	no
11	- 0.8 a ^z	-1.5 a
10	- 1.5. b	- 2.3 b
8	- 3.3 c	- 3.5 c
6	- 4.3 d	- 4.1 d
4	- 4.4 ed	- 4.5 e
2	- 4.6 e	- 4.6 e

^z Medias con la misma letra en una misma columna, no son significativamente diferentes, de acuerdo con la prueba de Duncan, a una $P \leq 0.05$.

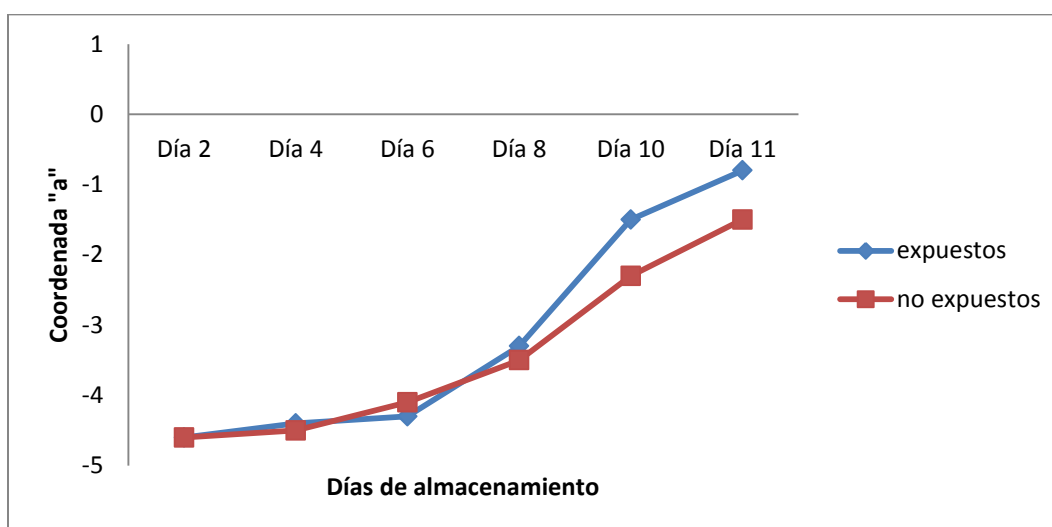


Figura 27. Aumento en la coordenada "a" de color en la cáscara de frutos de aguacate 'Méndez' y 'Hass' expuestos ó no a etileno, almacenados a temperatura ambiente.

Para el aguacate, el estado de madurez al momento del corte (madurez fisiológica) es de fundamental importancia, si el fruto no ha alcanzado este estado puede llegar a la madurez de consumo con un color que no es el característico del cultivar (Chanona-Pérez *et al.*, 2009). Los frutos cosechados durante las primeras tres fechas de corte no presentaron un aumento en la coordenada "a", es decir, no hubo una pérdida marcada de la coloración verde en su cáscara, los frutos tienen una pérdida del color verde a partir de la cosecha de 12 de julio 2012 que es cuando han alcanzado su madurez fisiológica (materia seca >22.7%), mostrando un incremento significativo en "a" a partir de esta fecha, desde el día dos de almacenamiento y hasta su madurez de consumo (**Figura 28**).

