



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD

FRUTICULTURA

EVALUACIÓN DE LA MADURACIÓN Y CALIDAD DEL FRUTO DE
CINCO NUEVOS CULTIVARES DE DURAZNO (*Prunus pérsica* (L)
Batsch) DE BAJO REQUERIMIENTO DE FRÍO

ENRIQUE PÉREZ RÍOS

T E S I S
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO

2013

La presente tesis titulada: **EVALUACIÓN DE LA MADURACIÓN Y CALIDAD DEL FRUTO DE CINCO NUEVOS CULTIVARES DE DURAZNO (*Prunus persicae*) DE BAJO REQUERIMIENTO DE FRÍO**, realizada por el alumno **Enrique Pérez Ríos** bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS

RECURSOS GENETICOS Y PRODUCTIVIDAD FRUTICULTURA

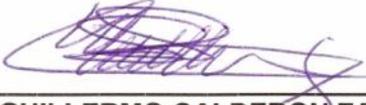
CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:



DR. CRESCENCIANO SAUCEDO VELOZ

ASESOR:



DR. GUILLERMO CALDERÓN ZAVALA

ASESOR:



DRA. MARTHA ELVA RAMIREZ GUZMAN

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Abril de 2013.

EVALUACIÓN DE LA MADURACIÓN Y CALIDAD DEL FRUTO DE CINCO NUEVOS CULTIVARES DE DURAZNO (*Prunus persica* (L) Batsch) DE BAJO REQUERIMIENTO DE FRÍO

Enrique Pérez Ríos, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2013

En los últimos años se han desarrollado nuevos cultivares de durazno (*Prunus pérsica* (L) Batsch) con bajo requerimiento de frío y es necesario evaluar su comportamiento postcosecha. En este estudio, se realizaron tratamientos con y sin refrigeración almacenados a una, dos y tres semanas a 5°C, evaluándose características de calidad como firmeza, cambios en color, acidez titulable, °Brix, Relación °Brix/acidez, pérdida de peso, producción de etanol y Acetaldehido, intensidad respiratoria y producción de etileno.

Se realizaron evaluaciones semanales fuera de refrigeración a temperatura ambiente 20 ± 2 °C y 50-60 % de humedad relativa. Los resultados mostraron la pérdida de firmeza en todos los cultivares, el CP-2005 presentó la mayor firmeza con 5.3kg. La luminosidad de los frutos y el ángulo de matiz disminuyeron sin cambios en la cromaticidad, el contenido de ácido cítrico disminuyó, la relación °Brix/acidez se incrementó en todos los cultivares, mostrando incrementos en los sólidos solubles totales. Todos los cultivares presentaron poca producción de etileno, el CP-0304W no presentó y el CP-2005 generó la mayor cantidad. La pérdida de peso fue menor en el Azteca Mejorado. La intensidad respiratoria aumentó confirmando un comportamiento climatérico. La producción de Etanol y Acetaldehido se presentó mayormente en la tercera semana de almacenamiento. Considerando todas las variables evaluadas, los cultivares que presentaron un mejor comportamiento postcosecha fueron el CP-0408 y el CP-2005, Robin fue el que presentó un pobre comportamiento postcosecha.

Palabras clave: *Prunus persica*, velocidad de respiratoria, firmeza de la pulpa, pérdida de peso, refrigeración.

RIPENING AND QUALITY FRUIT ASSESSMENT FOR FIVE NEW CULTIVARS OF PEACH (*Prunus persica* (L) Batsch) UNDER A LOW CHILLING REQUIREMENT.

Summary

Since recently, new low-chilling requirement peach cultivars (*Prunus persica*) have been released their postharvest behavior needs to be assessed. In this study, fruits of five new peach genotypes were stored for one, two and three weeks under refrigeration (at 5 ° C) and with no refrigeration. Firmness, color changes, acidity titration, ° Brix, ° Brix / acidity ratio, fruit weight loss (FWL), production of ethanol and acetaldehyde(EAP), respiratory rate (RR) and ethylene production (ETH) were measured as fruit quality characteristics. After refrigeration, every week evaluations were carried out at ambient temperature (20 ± 2°C) relative humidity between 50-60%. Results showed fruit firmness loss in all cultivars, the cultivar Colegio-2005 showed the strongest firmness with 5.3kg. Brightness of fruit and the hue angle were decreased with no changes in chromaticity; citric acid content was decreased too. The relation ° Brix / acidity was increased in all cultivars, showing rises in total soluble solids content. All cultivars had low ethylene production, CP-03-04W did not produced ETH and Colegio-2005 generated the highest quantity. FWL was the lowest in the Azteca Mejorado cultivar. RR was increased confirming a climacteric behavior. EAP was presented mostly into the third week of storage. Considering all the evaluated variables, cultivars that performed better in postharvest were CP-04-08 and Colegio-2005; 'Robin' presented a poor postharvest behavior.

Keywords: *Prunus persica*, respiratory rate, flesh firmness, weight loss, cooling.

..

AGRADECIMIENTOS

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)**, por el apoyo económico brindado para la realización de mis estudios de maestría.

Al **Colegio de Postgraduados** y al programa de **Fruticultura** por la formación académica recibida.

Al **Dr. Crescenciano Saucedo Veloz** por compartir sus conocimientos, su paciencia y sus atinadas observaciones para la culminación de este trabajo.

Al **Dr. Guillermo Calderón Zavala** por su valiosa participación, sugerencias y apoyo en la realización de este trabajo.

A la **Dra. Martha Elva Ramírez Guzmán** por su valiosa participación, asesorías y tiempo para la culminación de este trabajo.

A la **Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX S.C.** por el material otorgado para la realización del presente trabajo.

A la **Dra. María de la Cruz Espindola Barquera** por el tiempo y las facilidades otorgadas en las visitas a la Fundación.

Al **Sr. Arturo López Veloz** y a **Roció Cuellar Valdez** por su valiosa ayuda.

A todos y cada uno de mis amigos y compañeros de clase, por el placer de conocerles y por los buenos momentos compartidos durante mi estancia en el campus.

DEDICATORIA

A mis padres a quienes debo la vida, educación, tiempo, cuidado y amor, y que hoy día me permiten ser la persona que soy, este logro les pertenece a ustedes, jamás podría pagar todo lo que hacen por mí.

A mis hermanas y sobrinos por su amor y apoyo en todas las etapas de mi vida, su presencia es imprescindible y fundamental para mí.

Isaias y Norma, no hay palabras suficientes que describan lo importante y especiales que son para mí, son mi inspiración y principal motivo para seguir luchando.

Enrique Pérez Ríos

** ԵՆՐԻՔԵՆ ԷՆՐԻՔ ԷՆՐԻՔԻ*

“AUNQUE ME SITIE UN EJÉRCITO, MI CORAZÓN
NO TEMERÁ; AUNQUE ESTALLE UNA GUERRA
CONTRA MÍ, NO PERDERÉ LA CONFIANZA”.

SALMO 27:3

CONTENIDO

LISTA DE CUADROS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS	3
General.....	3
Particulares.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Botánica y origen del cultivo.....	4
Manejo agronómico.....	5
Situación mundial del cultivo.....	6
El durazno en México.....	7
Variedades.....	9
Postcosecha del durazno.....	10
Factores biológicos que causan el deterioro de las frutas.....	13
Respiración.....	13
Etileno.....	15
Cambios físicos y químicos durante la maduración de frutos de durazno...	17
Madurez.....	17
Color.....	19
Firmeza.....	19
Relación °Brix.....	20
Acidez.....	20
Almacenamiento del durazno.....	21
Frigoconservación.....	22
Preenfriamiento.....	22
Desordenes fisiológicos y enfermedades.....	24
MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
Localización del experimento.....	27
Cultivares.....	27

Pruebas Biofísicas.....	30
Pruebas Bioquímicas.....	31
Pruebas Fisiológica.....	32
Diseño Experimental y Análisis estadístico.....	34
RESULTADOS.....	35
Pruebas biofísicas.....	35
Firmeza de pulpa.....	35
Cambios en color externo.....	37
Luminosidad.....	37
Hue.....	39
Croma.....	41
Pruebas bioquímicas.....	43
Acidez titulable.....	43
Sólidos solubles totales	44
Relación °Brix/Acidez.....	46
Pruebas fisiológicas.....	48
Pérdida de peso.....	48
Producción de etanol.....	50
Producción de acetaldehído.....	52
Velocidad de respiración.....	53
Producción etileno.....	55
CONCLUSIONES.....	58
LITERATURA CITADA.....	60

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Precios mayoristas de durazno por kilogramo en Centrales de abasto de México.....	8
Cuadro 2. Cultivares de Durazno en México.....	10
Cuadro 3. Clasificación de productos hortícolas de acuerdo a sus tasas de respiración.....	14
Cuadro 4. Clasificación de frutos de acuerdo a sus respiración durante la maduración.....	15
Cuadro 5. Clasificación de frutos de acuerdo a su rango de producción de Etileno.....	16
Cuadro 6. Instrumentos para análisis de gases en laboratorio.....	17
Cuadro 7. Firmeza durante postcosecha para cinco cultivares de durazno almacenados a 0, 1, 2 y 3 semanas de refrigeración ($5^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.) y expuestos a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.).....	37
Cuadro 8. Firmeza durante postcosecha para cuatro semanas de almacenamiento en refrigeración ($5^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.) en frutos de cinco cultivares de durazno y expuestos a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.).....	37
Cuadro 9. Firmeza durante postcosecha para frutos de cinco cultivares de durazno expuesto a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.) después del almacenamiento en refrigeración ($5^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.).....	38
Cuadro 10. Luminosidad durante postcosecha para cinco cultivares de durazno almacenados a 0, 1, 2 y 3 semanas de refrigeración ($5^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.) y expuestos a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.).....	39
Cuadro 11. Luminosidad durante postcosecha para cuatro semanas de almacenamiento en refrigeración ($5^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.) en frutos de cinco cultivares de durazno y expuestos a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.).....	39
Cuadro 12. Luminosidad durante postcosecha para frutos de cinco cultivares de durazno expuesto a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.) después del almacenamiento en refrigeración ($5^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.).....	40