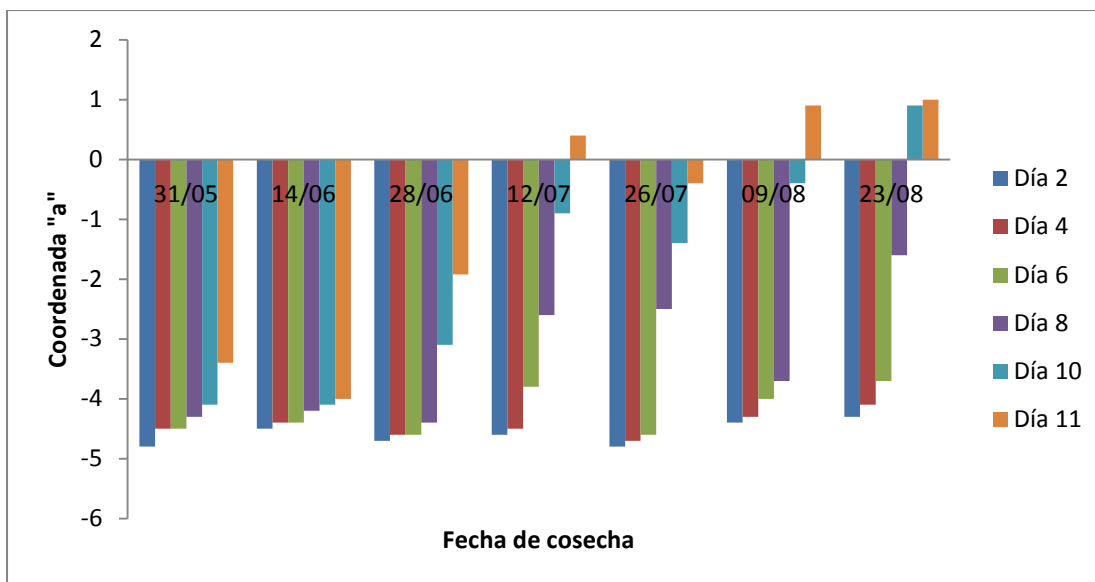


Figura 28. Aumento en la coordenada "a" de color, en frutos de aguacate 'Méndez' y 'Hass' cosechados en diferentes estados de madurez y almacenados a temperatura ambiente.

7.5 DUREZA

La dureza (resistencia a la penetración) del fruto de aguacate en madurez de consumo se encuentra entre 1 y 2 lbf que equivalen a una dureza entre 0.45 y 0.91 Kgf (Ferreyra y Defilippi, 2012).

De manera general, los frutos provenientes del Huerto Sensangari 5 presentaron una mayor dureza (0.87 Kgf), mientras que los frutos del huerto Los Manantiales de cultivar Hass presentaron una dureza menor (0.69 kgf) en madurez de consumo, sin diferencia significativa con los frutos de los demás huertos (**Cuadro 18**) (**Figura 29**). Los frutos que fueron expuestos a etileno muestran una dureza inferior a los frutos que no fueron expuestos a etileno al llegar a la madurez de consumo (**Cuadro 19**) (**Figura 30**).

Cuadro 18. Dureza de los frutos de aguacate según el huerto de su procedencia.

Huerto	Dureza (Kgf)
Cerritos	0.73 ab ^z
Los Manantiales	0.81 ab
Los Manantiales cv.Hass	0.68 b
Sesangari 5	0.87 a
El Colorín 2	0.69 b

^z Medias con la misma letra en una misma columna, no son significativamente diferentes, de acuerdo con la prueba de Duncan, a una $P \leq 0.05$.

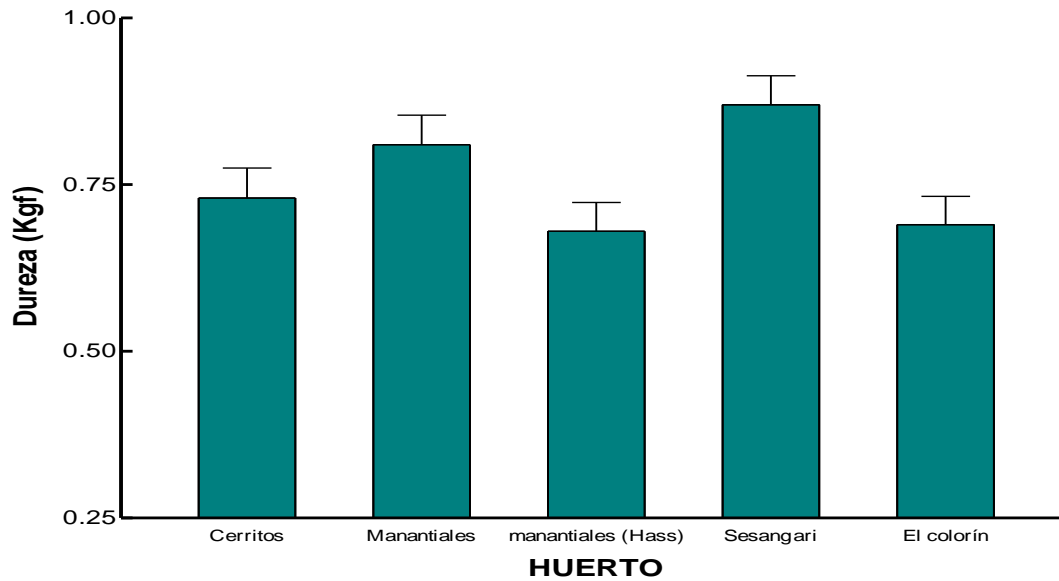


Figura 29. Dureza (Kg-f) de frutos de aguacate 'Méndez' y 'Hass' con madurez de consumo según el huerto del que proceden, almacenados a temperatura de 22 ± 2 °C y HR de $85 \pm 10\%$.

Cuadro 19. Dureza de los frutos de aguacate con madurez de consumo expuestos o no a etileno.

Exposición a etileno	Dureza (Kg-f)
No	0.88 a ^z
Sí	0.61 b

^z Medias con la misma letra en una misma columna, no son significativamente diferentes, de acuerdo con la prueba de Duncan, a una $P \leq 0.05$.