Cuadro 13. Hue durante postcosecha para cinco cultivares de durazno almacenados a 0, 1, 2 y 3 semanas de refrigeración (5°C ± 1, 85-90% H.R.) y expuestos a temperatura ambiente (20°C ± 2, 50-60% de H.R.).....	41
Cuadro 14. Hue durante postcosecha para cuatro semanas de almacenamiento en refrigeración (5°C ± 1, 85-90% H.R.) en frutos de cinco cultivares de durazno y expuestos a temperatura ambiente (20°C ± 2, 50-60% de H.R.).....	41
Cuadro 15. Hue durante postcosecha para frutos de cinco cultivares de durazno expuesto a temperatura ambiente (20 ° C ± 2, 50-60% de H.R.). después del almacenamiento en refrigeración (5°C ± 1, 85-90% H.R.).....	42
Cuadro 16. Croma durante postcosecha para cinco cultivares de durazno almacenados a 0, 1, 2 y 3 semanas de refrigeración (5°C ± 1, 85-90% H.R.) y expuestos a temperatura ambiente (20°C ± 2, 50-60% de H.R.).....	43
Cuadro 17. Croma durante postcosecha para cuatro semanas de almacenamiento en refrigeración (5°C ± 1, 85-90% H.R.) en frutos de cinco cultivares de durazno y expuestos a temperatura ambiente (20°C ± 2, 50-60% de H.R.).....	43
Cuadro 18. Croma durante postcosecha para frutos de cinco cultivares de durazno expuesto a temperatura ambiente (20 ° C ± 2, 50-60% de H.R.). después del almacenamiento en refrigeración (5°C ± 1, 85-90% H.R.).....	43
Cuadro 19. Acidez durante postcosecha para cinco cultivares de durazno almacenados a 0, 1, 2 y 3 semanas de refrigeración (5°C ± 1, 85-90% H.R.) y expuestos a temperatura ambiente (20°C ± 2, 50-60% de H.R.).....	44
Cuadro 20. Acidez durante postcosecha para cuatro semanas de almacenamiento en refrigeración (5°C ± 1, 85-90% H.R.) en frutos de cinco cultivares de durazno y expuestos a temperatura ambiente (20°C ± 2, 50-60% de H.R.).....	45
Cuadro 21. Acidez durante postcosecha para frutos de cinco cultivares de durazno expuesto a temperatura ambiente (20 ° C ± 2, 50-60% de H.R.). después del almacenamiento en refrigeración (5°C ± 1, 85-90% H.R.).....	45
Cuadro 22. °Brix durante postcosecha para cinco cultivares de durazno almacenados a 0, 1, 2 y 3 semanas de refrigeración (5°C ± 1, 85-90% H.R.) y expuestos a temperatura ambiente (20°C ± 2, 50-60% de H.R.).....	46
Cuadro 23. °Brix durante postcosecha para cuatro semanas de almacenamiento en	46

refrigeración (5°C ± 1, 85-90% H.R.) en frutos de cinco cultivares de durazno y expuestos a temperatura ambiente (20°C ± 2, 50-60% de H.R.).....	
Cuadro 24. °Brix durante postcosecha para frutos de cinco cultivares de durazno expuesto a temperatura ambiente (20 ° C ± 2, 50-60% de H.R.). después del almacenamiento en refrigeración (5°C ± 1, 85-90% H.R.).....	47
Cuadro 25. Relación °Brix/acidez durante postcosecha para cinco cultivares de durazno almacenados a 0, 1, 2 y 3 semanas de refrigeración (5°C ± 1, 85-90% H.R.) y expuestos a temperatura ambiente (20°C ± 2, 50-60% de H.R.).....	48
Cuadro 26. Relación °Brix/acidez durante postcosecha para cuatro semanas de almacenamiento en refrigeración (5°C ± 1, 85-90% H.R.) en frutos de cinco cultivares de durazno y expuestos a temperatura ambiente (20°C ± 2, 50-60% de H.R.).....	48
Cuadro 27. Relación °Brix/acidez durante postcosecha para frutos de cinco cultivares de durazno expuesto a temperatura ambiente (20 ° C ± 2, 50-60% de H.R.). después del almacenamiento en refrigeración (5°C ± 1, 85-90% H.R.).....	48
Cuadro 28. Pérdida de peso durante postcosecha para cinco cultivares de durazno almacenados a 0, 1, 2 y 3 semanas de refrigeración (5°C ± 1, 85-90% H.R.) y expuestos a temperatura ambiente (20°C ± 2, 50-60% de H.R.).....	50
Cuadro 29. Pérdida de peso durante postcosecha para cuatro semanas de almacenamiento en refrigeración (5°C ± 1, 85-90% H.R.) en frutos de cinco cultivares de durazno y expuestos a temperatura ambiente (20°C ± 2, 50-60% de H.R.).....	50
Cuadro 30. Perdida de peso durante postcosecha para frutos de cinco cultivares de durazno expuesto a temperatura ambiente (20 ° C ± 2, 50-60% de H.R.). después del almacenamiento en refrigeración (5°C ± 1, 85-90% H.R.).....	51
Cuadro 31. Producción de etanol durante postcosecha para cinco cultivares de durazno almacenados a 0, 1, 2 y 3 semanas de refrigeración (5°C ± 1, 85-90% H.R.) y expuestos a temperatura ambiente (20°C ± 2, 50-60% de H.R.).....	52
Cuadro 32. Producción de etanol durante postcosecha para cuatro semanas de almacenamiento en refrigeración (5°C ± 1, 85-90% H.R.) en frutos de cinco cultivares de durazno y expuestos a temperatura ambiente (20°C ± 2, 50-60% de	52

H.R.).....	
Cuadro 33. Producción de acetaldehído durante postcosecha para cinco cultivares de durazno almacenados a 0, 1, 2 y 3 semanas de refrigeración ($5^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.) y expuestos a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.).....	53
Cuadro 34. Producción de acetaldehído durante postcosecha para cuatro semanas de almacenamiento en refrigeración ($5^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.) en frutos de cinco cultivares de durazno y expuestos a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.).....	54
Cuadro 35. Velocidad de respiración durante postcosecha para cinco cultivares de durazno almacenados a 0, 1, 2 y 3 semanas de refrigeración ($5^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.) y expuestos a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.).....	55
Cuadro 36. Velocidad de respiración durante postcosecha para cuatro semanas de almacenamiento en refrigeración ($5^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.) en frutos de cinco cultivares de durazno y expuestos a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.).....	55
Cuadro 37. Velocidad de respiración durante postcosecha para frutos de cinco cultivares de durazno expuesto a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.) después del almacenamiento en refrigeración ($5^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.).....	55
Cuadro 38. Producción de etileno durante postcosecha para cinco cultivares de durazno almacenados a 0, 1, 2 y 3 semanas de refrigeración ($5^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.) y expuestos a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.).....	57
Cuadro 39. Producción de etileno durante postcosecha para cuatro semanas de almacenamiento en refrigeración ($5^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.) en frutos de cinco cultivares de durazno y expuestos a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.).....	57
Cuadro 40. Producción de etileno durante postcosecha para frutos de cinco cultivares de durazno expuesto a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.) después del almacenamiento en refrigeración ($5^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.).....	57

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cultivar de durazno Colegio-2005.....	29
Figura 2. Cultivar de durazno Colegio-2005.....	29
Figura 3. Cultivar de durazno Azteca Mejorado.....	29
Figura 4. Cultivar de durazno Azteca Mejorado.....	29
Figura 5. Cultivar de durazno Robin.....	30
Figura 6. Cultivar de durazno Robin.....	30
Figura 7. Cultivar de durazno CP-0304W.....	30
Figura 8. Cultivar de durazno CP-0304W.....	30
Figura 9. Pérdida de firmeza en frutos de cinco variedades de durazno a través de 3 semanas de evaluación postcosecha.....	37
Figura 10. Comportamiento de la Luminosidad en frutos de cinco variedades de durazno durante 3 semanas de evaluación postcosecha.....	39
Figura 11. Comportamiento del componente de color Hue en frutos de cinco variedades de durazno durante 3 semanas de evaluación postcosecha.....	41
Figura 12. Comportamiento del componente de color Croma en frutos de cinco variedades de durazno durante 3 semanas de evaluación postcosecha.....	42
Figura 13. Porcentaje de Ácido cítrico en frutos de cinco variedades de durazno en 3 semanas de evaluación postcosecha.....	44
Figura 14. Concentración de Sólidos Solubles Totales (°Brix) en frutos de cinco variedades de durazno en tres semanas de evaluación postcosecha.	46
Figura 15. Comportamiento de la Relación °Brix/Acidez de frutos de cinco variedades de durazno en tres semanas de evaluación postcosecha.	47
Figura 16. Porcentaje de pérdida de peso de frutos de cinco variedades de durazno almacenados a tres semanas en postcosecha.....	50
Figura 17. Producción de Etanol en frutos de cinco variedades de durazno en cuatro semanas de evaluación postcosecha.....	52

Figura 18. Producción de Acetaldehído en frutos de cinco variedades de durazno en tres semanas de evaluación postcosecha	53
Figura 19. Producción de CO ₂ en frutos de cinco variedades de durazno almacenados a tres semanas en postcosecha.....	54
Figura 20. Producción de Etileno en frutos de cinco variedades de durazno almacenados a tres semanas en postcosecha.....	56

INTRODUCCION

El durazno es originario de China y Persia (Irán); en tiempos antiguos fue llamado manzana de Persia, existen datos en China, que se remontan al año 1000 A.C. donde se puede asumir que este fruto fue llevado de China a Persia. Fue traído a occidente por los romanos que lo tomaron como originario de Persia y así lo denominaron, *Prunus persica*. En el siglo XVI, se estableció como cultivo en México, probablemente traído por los españoles (Crisosto y Mitchel, 1995).

Los duraznos o melocotones, junto con las cerezas, ciruelas y albaricoques, son frutos de hueso llamados drupas. Se clasifican en cultivares cuya carne se separa fácilmente del hueso (priscos/piescos) y en otras que se adhieren firmemente a él, pulpa suave o firme y pulpa amarilla o blanca; las de pulpa blanca son típicamente muy dulces, con escaso gusto ácido y las más populares de países como China, Japón y sus vecinos asiáticos, mientras que las de carne amarilla predilectas de los países europeos y norteamericanos, poseen un gusto ácido, que se paladea junto al dulzor. La piel de ambas variedades tiene tonos rojizos (Crisosto y Mitchel, 1995).

El mayor problema que encuentran nectarinas y durazneros es la pobre calidad en la vida de postcosecha, sobre todo sobremadurez con harinosidad y pardeamiento interno de la pulpa, lo que hace que la condición de llegada al consumidor sea deficiente. Entre los factores que desencadenan esta situación se pueden nombrar un inadecuado manejo de nutrición, carencia de índices de cosecha satisfactorios y falta de cultivares con adecuada vida de anaquel y calidad organoléptica y nutricional aceptable.

Los duraznos tiene una vida de postcosecha de alrededor de 20 a 25 días a 0°C con aplicación de preenfriamiento, ya que un retraso de 42 horas en llegar a 0°C produce pérdida de firmeza y ocasiona deshidratación. Esto se consigue con agua helada o con aire frío forzado a través de cajas entre frutas, dependiendo si se guardan o no antes de

embalarse. El almacenaje puede realizarse con frío convencional, con atmósfera controlada, modificada y con almacenaje hipobárico. En frío convencional los duraznos son almacenados a -0.5°C o 0°C , con 90% - 95% HR, por 2-4 semanas.

La prevención de las pérdidas postcosecha es responsabilidad de las instituciones gubernamentales o no gubernamentales, organizaciones internacionales de desarrollo, empresas privadas, investigadores y tecnólogos. Tradicionalmente, las instituciones y los científicos han centrado sus esfuerzos y recursos en la obtención de plantas más productivas, resistentes a enfermedades o estreses, pero muy ocasionalmente los aspectos relacionados con la postcosecha han sido considerados prioritarios (Okezie, 1998)

El cultivo de durazno en México se desarrolla en una amplia gama de climas, desde zonas cálidas hasta zonas altas y muy frías en Chihuahua, así como en climas secos en Zacatecas. Algunas regiones con potencial para el cultivo de durazno se encuentran en los estados de Chihuahua, Coahuila, Puebla, México, Tlaxcala, Michoacán, Oaxaca, Morelos, Jalisco, Chiapas, Aguascalientes y Sonora. El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), y el Colegio de Postgraduados (CP) han desarrollado variedades resistentes a heladas y plagas y, en los últimos años el CP ha desarrollado variedades con bajo requerimiento de frío.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Por lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue evaluar el proceso de maduración y cambios en la calidad de fruto, de cinco nuevos cultivares de durazno con bajo requerimiento de frío, almacenados en condiciones ambientales, sin y con exposición a temperaturas de refrigeración por una, dos y tres semanas.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Evaluar algunas de las variables que definen la calidad y evolución de la maduración de los cultivares de durazno Azteca Mejorado, Robin, Colegio-2005, CP-0408 y CP-0304W, almacenados a temperatura ambiente ($20\pm 2^{\circ}$ C) y con y sin tratamiento de refrigeración por los periodos de una, dos y tres semanas.

Determinar la vida de anaquel, con los mejores atributos de calidad, de los cultivares de durazno Azteca mejorado, Robin, Colegio-2005, CP-0408 y CP-0304W, almacenados en condiciones de temperatura ambiente ($20\pm 2^{\circ}$ C) y con y sin el tratamiento de refrigeración por los periodos de una, dos y tres semanas.

REVISION DE LITERATURA

Botánica y origen del cultivo

El durazno (*Prunus persica*) es originario de China y Persia (Irán), en tiempos antiguos fue llamado manzana de Persia, los datos chinos se remontan al año 1000 A.C. Probablemente, fue llevado de China a Persia e introducido al medio este dispersándolo por toda Europa transportando a occidente primero por los Persas y luego por los Romanos. Posteriormente, de Europa fue introducido a América Central y de ahí a Norteamérica. En el siglo XVI se estableció como cultivo en México, probablemente traído por los españoles, fue introducido a California (CABI, 2007).

El origen del durazno data del siglo X A.C. en China, donde los primeros árboles de duraznos criollos producían frutas pequeñas y amargas. El chino antiguo aprendió rápidamente a cultivar los árboles, dando por resultado una fruta más grande, jugosa y deliciosa. Escrituras chinas antiguas mencionan que el durazno era un producto comercial valioso al que se le relacionaba entre otras propiedades con la de conferir inmortalidad. Alrededor del año 140 A.C., los duraznos ya se cultivaban en la región de Roma y Grecia mediterráneas. En el año 65 A.C., el emperador romano Pompeyo introdujo los árboles de durazno a las huertas romanas, y la producción del durazno se dispersó rápidamente a través de Europa occidental. En 1513, los españoles introdujeron a Florida el cultivo del durazno en donde se popularizó muy rápido. En 1524 se empezó a cultivar el durazno en América central y poco después en México (Crisosto y Mitchel, 1995; LaRue, 1989).

Manejo agronómico

P. persica es un frutal típicamente de clima templado, tiene un crecimiento en estaciones cálidas, crece y desarrolla fruta de mayor calidad en regiones con veranos cálidos. Pero necesita de una estación fría para romper el letargo. Los factores que limitan el crecimiento de los duraznos a grandes latitudes son el riesgo de matar las flores o pequeños frutos por congelamiento (-4°C dañará los brotes aparentando un quemado, -3°C afecta la floración y -1°C a los frutos pequeños) y las lluvias que propician enfermedades principalmente en los frutos. Una floración tardía y una maduración temprana es lo deseable (Crisosto y Mitchel, 1995).

El letargo total de los brotes resistirá temperaturas de alrededor de -20°C y la madera resistirá alrededor de -25°C. El estallamiento de brotes ocurre en la etapa temprana de primavera. Los botones florales abren primero, seguidos de las hojas varios días después. La maduración del fruto de las variedades tempranas comienza a mitad de verano y termina al inicio del otoño. Un clima seco es preferible en la época de floración (Crisosto y Mitchel, 1995).

Los frutales de hueso crecen en la mayoría de los tipos de suelo pero es preferible el suelo ligero, con que mantengan buena humedad. Son preferibles los suelos con textura media, idealmente arcillosos en la parte superior. Y más arenosos en la parte baja, tal como se encuentran en suelos aluviales a lo largo de los ríos. Se recomiendan los suelos con buen drenaje y adecuada retención de agua, se deben evitar los suelos pesados aunque pueden ser ligeramente ácidos. Se necesita un adecuado suministro de agua, especialmente al final de la etapa de llenado, la raíz no tolera los suelos inundados (CABI, 2007).

Situación mundial del cultivo

En el mundo, la sexta producción frutícola de importancia corresponde a los frutales de hueso, siendo cercana a 23 millones de toneladas de las cuales a los duraznos y nectarinas les corresponde a algo más del 50%. Actualmente, se cosechan en el mundo 1.65 millones de hectáreas con Duraznos y Nectarinas, China sigue siendo el primer productor, le siguen Italia y España como productores mundiales. México ocupa el octavo lugar en la superficie cosechada a nivel mundial con aproximadamente 40,000 hectáreas. El rendimiento mundial de duraznos es de 18.5 toneladas en promedio (FAOSTAT, 2012).

México se encuentra el lugar trece con una producción aproximada de 200,000 toneladas. El principal país con el mejor rendimiento por hectárea es Austria, seguido de Francia y E.U.A.; México se encuentra en el lugar 43 en cuanto a rendimiento por hectárea (FAOSTAT, 2012).

En cuanto a exportaciones se refiere, Italia, España y los Estados Unidos concentran el 68% de todas las exportaciones mundiales de Duraznos y Nectarinas. Chile participa con el 7% de las exportaciones totales. Alemania, Francia y el Reino Unido concentran el 39% de las importaciones mundiales de Duraznos y Nectarinas. Estados Unidos a pesar de ser un líder mundial en exportaciones, participa con el 4% de las importaciones totales (FAOSTAT, 2012).

México participa con el 2% de las importaciones mundiales. La importación de durazno, nectarina, ciruela y chabacano californiano a México, en 2007 fue de 1, 555, 534 cajas de 25 libras de las cuales 756,959 fueron duraznos (SAGARPA, 2013).

El durazno en México

En nuestro país, después de 400 años de su introducción por los españoles, el cultivo del durazno es todavía considerado, sin embargo, de explotación reciente. Si bien el cultivo se ha incrementado en extensión, el rendimiento ha decrecido. También la demanda por el durazno se ha incrementado, pero dada la reducida producción, se ha tenido que recurrir a las importaciones. Aun cuando se ha tratado de aprovechar su adaptabilidad y la variedad de zonas de clima templado frío del país, la tecnología aplicada en el cultivo no es la mejor. Esta situación es parte fundamental del comportamiento de los indicadores productivos anteriores (Pérez, 2007).

El durazno es una de las frutas más populares en México, ya sea para consumirse en fresco, procesado en bebidas o como saborizante en productos diversos. En México en los últimos 25 años la superficie destinada al cultivo de duraznero prácticamente se ha duplicado, de 22,000 ha que se sembraban a fines de los años 70 a 44,029 ha en 2006 (SIAP, 2007). El volumen de producción en 2006 alcanzó 222,063 ton y el consumo de durazno en el periodo 1995 a 2006 aumentó de 1.6 a 2.5 kilos por persona por año (Pérez, 2007).

Con la apertura de mercados el consumo de durazno en México se ha modificado, la oferta de fruta fresca es más amplia debido a que las temporadas de producción se traslapan con las de importación, de modo que el consumidor tiene acceso al producto casi todo el año. La variabilidad del producto también es mayor, ya que lo mismo se ofrece durazno criollo, que durazno de variedades nacionales y extranjeras.

A pesar de que México es un país productor de durazno, la demanda no está satisfecha, por lo que se importa durazno para consumo en fresco de EUA y Chile. El durazno procesado se obtiene de España y Grecia entre otros países europeos. Las importaciones de durazno de 1995 a 2005 crecieron 60.6% en volumen y 122% en valor (Pérez, 2007).

Lo anterior indica que todavía existe potencial para incrementar la superficie plantada, especialmente en aquellas regiones donde sea factible la producción fuera de temporada, es decir donde se pueda obtener producción en el invierno y primavera.

En las últimas dos décadas el rendimiento promedio del duraznero se ha mantenido constante, mientras que la población -y por lo tanto la demanda, casi se han duplicado, el precio del producto en el mercado nacional es aproximadamente el doble del que se registra en los Estados Unidos y Europa. En nuestro país el precio oscila de los 13 a los 30 pesos en su precio al mayoreo en Centrales de abasto (Cuadro 1). Por esta razón, el duraznero se ha convertido en un cultivo muy rentable, con ingresos que van desde 10 mil hasta 60 mil pesos/ha, con costos de cultivo de 4 a 15 mil pesos por hectárea (Secretaría de economía, 2013).

Cuadro1. Precios mayoristas de durazno por kilogramo en Centrales de abasto de México

Precios de Durazno (MEX \$/KG.)	Sep 2010	Oct 2010	9 Oct 2010	16 Oct 2010	23 Oct 2010	26 Oct 2010	27 Oct 2010	28 Oct 2010	29 Oct 2010	1 Nov 2010
Amarillo Prom. 3 Mdos.	14.34	19.02	18.11	17.77	20.61	20.96	20.08	20.96	20.96	21.35
Amarillo Mdo.-D.F.	12.23	15.02	14.46	15.38	16.61	16.92	16.15	16.92	16.92	17.69
Amarillo Mdo.-Monterrey	26.17	24.82	26.00	23.33	24.60	25.00	24.00	25.00	25.00	25.00
Amarillo D.F.- Orig.-MICH	11.69									
Amarillo D.F.- Orig.-ZAC	12.82	15.02	14.46	15.38	16.61	16.92	16.15	16.92	16.92	17.69
Amarillo MTY- Orig.-IMP	26.17	24.82	26.00	23.33	24.60	25.00	24.00	25.00	25.00	25.00
Melocotón DFF-Orig.-CHH	13.00	13.85								
Melocotón DFF-Orig.-Todos	13.00	13.85								

Fuente de Datos: SNIIM-Secretaría de Economía, México, 2013

Análisis y Presentación: SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, SAGARPA.

En la actualidad la mayor superficie cosechada de durazno todavía corresponde a las regiones secas del Centro Norte del país (37%) donde el duraznero se cultiva en condiciones de temporal y la producción se obtiene en julio y agosto. Los rendimientos son bajos -3 ton/ha en promedio- que en años buenos pueden superar las 6 ton/ha: En contraste con las zonas con mayor precipitación o disponibilidad de agua para riego donde los rendimientos superan las 15 ton/ha (SIAP 2012).

Los factores limitantes más importantes son las variedades, la tecnología de producción utilizada, la cantidad y distribución de la lluvia en regiones durazneras de temporal, la temperatura (horas frío acumuladas entre noviembre y febrero) y la presencia de heladas durante la época de floración, entre otros (Pérez, 2007).

Sin embargo la producción en regiones subtropicales del centro y occidente de México con menor acumulación de frío y menor riesgo de heladas, está superando a las regiones durazneras tradicionales. A esta condición pertenecen las plantaciones de los estados de Michoacán, México, Oaxaca y Jalisco, las cuales han sido impulsadas por los precios atractivos obtenidos por el producto fuera de temporada (Pérez, 2007).