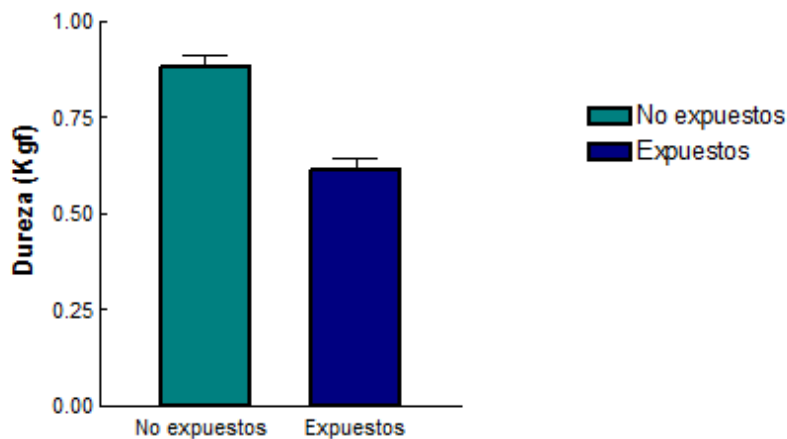


Figura 30. Dureza de los frutos de aguacate en madurez de consumo, según su exposición o no a etileno.

En las primeras dos fechas de corte el 31 de mayo y 14 de junio los frutos muestran una dureza superior a 0.91 Kg-f (**Cuadro 20**), a partir del corte del 28 de

junio la dureza de los frutos disminuye manteniéndose sin cambios significativos durante los siguientes cortes (**Figura 31**).

Cuadro 20. Dureza de los frutos de aguacate procedentes de diferentes fechas de cosecha, en madurez de consumo.

Fecha de corte	Dureza (Kgf)
31/05	1.35 a ^z
14/06	1.09 b
28/06	0.9 bc
12/07	0.89 bc
26/07	0.8 cd
09/08	0.66 d
23/08	0.76 cd

^z Medias con la misma letra en una misma columna, no son significativamente diferentes, de acuerdo con la prueba de Duncan, a una $P \leq 0.05$.

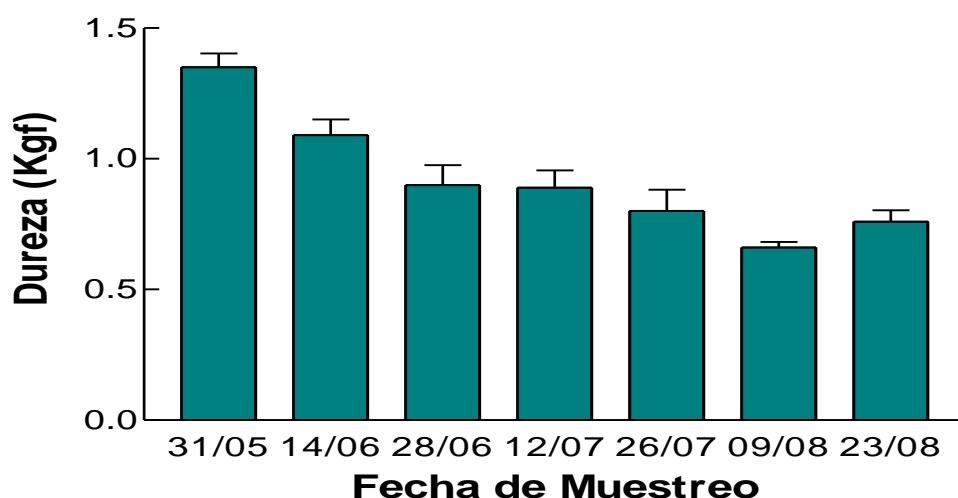


Figura 31. Dureza de los frutos de aguacate procedentes de diferentes fechas de cosecha, en madurez de consumo.

7.6 ANÁLISIS SENSORIAL.

7.6.1 Prueba de aceptabilidad

Durante las primeras dos fechas de corte no se realizaron pruebas sensoriales ya que los frutos no habían alcanzado su madurez fisiológica (materia seca < 22.7%), además de contar con un bajo número de frutos con madurez de consumo. A partir del corte del 28 de Junio del 2012 se realizaron pruebas de aceptación teniendo dos muestras una por cada cultivar (**Figura 32**).

Color. El aguacate ‘Méndez’ mostró porcentajes de aceptación mayores que ‘Hass’ en los muestreos del 28 de Junio, 26 de Julio y 9 de Agosto alcanzando en este último muestreo un 96% de aceptación mientras que ‘Hass’ mostró un 86%.

Olor. Fue la característica sensorial con menores porcentajes de aceptabilidad, debido a que este fruto no posee un olor propio como lo muestran otros frutos, los dos cultivares presentaron porcentajes similares en los muestreos del 28 de Junio, 12 de Julio y 23 de Agosto.

Sabor. El aguacate ‘Hass’ tuvo una aceptabilidad mayor que ‘Méndez’ en los muestreos del 28 de Junio y 23 de Agosto, y porcentajes similares en los muestreos del 12 y 26 de Julio. Únicamente en el muestreo del 9 de Agosto el cultivar ‘Méndez’ obtuvo una mayor aceptabilidad que ‘Hass’, con un 80% y un 54% del cultivar ‘Hass’.

Textura. El cultivar ‘Méndez’ mostró porcentajes mayores de aceptabilidad en esta característica en las cuatro primeras fechas de análisis alcanzando un 90% de aceptación en el muestreo del 12 de Julio.

En el muestreo del 9 de agosto el cultivar ‘Méndez’ obtuvo los mayores porcentajes de aceptabilidad en las 4 características sensoriales evaluadas durante todo el estudio.

7.6.2 Prueba de preferencia

Entre los frutos del cv Méndez de los cuatro diferentes huertos hubo diferencias entre sus características sensoriales, el 52% de los panelistas colocaron los frutos del huerto Sensagari como su aguacate preferido, mientras que el 44% colocó el huerto Cerritos como el fruto que menos les gusto (**Cuadro 21**). Entre los frutos de Los Manantiales y El colorín no hay una diferencia ya que ambos están colocados en la escala 2 y 3 con porcentajes similares.

Cuadro 21. Prueba de preferencia realizada entre frutos del cv Méndez, el numero 1 corresponde al fruto que más le agradó al panelista.

Escala de preferencia	Cerritos	Los Manantiales	Sesangari	El colorín
1	4	24	52	20
2	20	28	20	32
3	32	28	12	28
4	44	20	16	20