De acuerdo a datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2012), el año pasado se registró una superficie sembrada de casi 44 mil hectáreas, con producción de 167 mil 285 toneladas y un valor de producción de mil 205 millones 964 mil pesos

Variedades

Existen disponibles una gran cantidad de variedades de durazno y nectarina, estas variedades están agrupadas de acuerdo a pocas características distintivas; pulpa suave o firme, pulpa blanca o amarilla, hueso libre o adherido (esto último indica si el hueso se separa o no fácilmente de la pulpa). Todas las variedades importantes son auto fecundadas ya sea por el viento o insectos durante la polinización (Crisosto y Mitchel, 1995).

El cultivo de durazno en México se desarrolla en una amplia gama de climas, desde zonas cálidas hasta zonas altas y muy frías en Chihuahua, así como en climas secos en Zacatecas. Algunas regiones con potencial para el cultivo de durazno se encuentran en los estados de Chihuahua, Coahuila, Puebla, Tlaxcala, México, Michoacán, Oaxaca, Morelos, Jalisco, Chiapas, Aguascalientes y Sonora (Pérez, 2007).

El cultivo de durazno en México se desarrolla en una amplia gama de climas desde zonas cálidas, al nivel del mar en Sonora, hasta zonas altas y muy frías en Chihuahua, así como en climas secos en Zacatecas, con menos de 400 milímetros de lluvia anual, y hasta Puebla y Veracruz con más de dos mil milímetros.

Existe un conjunto de cultivares generadas por el INIFAP y el Colegio de Postgraduados en los últimos 10 años con cualidades apropiadas para las demandas en los mercados, y que presentan diversas características, presentadas en el Cuadro 2 y ampliadas en la descripción subsecuente (Pérez, 2007).

Cuadro 2. Cultivares de duraznero en México.

Cultivar	Región	HF	Color	F	Peso de fruto (g)	Días a cosecha	Epoca de cosecha	RC	PM
Diamante	V, VI	250	N	6	80-150	120	5-6	8	4
San Juan	VI	200	ACh	7	80-150	120	5-6	8	6
Region	V	250	N	7	120-180	130	5-6	7	5
Toro	IV	300	N	8	80-150	130	6-7	8	6
Diamante Mejorado	V	250	N	7	100-150	110	5-6	8	4
Diamante Especial	VI	250	Ach	7	100-150	120	5-6	6	6
Oro Azteca	V	250	R	8	80-150	105	5-6	7	6
Fred	II, V	400	ANCh	10	100-150	90	5-6	8	8
Tlaxcala	II	450	Ach	8	100-150	120	6	7	6

HF; Horas frío requerimiento: horas entre 2° y 7 °C de noviembre a febrero.

Color de cáscara: N=amarillo naranja; Ach= amarillo chapeado; R = rojo.

F: Firmeza: con una escala desde 0=mínima a 10 = máxima.

Época de cosecha: los números se refieren a los meses del año: 1=enero a 10 = octubre.

RC: Resistencia a Cenicilla (*Sphaeroteca pannosa*).

PM: Pudrición morena, con una escala desde 0=mínima a 10=máxima.

Fuente: Pérez, 2007

Postcosecha del durazno

En el término postcosecha quedan implicadas todas las actividades que se realizan para el traslado de los productos del campo al consumidor. Hacen que lleguen a su destino en buenas condiciones, con oportunidad, a precios accesibles, distribuirlos adecuadamente entre la población consumidora, lograr que el producto reciba un precio remunerativo y reducir al mínimo las pérdidas, supone no solo resolver problemas de

carácter científico-técnico y tecnológico, sino también problemas de carácter socioeconómicos.

El incremento en la evolución de etileno y actividad respiratoria de los frutos de durazno marca su naturaleza climatérica. Durante la maduración los cambios más relevantes involucran un aumento en el contenido de carotenoides y azúcares, y una disminución de la firmeza, contenido de clorofila y acidez total (Por pérdidas de ácido málico). La prematura maduración de la sutura resulta un problema en diversos cultivares (Saucedo, 1991).

El durazno es una fruta climatérica, por lo que los cambios en color, firmeza, sabor, producción de etileno, y otros, continúan después de ser cosechado (Brummell *et al.*, 2004). La velocidad de ablandamiento de los frutos es el principal factor que determina su deterioro postcosecha e influye en su vida de anaquel, en infecciones postcosecha por patógenos, y limita el transporte y almacenamiento de los frutos. Por ello, el durazno se cosecha antes de alcanzar su madurez completa, para mantener los frutos firmes, reducir daños durante el manejo y prolongar su vida de anaquel (Sherman *et al.*, 1990).

Los frutos de durazno requieren de un cuidadoso manejo después de cosechados en virtud de su alta sensibilidad a diversos daños mecánicos, particularmente a los causados por impacto, magullamiento y vibraciones. En el caso de éstos últimos, el daño afecta a la epidermis con lo que se favorecen las pérdidas de peso, desarrollo de pudriciones y la velocidad de maduración, siendo mayor la sensibilidad del fruto a temperaturas, de 25°C que a 5°C. Se ha observado también que la severidad de los daños por impacto y magullamiento están relacionados con la temperatura del fruto, siendo mayor a bajas y altas temperaturas, y menor a temperaturas de 10 a 20°C (Saucedo, 1991).

Por lo anterior, los frutos destinados al mercado en fresco deben ser cosechados manualmente a fin de evitar o reducir los daños por impacto (golpes), así mismo para el transporte a la empacadora se recomienda el uso de recipientes de campo con

superficie pulida y donde el fruto se mueva lo menos posible a fin de evitar vibraciones. El uso de vehículos con pobre suspensión y que transitan sobre carreteras en mal estado, favorecen el magullamiento y fricciones o raspaduras de la piel (Saucedo, 1991).

Perdidas en cantidad y calidad afectan a los productos hortícolas entre la cosecha y el consumo. La magnitud de las pérdidas postcosecha de productos hortofrutícolas está estimada de un 5 a 25% en países desarrollados y de 20 a 50% en países en vías de desarrollo, dependiendo del tipo de producto. Para reducir estas pérdidas, productores y comerciantes deben primeramente entender los factores ambientales y biológicos que están involucrados en el deterioro y posteriormente, usar las tecnologías de postcosecha para retardar la senescencia y mantener el producto en su mejor calidad posible (Kader, 2002).

Las frutas, verduras frescas y ornamentales, son tejidos vivos sujetos a cambios continuos después de la cosecha. Mientras que algunos de estos cambios son deseables, la mayoría de ellos desde el punto de vista del consumidor, no lo son. Los cambios postcosecha en productos frescos no pueden ser detenidos, pero pueden ser desacelerados dentro de ciertos límites.

La senescencia es la etapa final del desarrollo de los órganos vegetales durante el cual una serie de cambios irreversibles que conducen a la desintegración y muerte de las células. Los productos hortofrutícolas frescos varían en su estructura morfológica (raíces, tallos, hojas, flores, frutos, etc.), en su composición y en su fisiología general. Por lo tanto los requerimientos y recomendaciones generales para maximizar la vida postcosecha varían entre los productos.

Todos los productos hortofrutícolas frescos tienen un alto contenido de agua, y por lo cual están sujetos a la deshidratación (marchitamiento, arrugamiento) y a daños mecánicos. Estos son de igual manera susceptibles a los ataques de bacterias y hongos, dando como resultado un deterioro patológico (Kader, 2002).

Factores biológicos que causan el deterioro de las frutas

Entre los factores biológicos que causan el deterioro de las frutas se incluye la respiración, producción y acción del etileno y cambios composicionales (color, textura, aroma, sabor y valor nutritivo); desordenes fisiológicos, daños por macro y microorganismos. También se incluyen los daños mecánicos y el déficit hídrico. La intensidad del deterioro biológico depende de los factores ambientales como temperatura, humedad relativa, velocidad del aire y composición atmosférica (Kader, 2005).

Respiración

El durazno es un fruto climatérico y como tal, una vez que ha alcanzado su desarrollo total en cuanto a peso y calibre en el árbol, su comportamiento respiratorio presenta un mínimo, luego un máximo respiratorio (climaterio) y posteriormente un descenso. Cuando los frutos alcanzan el climaterio se encuentran en el estado de madurez comercial, que se manifiesta mediante una modificación progresiva de los frutos adquiriendo coloraciones amarillas (carotenoides), rojas (antocianinas), pérdida de textura (degradación de protopectinas), sabor (azúcares) y aroma (compuestos orgánicos volátiles), que proporcionan las características específicas de cada cultivar (Crisosto, et al., 2004).

La respiración es el proceso mediante el cual las reservas orgánicas (carbohidratos, proteínas, grasas) son degradadas a productos finales simples con una liberación de energía. El oxígeno (O_2) es producido en este proceso. La pérdida de las reservas de material orgánico en el producto durante la respiración significa una aceleración de la senescencia conforme las reservas que mantienen vivo al producto se agotan, una reducción en el valor nutritivo (valor energético) para el consumidor, pérdida en la calidad de sabor, especialmente la dulzura y, la pérdida de peso seco vendible (especialmente importante para productos destinados a la deshidratación). La energía liberada como calor, conocida como calor vital, afecta las consideraciones en el uso de

tecnologías postcosecha, así como las estimaciones de los requerimientos de enfriamiento y ventilación.

La tasa de deterioro (percecibilidad) de los productos cosechados es, generalmente, proporcional a la tasa respiratoria. Los productos hortícolas son clasificados de acuerdo a su velocidad de respiración en el Cuadro 3. Basados en su respiración y producción de etileno durante la maduración fisiológica y comercial, los frutos pueden ser climatéricos o no climatéricos (Cuadro 4).

Los frutos climatéricos muestran un fuerte aumento en la producción de CO₂ y etileno, los cuales coinciden con el proceso de maduración comercial, mientras que los frutos no climatéricos no muestran estos cambios y, generalmente, producen bajo CO₂ y etileno durante la maduración comercial (Kader, 2002).