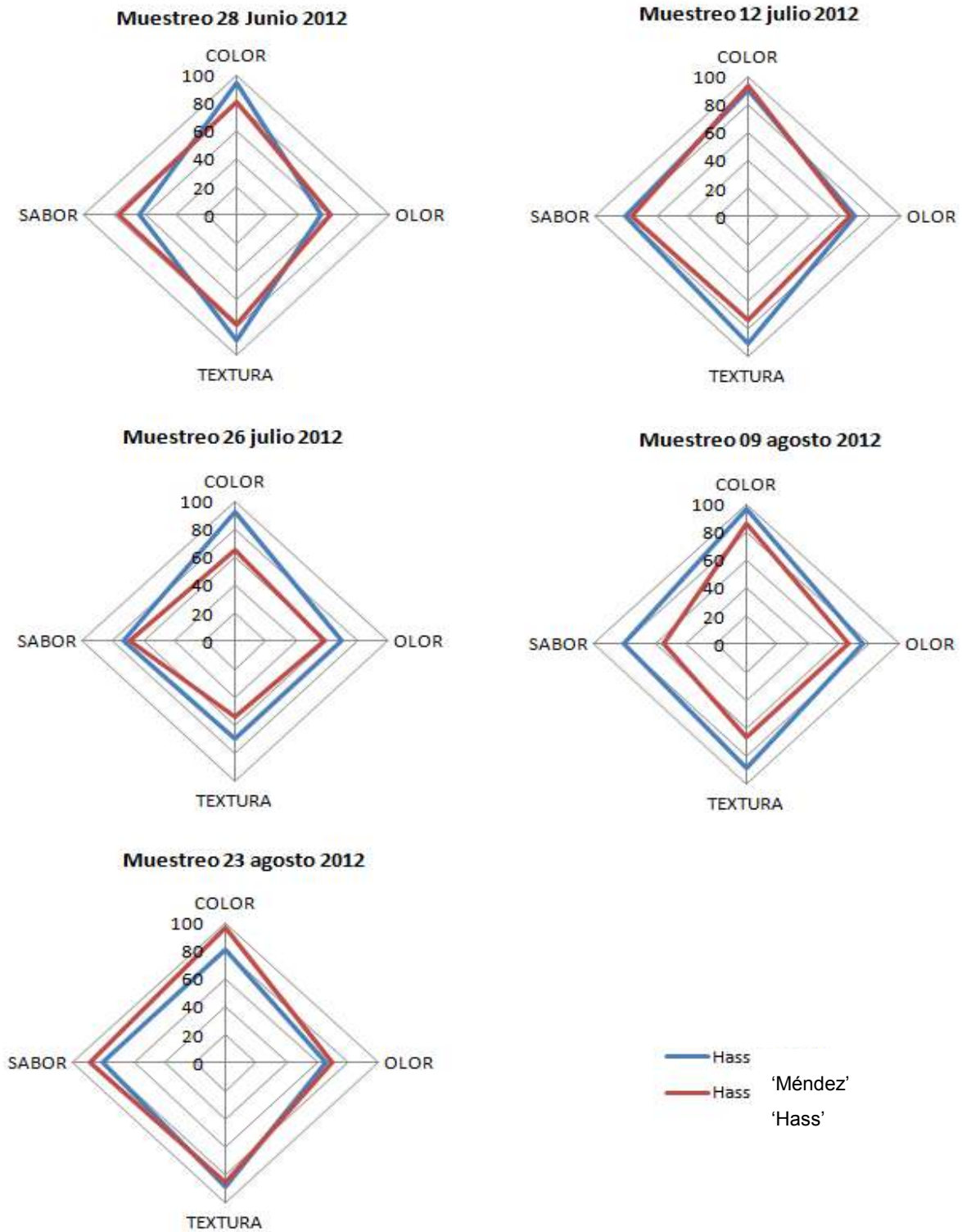


Figura 32. Pruebas de aceptación del aguacate 'Hass' y 'Méndez' cosechados con distintos grados de madurez fisiológica.

8 CONCLUSIÓN

Los frutos de 'Méndez' cosechados antes del 12 de julio 2012 o con contenidos de materia seca $\leq 22\%$ no maduraron o presentaron maduración irregular.

Los frutos de 'Méndez' alcanzaron la madurez fisiológica con un contenido mínimo de materia seca en la pulpa de 22.7%. En este estudio eso ocurrió a mediados de Julio 2012 ya que a partir de esta fecha los frutos presentan una pérdida de luminosidad, obscurecimiento, pérdida de la coloración verde de su cáscara y el ablandamiento de su pulpa.

El cambio de color de la cáscara del fruto no presentó diferencias entre los dos cultivares.

Al aumentar el porcentaje de materia seca en la pulpa de los frutos (después de madurez fisiológica) se reducen los días necesarios para que éste alcance la madurez de consumo, el fruto pierde más peso y se tienen mayores daños por deshidratación.

El cultivar 'Méndez' perdió menos peso durante la maduración en todos los muestreos por lo que presenta menores daños por deshidratación.

El tratamiento con etileno reduce los días a madurez de consumo y la dureza del fruto, sin embargo no marca una diferencia en el cambio de color de la cáscara, la pérdida de peso ni daños por deshidratación.

Los frutos de aguacate 'Méndez' tuvieron porcentajes mayores al 80% de aceptabilidad en sus características sensoriales (color, olor, sabor, textura) en todas las pruebas realizadas del 28 de julio al 23 de agosto 2012.

Existe una diferencia entre las características sensoriales del aguacate 'Méndez' según el huerto del que proceden, los frutos del huerto Sesangari mostraron los porcentajes mayores de preferencia además de presentar una dureza mayor que los otros huertos en madurez de consumo.

9 LITERATURA CITADA

- Baíza Avelar, Vladimir. 2003. Guía técnica del cultivo del aguacate. 1ª edición. Editorial Maya. Nueva San Salvador. pp. 5- 15.
- Baraona Cockrell, Marcia; Sancho Barrantes, Ellen. 2000. Mango y aguacate. Fruticultura Especial 2. Editorial Universidad estatal a distancia. pp.17.
- Bello Gutiérrez, José. 2000. CIENCIA BROMATOLÓGICA. Principios generales de los alimentos. Ediciones Díaz de Santos, S. A. Madrid España. Pp. 177- 178, 272- 275.
- Bravo Novoa, Omar M. 1997. Efecto de la época de cosecha y la temperatura de almacenaje en la calidad de frutos de palto (*Persea amaerica Mill.*) cv. Gwen. Tesis de Licenciatura. Universidad de Chile.
- Cajuste, Jacques; López, Luis; Zamora, María; Reyes, Isabel; Santacruz, Heladio. 1994. Efectos del estado de madurez a la cosecha y ubicación de huertos en la calidad de consumo de frutos de aguacate cv Hass. IREGEP. 34:43
- Chanona-Pérez, J.; Arzate-Vazquez, I.; Pacheco-Alcalá, U. S.; Terrés-Rojas, E.; Garibay- Febles, V.; Gutiérrez-López, G.F. 2009. Estudio de los cambios microestructurales de la cáscara de aguacate Hass en el proceso de maduración. Departamento de Graduados e Investigación en Alimentos, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional (IPN), México, D.F.
- Codex. Informe de la 16ª reunión del comité del Codex sobre frutas y hortalizas frescas (rep11/ffv). 2- 6 Mayo 2011. Ciudad de México, México. Consultado Diciembre 2012. Disponible en: ftp://ftp.fao.org/codex/reports/reports_2011/REP11_FFfs.pdf
- FAOSTAT. 2012. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Producción de alimentos y materias primas agrícolas, Aguacate. Consultado, Noviembre 2012. Disponible en : <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>
- Ferreira, Raúl; Defilippi, Bruno. 2012. FACTORES DE PRECOSECHA QUE AFECTAN LA POSCOSECHA DE PALTA HASS. CLIMA, SUELO Y MANEJO. Boletín INIA N° 248. Chile.
- Gil Hernandez, Angel. 2010. TRATADO DE NUTRICIÓN. Composición y calidad nutritiva de los alimentos. 2ª edición. Editorial Médica Panamericana, S. A. España. pp. 177

- Gutiérrez-Contreras, Maribel; Lara-Chávez, Ma. Blanca Nieves; Guillén-Andrade, Héctor; Chávez-Bárceñas, Ana T. 2010. Agroecología de la franja aguacatera en Michoacán, México. Asociación Interciencia Venezuela. 35(9):647-553.
- Illsley, Carlos. Hass Carmen[®], a precocious flowering avocado tree. VII congreso mundial del aguacate 2011. Cairns- Australia. 5- 9 Septiembre 2011. Sesión 3. Disponible en:
<http://worldavocadocongress2011.com/userfiles/file/Carlos%20Illsley%201410-1430.pdf>
- Kader, Adel A.; Arpaia, Mary Lu. 2012. Aguacate (Palta) recomendaciones para mantener la calidad poscosecha. University of California. Consultado Diciembre, 2012. Disponible en:
http://postharvest.ucdavis.edu/frutasymelones/Aguacate_Palta/
- LGM. 2009. La Guía MetAs. MetAs & Metrólogos Asociados. Boletín electrónico. Julio 2009. Jalisco, México.
- Martínez de Urquidi, Oscar L. 1984. Variación estacional en el contenido de aceite, contenido de humedad, tamaño y palatabilidad, en frutos de palto (*persea Americana* mill) cvs. Negra de la cruz, bacon, zutano, fuerte, edranol y hass.
- Moggia Lucchini, Claudia E.1988. Efecto del permanganato de potasio como absorbedor de etileno (Ethysorb), sobre la evolución en madurez de frutos de palto (*Persea americana Mill*) cultivar fuerte, en almacenaje refrigerado. Tesis de Maestría. Universidad Católica de Valparaíso. Quillota Chile.
- NMX-FF-016-SCFI-2006.PRODUCTOS ALIMENTICIOS NO INDUSTRIALIZADOS PARA USO HUMANO –FRUTA FRESCA– AGUACATE (*Persea americana Mill*) – ESPECIFICACIONE. Consultado Julio, 2013. Disponible en:
http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Lists/Instrumentos%20Tcnicos%20Normalizacin%20y%20Marcas%20Colecti/Attachments/67/NMX_AGUACATE.pdf
- Navarrete, Ana E. 2003. Efecto del choque térmico sobre la calidad, la inhibición del daño por frío y evolución en almacenamiento del aguacate cv. Hass. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México.
- Ochoa Ascencio, Salvador. 2009. Calidad y manejo poscosecha del fruto de aguacate. III Congreso Latinoamericano del aguacate. Medellin- Colombia.

11 y 12 Noviembre de 2009. Consultado Diciembre 2012. Disponible en:
<http://corpoaguacate.com/pdf/conferencias/pdf/calidadmanejo.pdf>

Rocha-Arroyo, José Luis; Salazar-García, Samuel; Bárcenas-Ortega, Ana E.; González-Durán, Isidro J. L.; Cossio-Vargas, Luis E. 2011. Fenología del aguacate 'Hass' en Michoacán. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 2(3):303-316.

Román Mares, Edgar Alejandro; Yahia Kazuz, Elhadi. 2002. Manejo poscosecha del aguacate. *Vitae*. Universidad de Antioquia Medellín, Colombia. 9(2):5-16.

SIAP. 2012 [a]. Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera, México. Agricultura. Aguacate. Consultado, Noviembre 2012. Disponible en:
http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=77&Itemid=43

SIAP. 2012 [b]. Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera, México. Aguacate “Hass”: descripción, estacionalidad, superficie sembrada, volumen de producción y rendimiento. Consultado, Noviembre 2012. Disponible en:
http://w4.siap.sagarpa.gob.mx/sispro/IndModelos/SP_AG/aguacate/Descripcion.pdf

SIAP. 2012 [c]. Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera, México. Cierre de la producción agrícola por estado, Aguacate. Consultado, Noviembre 2012. Disponible en:
http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351

Téliz, Daniel; Mora, Antonio. 2007. EL AGUACATE y su manejo integrado. 2^a edición. Ediciones Mundi-Prensa. México. Pp. 5-10; 31-43; 183-211.