Cuadro 3. Clasificación de productos hortícolas de acuerdo a sus tasas de respiración

Clase	Rango a 5°C(41°F) (mg CO ₂ /kg-hr)*	Productos
Muy baja	<5	Nueces, dátiles, frutas y hortalizas secas
Baja	5-10	Manzana, cítricos, uva, kiwi, ajo, cebolla, papa (Madura), camote, betabel, apio, arándano, melón, honeydew, papaya, pèrsimo, piña, sandía
Moderada	10-20	Chabacano, banana, cereza Durazno , nectarina, pera, ciruela, higo, col zanahoria sin hojas, lechuga (cabeza), pimiento, jitomate, papa inmadura, pepino, aceituna, rábano sin hojas, calabacita, arándano, melón cantaloupe, mango, higo
Alta	20-40	Aguacate, zarzamora, zanahoria con hojas, coliflor, poro, lechuga, frijol lima, rábano con hojas
Muy alta	40-60	Alcachofa, germinados, broccoli, col de Bruselas, flor cortada, cebollín, ocrá, ejote, endivia, berro, col de hoja
Extremadamente alta	>60	Espàrragos, champiñón, perejil, chícharo, espinaca, maíz dulce

*Color vital (Btu/ton/24 horas)= mg CO₂/kg-hr x 220

Fuente: Kader, 2002

Cuadro 4. Clasificación de frutos de acuerdo a su respiración durante la maduración

Frutos climatéricos		Frutos no climatéricos	
Aguacate	Guayaba	Aceituna	Lima
Arandano	Higo	Berenjena	Lichi
Banana	Kiwi	Cacao	Mandarina
Chabacano	Mango	Calabacita	Naranja
Chirimoya	Manzana	Carambolo	Ocra
Chicozapote	Melón cantaloupe	Cereza	Pepino
Ciruella	Membrillo	Chícharo	Pimienta
Durazno	Nectarina	Dátil	Piña
Granada china	Papaya	Frambuesa	Tangerina
guanábana	Pérsimo	Fresa	Toronja
	Rambután	Granada	Tuna
		Limón	Uva
			Zarzamora

Fuente: Kader, 2002

Etileno

El etileno o eteno es un compuesto químico orgánico formado por dos átomos de carbono enlazados mediante un doble enlace. Es uno de los productos químicos más importantes de la industria química, siendo el compuesto orgánico más utilizado en todo el mundo. Se halla de forma natural en las plantas, producido por los tejidos.

Desde la primera mención de la importancia del etileno en la fisiología de plantas, al inicio del siglo XX hecha por Neljubow en 1901, se han desarrollado considerables investigaciones sobre esta hormona. El etileno es la hormona clave envuelta en la mayoría de los aspectos de la fisiología de las plantas se incluye el crecimiento, desarrollo, maduración, y senescencia, entre otros (Yang y Hoffman, 1884).

El etileno es la fitohormona responsable de varios procesos fisiológicos en las plantas, tales como la maduración de los frutos, además de la senescencia de hojas y flores y de la abscisión del fruto (Abeles, 1992).

La famosa frase de que "una manzana podrida echa a perder el cesto" tiene su fundamento científico precisamente en el etileno puesto que, cuando una fruta madura desprende etileno, acelera la maduración de las frutas que la rodean. El durazno es un

fruto clasificado como de alto rango de producción de etileno, tal como se describe en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Clasificación de frutos de acuerdo a su rango de producción de etileno.

Clase	Rango a 20°C (68°F) µL C ₂ H ₄ /kg-hr)*	Productos
Muy baja	Menos de 0.1	Alcachofa , espárrago, coliflor, cerezas, cítricos, uva, jojoba, fresa, hortalizas de hoja, granada, tubérculos, papa, flores cortadas más
Baja	0.1-1.0	Moras , arándanos, melón casaba, arándano, pepino, berenjena, ocra, oliva, pimienta (dulce y chile), pérsimo, piña, calabaza, frambuesa, tomate de árbol, sandía
Moderada	1.0-10	Banana , fig, guava, honeydew melon, lychee, mango, tomate
Alta	10.0-100.0	Manzana , chabacano, aguacate, melón, kiwi, nectarina, papaya, durazno , pera, ciruela
Muy alta	Mas de 100.0	Chirimoya, mamey, Granada china, zapote

Fuente: Kader, 2002

La detección de etileno es trascendente en especies altamente sensibles a dicho gas. Hasta ahora, los equipos de detección de etileno que se han utilizado son cromatógrafos de gases estacionarios, que se habilitan especialmente para dicho fin (García, 2011).

La investigación y tecnología en postcosecha, usualmente implica el monitoreo de la composición atmosférica y la mezcla de dos o más de los siguientes gases: aire, nitrógeno, oxígeno, dióxido de carbono y etileno. Existen varios métodos para mezclas o combinaciones de gases, su muestreo y análisis confiable, entre los cuales se encuentran los Métodos para análisis inmediato (analizadores de gas volumétrico para O₂ y CO₂ Orsat, Fyrite y muchos más; muestreadores de gases Kitagawa para etileno, CO₂ , CO, SO₂ y otros gases. Analizadores de gas portátiles (O₂, CO₂ ,CO, etileno, SO₂, NH₃ y otros gases), Instrumentos de laboratorio para análisis de gases (Kader, 2002) (Cuadro 6).

Cuadro 6. Instrumentos para análisis de gases en laboratorio

Gas	Instrumentos
O ₂	Analizadores de oxígeno, (paramagnético, polarográfico, electroquímico, cromatógrafo de gases (detector de conductividad térmica)
CO ₂	Analizador infrarrojo de CO ₂ , cromatógrafo de gases (detector de conductividad térmica)
CO	Cromatógrafo de gases (detector de conductividad térmica)
C ₂ H ₄	Cromatógrafo de gases (detector de iónico de flama o fotoionización)
	Analizador infrarrojo de SO ₂ ,

Fuente: Kader, 2002

Normalmente, bajas concentraciones de etileno, ejercen efecto en los frutos, lo cual se puede medir con dificultad, para propósitos de control, los altos niveles de este gas se pueden medir con tubos colorimétricos, cromatografía de gases y, en años más recientes con tubos detectores estos instrumentos están equipados con sensores electroquímicos y pueden detectar rangos de concentración de 0-100 ppm con una resolución mínima de 0.2 ppm. Sin embargo, el mejor método para medir etileno es la cromatografía de gases, aunque este es un instrumento de laboratorio costoso y debe ser operado por personal bien entrenado (Yahia, *et al.*, 2009).

Cambios físicos y químicos durante la maduración de frutos de durazno

Madurez

El estado de madurez que poseen los productos vegetales al ser cosechados, es especialmente importante para su manejo, transporte y comercialización ya que repercute directamente en su calidad y potencial de conservación en fresco. De aquí que la distinción entre los conceptos de desarrollo, madurez fisiológica (mature), madurez hortícola y madurez de consumo (ripe), así como la identificación de estos estados de desarrollo, son aspectos relevantes para la aplicación de la tecnología postcosecha (Reid,1992).

En Fisiología Postcosecha, los términos *sazón* o *madurez fisiológica* (mature) y *madurez de consumo* (ripe) denotan diferentes estados de desarrollo en el caso de los

frutos. Actualmente, la definición más aceptada para el *estado sazón* es la siguiente: "Aquel estado en el cual un fruto ha alcanzado un estado de desarrollo suficiente para que, después de la cosecha y manejo postcosecha (incluyendo la maduración, cuando sea requerida), su calidad sea al menos, la mínima aceptable para el consumidor final". La madurez de consumo sería el estado de desarrollo en el que el fruto ha alcanzado su máxima calidad estética y sensorial que lo hacen apto para el consumo humano inmediato (Reid,1992).

Un término aplicable a cualquier órgano vegetal lo constituye el de *madurez hortícola*, el cual se define como aquel estado de desarrollo de una planta o parte de ella que posee los requisitos necesarios para ser utilizado por el consumidor para un propósito particular. De acuerdo con esta definición, un producto vegetal dado puede estar hortícolamente maduro en cualquier estado de desarrollo, así por ejemplo los germinados o plántulas están hortícolamente maduras en los estados tempranos del desarrollo, mientras que otros órganos de la planta como las flores, hojas, y tubérculos, se encuentran en los estados intermedios del desarrollo, y, las semillas y nueces en los últimos estados del desarrollo (Reid,1992).

Para algunos productos vegetales, la madurez hortícola se alcanza en más de un estado de desarrollo, dependiendo del uso o destino deseado, así por ejemplo, en la calabacita *zuchini* el producto con madurez hortícola puede ser la flor completamente abierta, el fruto joven o el fruto completamente desarrollado. Una diferencia cualitativa entre madurez fisiológica (sazonamiento) y comestibilidad permite distinguir a muchas frutas de los vegetales, así en el caso de los plátanos *sazones* (*mature*, en inglés), la calidad comestible está bastante alejada del óptimo, ya que la fruta adquiere su condición de comestible sólo después de que se ha llevado a cabo el proceso de maduración (*ripening*, en inglés). Por el contrario, en la mayoría de los vegetales la madurez óptima coincide con la madurez de consumo (Wills, 1989).

Índices de madurez. La investigación para una determinación objetiva de la madurez hortícola o de corte, ha ocupado la atención de muchos investigadores, ya que el

número de indicadores es escaso y, para la mayoría de los productos vegetales continúa la búsqueda de un índice satisfactorio.

El índice de madurez para un producto vegetal implica una medida o medidas que pueden emplearse para identificar un estado de desarrollo en particular. Estos índices son muy importantes para la comercialización en fresco de los productos vegetales por razones del cumplimiento de normas o estándares establecidos, estrategias de mercadeo y eficacia en el empleo de recursos para la labor de la cosecha (Wills, 1989).

Color

Una de las principales características de calidad es el color, ya que está íntimamente ligado con su estado de madurez; dentro de los índices de madurez, la evaluación del color tiene la ventaja de no ser un método destructivo. Por ello es importante estudiar dichos cambios y tratar de predecirlos. Villalobos y Mercado (1995) realizaron un estudio en el cual modelaron los cambios de color en postcosecha de poblaciones de duraznos criollos en distintos estados de madurez y bajo condiciones de temperatura y humedad relativa ambiente. La evolución del ángulo de matiz durante el almacenamiento observó un comportamiento diferente entre las localidades, donde solo para Aguascalientes y Zacatecas se comportaron linealmente. El cambio ocurre debido a que al iniciarse la maduración, el etileno comienza a interactuar y a nivel de DNA y RNA se suspende la biosíntesis de clorofila lo que implica el inicio de la degradación de ésta, proteínas y lípidos (Saucedo, 1991).

Firmeza

La firmeza de las frutas va sufriendo ciertos cambios que se traducen en un ablandamiento debido a los cambios en la composición de las sustancias pécticas. La etapa óptima de cosecha varía en función de la región y manejo, en la mayoría de los cultivares de durazno el valor es de aproximadamente 5 kg/cm² y va disminuyendo al llegar la madurez de consumo (Gutiérrez, 2004).

Relación °Brix/acidez

Algunos parámetros utilizados para evaluar la calidad y grado de madurez incluyen: Tamaño, % de superficie externa con color verde, contenido de jugo, rugosidad del epicarpio y presencia de daños físicos; pudiendo también incluirse la relación °Brix / % ácido cítrico, contenido de ácido ascórbico (Vitamina C) y contenido de volátiles en jugo (etanol y acetaldehídos) textura del fruto (Saucedo, 1991).

Grados Brix . Representan el % de sacarosa determinado en el jugo del fruto. Se mide utilizando un brixómetro o un refractómetro para grados brix, las lecturas registradas están dadas a la temperatura indicada por estos instrumentos (Kader, 2002).

Duran (1983) citó a Deshpande y Salunke, donde mencionan que existe una relación °Brix/Acidez titulable que constituye un adecuado índice de madurez en los frutos, de durazno, así mismo citó a Romani y Jenings (1971), quienes describen que esta relación se incrementa con la madurez fisiológica, tomando valores de 13.8 a 19.9, debido al aumento en los °Brix de los frutos y a la constante disminución de la acidez, debido a que estos compuestos son utilizados en la respiración. Para el cultivar Malehaven, la relación °Bx/Acidez titulable presentó una estrecha correlación con la firmeza y el color de fondo. Este valor sigue aumentando a medida que llega la madurez de consumo.

Acidez

Regularmente el valor va de 1 a 0.5% y disminuye conforme avanza la madurez fisiológica y aún más en la madurez comercial. Robertson *et al.* (1990) observaron que el % de acidez para cultivares de pulpa amarilla antes del proceso de maduración fue de 0.8% y para cultivares de pulpa blanca de 0.7%. El ácido ascórbico va de 3.8 a 12.8 mg/kg, la concentración no cambia al acercarse la madurez de consumo (Kader, 2002).

Acidez Titulable. La mayoría de las frutas son particularmente ricas en ácidos orgánicos que están usualmente disueltos en la vacuola de la célula, ya sea en forma libre o combinada como sales, ésteres, glucósidos, etc. La acidez libre (acidez titulable) representa a los ácidos orgánicos presentes que se encuentran libres y se mide neutralizando los jugos o extractos de frutas con una base fuerte, el pH aumenta durante la neutralización y la acidez titulable se calcula a partir de la cantidad de base necesaria para alcanzar el pH del punto final de la prueba; en la práctica se toma como punto final pH = 8.5 usando fenolftaleína como indicador. Bajo estas condiciones, los ácidos orgánicos libres y sólo una parte del ácido fosfórico y fenoles están involucrados en el resultado final. Para reportar la acidez, se considera el ácido orgánico más abundante del producto vegetal, el cual varía dependiendo de la especie de que se trate, por lo que el resultado se expresa en términos de la cantidad del ácido dominante (Wills, *et al.*, 1989)

Almacenamiento del durazno

La refrigeración es la principal técnica usada para mantener la calidad de frutas y otros productos perecibles, pero esto muchas veces no es suficiente para retardar los cambios que afectan la calidad. Las bajas temperaturas por períodos prolongados pueden conducir a la aparición de daños por frío, que limitan la vida postcosecha y disminuyen la calidad de los frutos. Como los daños por frío son visualizados principalmente durante la maduración después del almacenaje refrigerado, este problema es detectado muchas veces por los consumidores (Crisosto *et al.*, 1999) hecho que puede llevar a una disminución en la aceptación de la fruta por el consumidor.

Estrategias para prevenir la aparición de daños por frío han sido investigadas, pero lo más importante, es el conocimiento del comportamiento y de las exigencias de frío en forma específica de cada especie y cultivar a modo de evitar generalizaciones. Son fundamentales los estudios de índices de cosecha y potencial de almacenaje de cada cultivar, con el objetivo de conocer su comportamiento y las alteraciones fisiológicas

que puedan ocurrir y, así, evitar problemas durante la comercialización de esta fruta (Luchsinger 2002).

Frigoconservación

La temperatura influye en la intensidad respiratoria, y por lo tanto, en la vida del fruto almacenado. Generalmente el fruto almacenado a 15.6°C respira con una intensidad mayor que si se almacena a 0°C. Con respecto a la evolución de calor, el fruto almacenado a 0°C libera solamente del 10 al 20% del calor que cuando se almacena a 15.6°C. Así la conservación a bajas temperaturas prolonga la vida efectiva del fruto mucho más tiempo que almacenado a temperatura ambiente (Westwood, 1978).

La frigoconservación rápida es benéfica porque reduce el ritmo metabólico debido a las bajas temperaturas. Harding y Halles citado por (Norman 1974), demostraron que duraznos a 26.6°C pierden su firmeza a un ritmo de 1.32 a 1.81 kg/día. Si el fruto es cosechado con una firmeza de 6.35 kg, este se ablandará 0.907 kg en 3 o 4 días. A temperaturas de refrigeración cercanas a 0°C el ritmo de ablandamiento es solo una fracción de éste. Además de estos efectos fisiológicos, el rápido enfriamiento ayuda a prevenir la rápida propagación de deterioro, el organismo causante de la pudrición *Rhizopus rot* no se desarrolla por abajo de 4.4°C. Con el enfriamiento, los organismos que causan pudrición café (*Monilinia frutícola*) reducen su desarrollo, pero no es detenido.

Preenfriamiento

El enfriamiento de los productos alimenticios consiste en la extracción de calor de los alimentos con la consiguiente disminución de la temperatura hasta que comienza la solidificación de los sólidos. La temperatura final de los productos es superior al punto de solidificación de sus jugos y frecuentemente oscila entre 0-5°C.

En el proceso de enfriamiento de un producto influyen:

- 1.- Sus propiedades físicas: calor específico, conductividad térmica y conductividad de la temperatura.
 - 2.- Forma geométrica:(lámina, cilindro, esfera).
 - 3.- Tamaño y constitución de la superficie así como la intensidad del intercambio térmico desde la superficie del producto al ambiente refrigerante.
 - 4.- Temperatura inicial y temperatura final deseada.
 - 5.- Naturaleza del medio refrigerante, humedad y velocidad de su movimiento.
- Además influyen los procesos bioquímicos como son la respiración de los frutos y el calor por ellos desprendido (Doméhech, 1970).

Ventajas y precauciones del preenfriamiento de productos hortícolas

- 1.- Disminuye la velocidad de respiración y los cambios bioquímicos relacionados con este proceso que conllevan a un deterioro en la calidad y la senescencia. La velocidad de evaporación está directamente relacionada con la temperatura.
- 2.- Disminuye la velocidad de transpiración y pérdida de agua. Al reducir la temperatura por medio del preenfriamiento, la presión de vapor del producto también disminuye. Esto a su vez disminuye el gradiente en la presión de vapor entre el producto y su atmósfera circundante. Mientras menor sea el gradiente de presión de vapor, menor será la velocidad de transpiración.
- 3.- La velocidad de producción de etileno y la sensibilidad del producto a este gas disminuyen a medida que el producto se enfría. El etileno provoca la maduración y senescencia en muchos productos.
- 4.- El inicio de la maduración en frutos climatéricos puede retardarse. Esto es particularmente importante en frutos que deben mantenerse en el estadio pre climático durante su transporte.
- 5.- Inhibe o disminuye la velocidad de endurecimiento de ciertos vegetales.
- 6.- Reduce las infecciones microbianas y el crecimiento de microorganismos y por ende el deterioro de los productos (Yahia, 1992).

Desórdenes fisiológicos y enfermedades

Los desórdenes fisiológicos son degradaciones de los tejidos no causados por la invasión de patógenos o por lesiones mecánicas; pueden desarrollarse en respuesta a un ambiente adverso, especialmente a lo que a la temperatura se refiere, o a una deficiencia nutritiva durante el desarrollo. Las células colapsadas se manifiestan como áreas de color pardo. Las perturbaciones metabólicas producidas por las bajas temperaturas suelen dividirse en dos grandes grupos, la lesión del frío y los desórdenes fisiológicos.

A temperaturas de -0.6 a 0°C los frutos de durazno pueden mantenerse hasta unas 4 semanas, después de lo cual deben pasarse a temperaturas ambientales (alrededor de 20°C), para que llegue a madurez de consumo, pues de otra manera no lo harán. Los factores que determinan el tiempo y la temperatura de conservación, tanto en refrigeración como en atmósferas controladas, son los desórdenes fisiológicos (desintegración interna), la enfermedad llamada "decaimiento" o "podredumbre", pérdidas en sabor y anormalidades en la posterior maduración a temperatura ambiente (Saucedo, 1991).

El uso de la refrigeración se basa en el retraso de los procesos metabólicos a un nivel mínimo por efecto de la baja temperatura, además, se mantiene una alta humedad relativa (85%) para evitar pérdidas de peso y deshidratación de frutos por transpiración. Haller (1952) citado por Saucedo (1991), menciona que la mejor temperatura para refrigeración de duraznos oscila alrededor de -0.6 y 0°C , a temperaturas menores se provoca congelamiento de los tejidos; a temperaturas mayores a ($3-7^{\circ}\text{C}$) la vida de almacenamiento es más corta que a 0°C , y aumenta la incidencia de desintegración interna, y en algunos casos hay pérdida de sabor y no se llega a una satisfactoria madurez de consumo.

El manejo de la temperatura es quizá el factor más importante que afecta la calidad y vida postcosecha de los frutos de durazno. Se ha observado que los frutos resultan

sensibles a la aparición del desorden fisiológico denominado desintegración interna u obscurecimiento. Sobre todo cuando se expone por períodos superiores a 2-4 semanas a temperaturas de 0-10°C, siendo más severo el daño a 2-7 °C y mínimo a 0°C, es de señalarse que los distintos cultivares presentan diferente grado de sensibilidad. Este desorden se manifiesta por el pardeamiento de la pulpa alrededor del hueso, fallas en el patrón de coloración, pérdidas de sabor y decaimiento de la pulpa (Saucedo, 1991).

El almacenamiento en frío reduce también la pérdida de humedad y el crecimiento de organismos que producen pudriciones y que a menudo infectan los frutos. Un retraso en el enfriamiento del fruto cosechado hasta temperaturas de almacén de -1 a 0°C origina un acortamiento en la vida útil del fruto conservado e incremento de algunos tipos de desórdenes fisiológicos (Westwood, 1978).

Los duraznos pueden ser almacenados por períodos cortos para extender la vida en el mercado. Bajo las mejores condiciones los frutos de hueso libre no deben almacenarse por más de 2 semanas. Los duraznos que son almacenados bajo condiciones no adecuadas o por períodos muy largos pierden su sabor y brillantez natural de color, se secan y se vuelven harinosos (o bien húmedos y blandos) y puede causar la descomposición de la pulpa, sobre todo alrededor del hueso. Las pérdidas de sabor son más rápidas a 2.2 y 4.4°C que a 0°C, así como el desarrollo de desórdenes fisiológicos como desintegración a temperaturas de 2.2 y 4.4°C que a temperaturas más bajas o altas. Los frutos de hueso pegado son a menudo almacenados durante 3-4 semanas antes de que sean enlatados. Temperaturas de 0 a 2.2°C mantienen el proceso de maduración y descomposición casi a un estándar. Después de ser expuestos a no más de 1 semana a 10°C, el fruto madura normalmente a temperatura ambiente (Crisosto, *et al.*, 2004).

Después de exponer los frutos por 10 días o más en un rango de temperaturas de 2.2 a 10°C los frutos generalmente muestran una descomposición interna o se vuelven harinosos sin sabor si ellos maduran después a temperaturas del local. Los duraznos

pueden ser mantenidos durante más tiempo a 0°C que a 2.2-10°C sin que pierdan la capacidad de madurar normalmente (Saucedo, 1991).

Nectarinas y duraznos, pueden usualmente ser almacenados cerca de 3 semanas a 0°C sin dificultad, cuando son retirados del almacenamiento tienen apariencia normal, pero en pocos días a altas temperaturas pueden mostrar síntomas típicos de desintegración. La pulpa exhibe una coloración café-rojiza, una textura granular y pérdida de jugo. El obscurecimiento aparece alrededor del hueso del fruto. Con almacenamientos prolongados, la mayoría de la pulpa es afectada y ésta se vuelve más harinosa, seca y desabrida. A 4.4°C el desorden se desarrolla más pronto que a 0°C y puede aparecer en una semana o 10 días (Ryall *et al.*, 1974).