Torres Jiménez, Luis A. 2010. Manejo poscosecha del aguacate (*persea americana mill.*) En Uruapan Michoacán. Tesis de Licenciatura. U.M.S.N.H. Facultad de Agrobiología.

White, Anne; Woolf, Allan; Hofman, Peter; Arpaia, Mary L. 2005. The International Avocado Quality Manual. HortResearch

Zapata L.M.; Malleret A.D.; Quinteros C.F.; Lesa C.E. 2010. Arándanos: avances científicos y tecnológicos. Universidad nacional de entre ríos. Argentina. pp. 176- 177

10 ANEXOS

Resumen corto del trabajo libre oral presentado en el III Simposium en Biotecnología Alimentaria y Ambiental. Del 27 de febrero al 1 de marzo del 2013, Morelia Michoacán.



Simposium Nacional y I Congreso Internacional en
**Biotecnología Alimentaria
 y Ambiental**

Determinación de parámetros de calidad y pruebas de aceptabilidad en aguacate *Hass* Carmen®

Jessica Erandi, Ruiz García; Juan Antonio, Herrera González; Héctor Eduardo, Martínez Flores; Samuel Salazar García; Leslie Malleli, Barriga Téllez.”
 Facultad de Químico Farmacobiología. Laboratorio de Biotecnología
 jerg_11288@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El aguacate 'Hass' por sus características nutricionales y sus atributos sensoriales, es la variedad que más se consume en el ámbito mundial y es la que más se produce en México, específicamente en Michoacán, la demanda de este fruto se mantiene durante todo el año, en los meses de Junio a Septiembre se presenta una menor disponibilidad de aguacate 'Hass', que resultan del flujo floral que ocurre en Agosto-septiembre (floración Loca), de menor abundancia. El cv. Hass Carmen® se encuentra disponible durante este periodo ya que tiene dos flujos florales, el de agosto-septiembre, que es el de mayor abundancia y el de febrero-marzo que no representa gran producción de frutos, los frutos del primer flujo floral alcanza su madurez fisiológica y de consumo durante los meses de menor disponibilidad de 'Hass', pero las características morfológicas y fisiológicas del aguacate Hass Carmen® no están bien definidas, ya que el manejo postcosecha que se le da es el mismo que a 'Hass', por lo que el presente estudio tiene como objetivo determinar de manera preliminar parámetros de madurez fisiológica y de consumo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en cuatro huertos de aguacate Hass Carmen® de la zona aguacatera de Michoacán, México. Como control se incluyó un huerto de aguacate 'Hass' con frutos de floración Loca de la misma edad fisiológica (floración de Septiembre 2011). Se realizaron 7 muestreos, uno cada 2 semanas iniciando el 31 de mayo del 2012. En cada fecha de muestreo se cosecharon 240 frutos de aguacate Hass Carmen® y 60 frutos de aguacate 'Hass'.

Los frutos fueron trasladados al laboratorio de Biotecnología de la UMSNH donde se almacenaron a temperatura ambiente ($22 \text{ }^\circ\text{C} \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$), a una humedad relativa entre $85 \pm 10\%$, hasta madurez de consumo, determinando el cambio de color de la cáscara del fruto durante la maduración con un colorímetro de

reflectancia (Hunder Lab Modelo Colorflex), la pérdida acumulada de peso, la acumulación del contenido de materia seca al momento de cosecha, se realizaron pruebas sensoriales de aceptación del fruto, determinando así las diferencias entre cada fecha de corte y entre cada cultivar. Se realizó un análisis de varianza para detectar diferencias entre cultivares y entre los diferentes muestreos para las variables evaluadas, también se realizó un separación de medias de acuerdo con la prueba de Tukey, a una $P \leq 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Acumulación del contenido de materia seca. Hubo diferencias en la dinámica de acumulación de materia seca (%) en la pulpa del fruto de los dos cultivares estudiados. Hass Carmen® presentó los porcentajes más elevados durante todas las cosechas (Figura 1). La acumulación de materia seca en el cv. Hass Carmen® fue sostenida, mientras que 'Hass' presentó más fluctuaciones. En la cosecha del 12/07/12 'Hass' alcanzó la madurez fisiológica (21.5%), mientras que Hass Carmen® presentó valores de materia seca $> 22\%$.