La desintegración interna de los duraznos es un desorden común mientras los duraznos crecen y son almacenados. El tipo de desintegración por deshidratación es llamado harinosidad. Generalmente, pero no siempre, los frutos inmaduros son más susceptibles a este tipo de desintegración interna que los frutos maduros. Temperaturas en el rango de 2.2-7.2°C son particularmente favorables para la desintegración. Los frutos pueden ser trasladados a temperaturas de 15.5°C para su maduración (Ryall *et al.*, 1974).

Los duraznos son usualmente madurados a 7.2-10°C sin desarrollar desintegración, pero obtienen poca calidad y sabores desagradables. Para prevenir el desarrollo de la desintegración interna de duraznos y nectarinas, hay que cosechar los frutos tan maduros como sea posible, enfriarlos rápidamente y almacenarlos a 0°C y no exceder 3 semanas. Si el almacenamiento es largo éstos requieren de atmósferas controladas en 1% de O₂ y 5% de CO₂ a 0°C (Ryall *et al.*, 1974).

El almacenamiento a dos temperaturas permite extender la vida de almacenamiento, la primera fue de 0°C y la segunda de 7.2°C con la cual los duraznos maduraron lentamente cuando se expusieron a 18.3°C. La temperatura usada también depende del cultivar y del tiempo de almacenamiento deseado (Ryall *et al.*, 1974).

MATERIALES Y METODOS

Localización del experimento

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Fisiología Postcosecha de Fruticultura del postgrado de Recursos Genético y Productividad del Colegio de Postgraduados campus Montecillos. Los material fueron obtenidos del Centro Experimental Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX S.C., establecido en Temascaltepec, Estado de México; el cual se encuentra en el área sur del Estado de México, ligeramente hacia el sudeste de Toluca, en las coordenadas geográficas 100° 02" TM longitud oeste y 19° 03" TM de latitud norte. A una altura de 1,740 metros sobre el nivel del mar. Colinda al Norte con Valle de Bravo y Amanalco de Becerra, al Sur con Tejupilco, San Simón de Guerrero y Texcaltitlán, al Este con Zinacantepec y Coatepec Harinas y al Oeste con Zacazonapan y Tejupilco (e-local.gob.mx., 2012).

Clima Se tienen identificadas dos zonas climáticas: la templada subhúmeda, al norte y al este y la semiárida húmeda, al sur y al oeste, predominando el subhúmedo. La temperatura media anual oscila entre los 18° y 22° centígrados. La precipitación pluvial anual va de los 800 a los 1,600 milímetros, la acumulación de unidades frío está en el rango de 200-275 unidades, sin riesgo de heladas tardías pero con granizadas eventuales (e-local.gob.mx., 2012).

Cultivares

Los cultivares en estudio fueron: Coloegio-2005, Azteca Mejorado, Robin, CP-03-04W y CP-04-08, que presentan las siguientes características:

Colegio 2005 (CP 00-19C).

Requiere 150 unidades frío y 105 días de flor a fruto maduro. Produce frutos con 40 a 70% de chapeo, redondos, velloidad corta, época de cosecha marzo-abril (CICTAMEX., 1985).



Figura 1-2. Cultivar de durazno Colegio 2005

Azteca Mejorado (CP 95-1C).

Conocido también como Oro Azteca Mejorado. Requiere 200 unidades frío y 100 días de flor a fruto. Produce frutos redondos, con 90% de chapeo, vellosidad corta, época de cosecha marzo-abril (CICTAMEX., 1985).



Figura 3-4. Cultivar de durazno Azteca mejorado.

Robin (CP 01-13CW). No. SNICS : 1915-DUR-002-050307/C.

Es la primera cultivar de pulpa blanca y no fundente en México. Requiere de 275 unidades frío y 110 días de flor a fruto. Produce frutos con 90% de chapeo, vellosidad corta, época de cosecha marzo-abril (CICTAMEX., 1985).



Figura 5-6. Cultivar de durazno Robin

CP-03-04 W

Requiere de 200 unidades frío y de 125 días de flor a fruto, de pulpa blanca de 50 a 90% de chapeo y vellosidad corta, época de cosecha abril-mayo (CICTAMEX., 1985).



Figura 7-8. Selección de durazno CP-03-04 W

Para el experimento se cosecharon 300 frutos de cada uno de los cinco cultivares de durazno en fase de madurez fisiológica, con una firmeza promedio de 7kg de presión, se empacaron en cajas de plástico de 20 kg y con un tiempo de traslado de Temascaltepec al Colegio de Postgraduados de 3 horas.

En el laboratorio los frutos de cada uno de los cinco cultivares se dividieron en dos grupos de estudio. El primer grupo con 75 frutos fue sometido a condiciones de almacenamiento a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.) y el segundo grupo con 225 frutos fueron preenfriados por inmersión en hielo por 30 minutos hasta obtener 5°C y se dividieron en tres grupos de 75 frutos y se sometieron a condiciones de refrigeración por una, dos y tres semanas ($5^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.).

En el caso de las muestras sometidas a temperatura ambiente se evaluaron los cambios en color de la piel, firmeza de la pulpa, contenido de sólidos solubles totales y ácido cítrico, relación °Brix/acidez, pérdida de peso, velocidad de respiración, contenido de etanol y acetaldehídos. Todas las variables se midieron en los cinco cultivares, a los 0, 2 y 4 días con tres repeticiones de tres frutos por repetición de las variables químicas, para las variables color y pérdida de peso se utilizaron diez frutos por repetición y para la variable respiración las mediciones se realizaron a los 0, 1, 2 y 3 días.

En cuanto a las condiciones de refrigeración, para cada una de los cultivares, se establecieron tiempos de conservación de 1, 2 y 3 semanas, con exposición a temperatura ambiente de 1 y 3 días para simular condiciones de comercialización. Asimismo, para la evaluación de las variables químicas se utilizaron tres repeticiones de tres frutos por repetición y para las variables color y pérdida de peso se utilizaron diez repeticiones, un fruto por repetición. Para la variable respiración las mediciones se realizaron a los 0, 1, 2 y 3 días.

Pruebas Biofísicas

Firmeza de pulpa, se determinó con un textuómetro Mc Cormik (F-327) con escala de 0-12 kg y puntal de 11mm de diámetro.

Color externo, se determinó con el colorímetro de reflexión Hunter Lab (Reston Virginia, USA, modelo D25-PC2), con la escala CIELab, el cual indica el cambio de coloración en tres direcciones: L, a y b; la luminosidad (L), que se define como la

proporción de luz transmitida por el objeto y va de negro (0%) a blanco (100%) (Hutchings, 1999), el índice de saturación (IS) o croma $[(a)^2+(b)^2]^{1/2}$, que es un atributo de la sensación visual y se define como la proporción de contenido cromático en la percepción total o el grado de diferencia del gris para el mismo valor de luminosidad (Hutching, 1999); y el ángulo de tono ($^{\circ}\text{Hue} = \tan^{-1} a/b$) que es la proporción de rojo, amarillo, verde o azul (Hutching, 1999), (0° corresponde a rojo, 90° a amarillo, 180° a verde, 270° a azul) (Mc Guire, 1992).

Pruebas Bioquímicas

La **acidez titulable** se determinó por el método de la AOAC (2000), para la cual se tomaron 5 mL de jugo del fruto. Se adicionaron 50 mL de agua destilada para medir volumen total y enseguida tomar una alícuota de 10 mL a la que se agregaron 3 gotas de fenolftaleína como indicador y posteriormente, se efectuó una titulación con NaOH al 0.1N. el porcentaje de acidez, con base al ácido cítrico se calculó mediante la siguiente formula:

$$\% \text{ de acido citrico} = \frac{(\text{mL NaOH gastados})(N\text{NaOH})(\text{Meq})(100)}{(\text{alícuota})}$$

Donde:

N: Normalidad

Meq: miliequivalentes de ácido que se encuentra en mayor proporción (ácido cítrico= 0.064)

El contenido de **Solidos solubles totales (SST)** se determinó por el método AOAC(2000) mediante refractrometria, usando un refractómetro de mano digital con escala de 0 a 32° Brix (modelo ATAGO PR-100).

Pruebas fisiológicas

Pérdida de peso: se midió con una báscula (modelo ALSEP CY-2000A) y se utilizó la siguiente formula:

$$\% \text{ de pérdida de peso} = \left(\frac{P_i - P_f}{P_i} \right) 100$$

Dónde:

Pi: peso inicial

Pf: peso final

Produccion de Etanol y acetaldehído: se determinó por cromatografía de gases usando un método estático con un cromatógrafo de gases (Hewlett Packard modelo CHROMPACK 5890 SERIE II) equipado con un detector de conductividad térmica (TCD) y un detector de ionización de flama (FID), para la cuantificación del contenido de etanol y acetaldehído se empleó la metodología descrita por Davies y Chance (1969), se tomaron 5 gr de pulpa y se colocaron en viales de volumen conocido, se sellaron y se congelaron hasta el momento de analizar las muestras, al momento de analizar se incubaron los viales en baño maría a 32°C /10min, se agitaron por 5 seg y se tomó 1mL de gas de la atmosfera del espacio de cabeza y se analizaron por cromatografía de gases, los resultados se expresaron como mg de etanol o acetaldehído/100mL de pulpa.

Velocidad de respiración se determinó por cromatografía de gases usando un método estático (Salveit y Sharaf, 1992) con un cromatógrafo de gases (Hewlett Packard modelo CHROMPACK 5890 SERIE II) equipado con un detector de conductividad térmica (TCD) y un detector de ionización de flama (FID).

Para la cuantificación de CO₂ los frutos se colocaron en un envase de volumen conocido y se sellaron herméticamente por una hora, después de transcurrido este tiempo se tomó 1mL de gas de la atmosfera del espacio de cabeza y se cuantifico el CO₂ desprendido por cromatografía de gases y se evaluó con relación a un estándar conocido de bióxido de carbono. El gas estándar utilizado fue Nitrógeno el cual contenía una concentración de 492 µmol/mol de CO₂.

Se utilizó la siguiente fórmula para determinar la velocidad de respiración:

$$mL CO_2(Kg. h^{-1}) = \frac{(Am)(Ce)(Vr - Vf)}{(Ae)(Pf)(Tr)}$$

Am= área de muestra (área de la muestra – el área del blanco)

Ce= concentración del estándar

Vr= volumen total del recipiente (litros)

Vf= volumen desplazado por el fruto

Ae= área del estándar

Pf= peso del fruto (Kg)

Tr= tiempo de respiración (Horas)

Produccion de Etileno: se determinó por cromatografía de gases usando un método estático (Salveit y Sharaf, 1992) con un cromatógrafo de gases (Hewlett Packard modelo CHROMPACK 5890 SERIE II) equipado con un detector de conductividad térmica (TCD) y un detector de ionización de flama (FID). Los frutos se colocaron en un envase de volumen conocido y se sellaron herméticamente por una hora, después de transcurrido este tiempo se tomó 1mL de gas de la atmosfera del espacio de cabeza y se cuantifico el Etileno desprendido por cromatografía de gases y se evaluó con relación a un estándar conocido de Etileno. El gas estándar utilizado fue Nitrógeno el cual contenía una concentración de 20pmm de etileno.