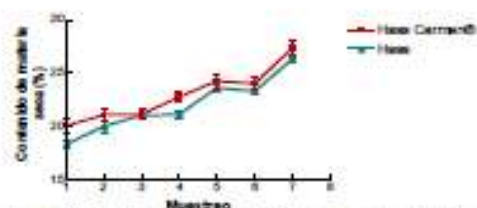


Figura 1. Acumulación de la materia seca (%) en la pulpa del fruto de los cvs. Hass Carmen® y Hass de mayo a agosto 2012.





Seminario Nacional y I Congreso Internacional en Biotecnología Alimentaria y Ambiental

Pérdida fisiológica de peso. Hubo diferencias significativas en la pérdida fisiológica de peso entre los cvs. Hass Carmen® y Hass, almacenamiento a temperatura ambiente (22 ± 2 °C y humedad relativa de $65 \pm 10\%$).

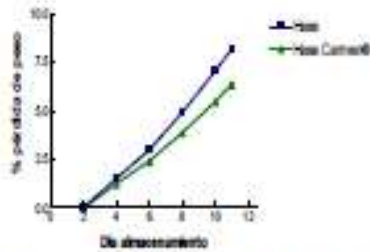


Figura 2. Pérdida fisiológica de peso de frutos de aguacate Hass Carmen® y 'Hass' almacenados a temperatura ambiente.

Cambio de color en la epidermis del fruto. El cambio de color de la epidermis del fruto Hass Carmen® fue similar al de 'Hass'. En frutos de las tres primeras fechas de corte no se observó pérdida significativa en la luminosidad de la cáscara, en cambio, los frutos cosechados a partir del 12/07/2012 con madurez fisiológica (materia seca >22.7%) muestran una mayor pérdida de luminosidad.

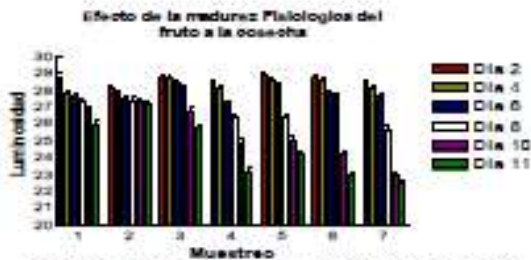
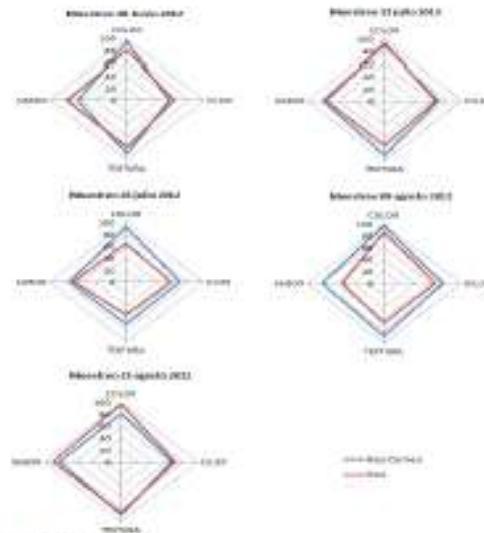


Figura 3. Disminución de la luminosidad en frutos de aguacate Hass Carmen® y 'Hass'.

Análisis sensorial. Durante las primeras dos fechas de corte no se realizaron pruebas sensoriales ya que los frutos no habían alcanzado su madurez fisiológica (materia seca < 22.7%).

Figura 4. Pruebas de aceptación del aguacate Hass Carmen® y Hass, cosechados con diferentes grados de madurez



CONCLUSIONES

El aguacate Hass Carmen® sigue el mismo comportamiento que el cv Hass en cuanto a la pérdida de luminosidad de la cáscara. Perdió menos peso por lo que muestra menores daños por deshidratación, durante el periodo de corte del 31/Mayo al 28/Junio los frutos no muestran un oscurecimiento del fruto y bajos índices de frutos en madurez de consumo, debido a que el fruto no ha alcanzado su madurez fisiológica al corte presenta un porcentaje de materia seca menor al 22.7%, los frutos de cosecha del 23/agosto alcanzaron su madurez de consumo en menor tiempo con mayor índice de deshidratación, por lo que el periodo óptimo de corte del aguacate Hass Carmen® proveniente de la floración de agosto- septiembre comprende del 12/Julio al 9/Agosto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Téliz, Daniel; Mora, Antonio. 2007. EL AGUACATE y su manejo integrado. 2a edición. Ediciones Mundiprensa. México. Pp. 5-10; 31-43; 183-211.
2. White, Anne; Woolf, Allan; Hofman, Peter; Arpala, Mary L. 2005. The International Avocado Quality Manual. HortResearch