Se utilizó la siguiente fórmula para determinar la producción de etileno:

$$\mu L Eth(Kg. h^{-1}) = \frac{(Am)(Ce)(Vr - Vf)}{(Ae)(Pf)(Tr)}$$

A_m = área de muestra (área de la muestra – el área del blanco)

C_e = concentración del estándar

V_r = volumen total del recipiente (litros)

V_f = volumen desplazado por el fruto

A_e = área del estándar

P_f = peso del fruto (Kg)

T_r = tiempo de respiración (Horas)

Diseño Experimental y Análisis Estadístico

El diseño experimental utilizado fue un completamente al azar con un arreglo factorial 5X4.

Los datos se evaluaron mediante una análisis de varianza y una prueba de Tukey $\alpha=0.05$ utilizando el programa de análisis estadístico SAS versión 9.3 (SAS 2000).

RESULTADOS

Pruebas biofísicas

Firmeza de pulpa

Los valores de firmeza mostraron que hubo diferencia significativa entre cultivares, siendo Colegio-2005 con 5.34 kg de presión la más alta; los cultivares CP-04-08, CP-03-04W y Azteca descendieron en mayor grado obteniéndose valores de 4.5, 4.4 y 4.3kg respectivamente, el cultivar que tuvo la firmeza más baja fue Robín con 3.7kg.

La firmeza en los frutos de durazno está dada por las protopectinas insolubles y metilesterificadas de la pared celular, que por acción de enzimas como la pectinmetilesterasa, pectinesterasa y oligalacturonasa, se transforman a sustancias más solubles durante la maduración, por lo que el fruto va perdiendo firmeza. De acuerdo al análisis estadístico se encontró que existe diferencia estadística entre grados de madurez para ésta variable.

En los frutos sometidos a frigoconservación durante 1, 2 y 3 semanas, comparados con la semana sin refrigeración, los datos no mostraron diferencia significativa para ninguna de las cuatro semanas evaluadas.

Los cultivares a nivel de día, presentaron diferencia significativa, teniendo valores de 5.1 kg, al día 0 y registrando valores de 3.8 kg al tercer día.

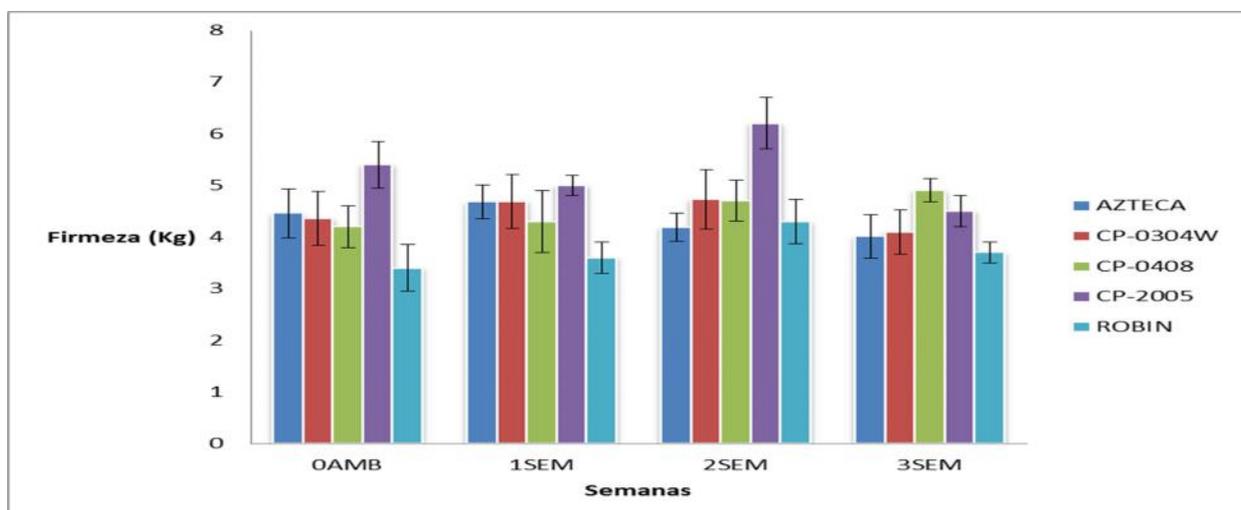


Fig. 9 Pérdida de firmeza en frutos de cinco cultivares de durazno a través de 3 semanas de evaluación postcosecha

Cuadro 7. Firmeza durante postcosecha para cinco cultivares de durazno almacenados a 0, 1, 2 y 3 semanas de refrigeración ($5^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.) y expuestos a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.).

CULTIVAR	Media	Tukey ($p \leq 0.05$)
COLEGIO-2005	5.3457	A
CP-04-08	4.5514	B
CP-03-04W	4.4889	B
AZTECA	4.3389	B C
ROBIN	3.7896	C
Alfa	.005	
Error de grados de libertad	332	
Error de cuadrado medio	2.309889	
Valor crítico del rango	3.87896	
Diferencia mínima significativa	0.6948	

Medias con la misma letra minúscula dentro de cada columna y mayúscula en cada fila son iguales de acuerdo con una prueba de Tukey ($p = 0.05$). $N=72$.

Cuadro 8. Firmeza durante postcosecha para cuatro semanas de almacenamiento en refrigeración ($5^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.) en frutos de cinco cultivares de durazno y expuestos a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.).

SEMANA	Media	Tukey ($p = 0.05$)	N
2SEM	4.8472	A	90
1SEM	4.4843	A	90
0AMB	4.3894	A	90
3SEM	4.2906	A	90
Alfa	0.05		
Error de grados de libertad	332		
Error de cuadrado medio	2.3		
Valor crítico del rango	3.6		
Diferencia mínima significativa	0.5		

Medias con la misma letra minúscula dentro de cada columna y mayúscula en cada fila son iguales de acuerdo con una prueba de Tukey ($p = 0.05$). $N=90$.

Cuadro 9. Firmeza durante postcosecha para frutos de cinco cultivares de durazno expuesto a temperatura ambiente ($20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.). después del almacenamiento en refrigeración ($5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.).

DIA	Media	Tukey (p 0.05)	N
0	5.1881	A	180
2	3.8177	B	180
Alfa	0.05		
Error de grados de libertad	332		
Error de cuadrado medio	2.3		
Valor crítico del rango	2.7		
Diferencia mínima significativa	0.3		

Medias con la misma letra minúscula dentro de cada columna y mayúscula en cada fila son iguales de acuerdo con una prueba de Tukey (p 0.05). N=180.

Cambios en color externo

Luminosidad

Se presentó diferencia significativa a nivel de cultivares, los frutos del cultivar CP-04-08 presentaron el valor más alto de luminosidad, el cultivar Robín tuvieron el valor más bajo de luminosidad (brillo). A nivel de tiempo de almacenamiento, las semanas 3, 2 y 0 no tuvieron diferencias significativas en valores de luminosidad, la semana 1 presento diferencias significativa en sus valores. A nivel de días hubo diferencias significativas para los cuatro días de medición presentando una disminución significativa del día 0 al 4. Díaz-Pérez *et al.* (2000), explicaron que los valores de luminosidad en zapote mamey disminuyen por el oscurecimiento gradual de la pulpa, debido a su estado de maduración.

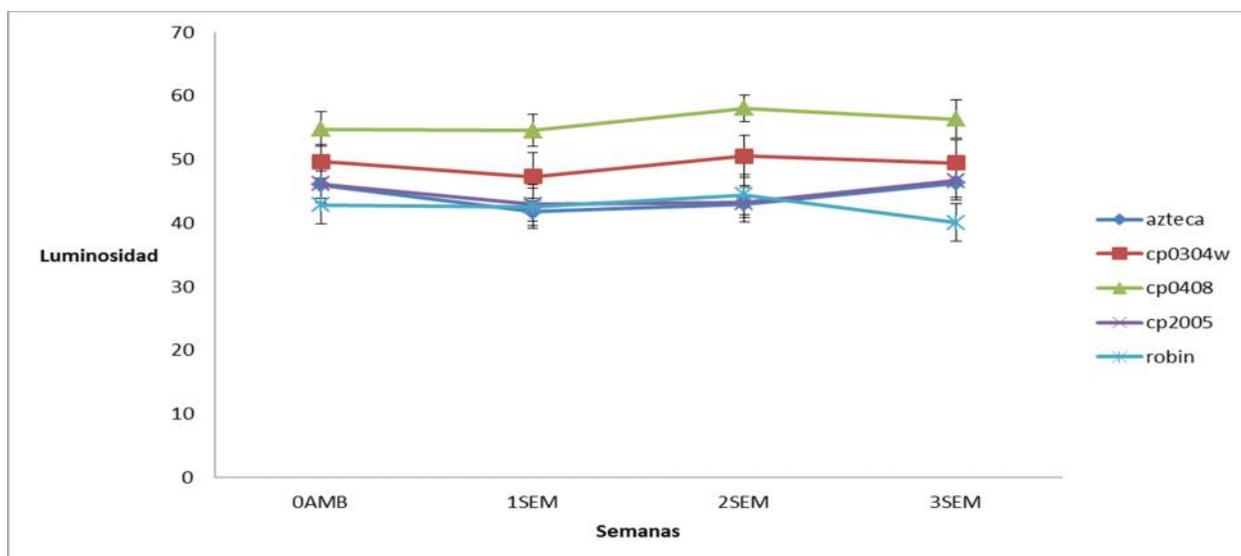


Fig. 10. Comportamiento de la Luminosidad en frutos de cinco cultivares de durazno durante 3 diferentes semanas de evaluación postcosecha

Cuadro 10. Luminosidad durante postcosecha para cinco cultivares de durazno almacenados a 0, 1, 2 y 3 semanas de refrigeración ($5^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.) y expuestos a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.).

CULTIVAR	Media	Tukey Agrupamiento	N
CP-04-08	55.7510	A	147
CP-03-04W	49.1240	B	150
COLEGIO-2005	44.7141	C	160
AZTECA	44.2713	C	157
ROBIN	42.4377	D	159
Alfa	0.05		
Error de grados de libertad	729		
Error de cuadrado medio	32.01		
Valor crítico del rango	3.867		
Diferencia mínima significativa	1.76		

Medias con la misma letra minúscula dentro de cada columna y mayúscula en cada fila son iguales de acuerdo con una prueba de Tukey (p 0.05). N=160

Cuadro 11. Luminosidad durante postcosecha para cuatro semanas de almacenamiento en refrigeración ($5^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.) en frutos de cinco cultivares de durazno y expuestos a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.).

SEMANA	Media	Tukey Agrupamiento	N
0AMB	47.8738	A	200
3SEM	47.5980	A	197
2SEM	47.1929	B A	176
1SEM	45.7948	B	200
Alfa	0.05		
Error de grados de libertad	729		
Error de cuadrado medio	32.014		
Valor crítico del rango	3.641		
Diferencia mínima significativa	1.48		

Medias con la misma letra minúscula dentro de cada columna y mayúscula en cada fila son iguales de acuerdo con una prueba de Tukey (p 0.05). N=200

Cuadro 12. Luminosidad durante postcosecha para frutos de cinco cultivares de durazno expuesto a temperatura ambiente ($20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.). después del almacenamiento en refrigeración ($5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.).

DIA	Media	Tukey Agrupamiento	N
0	49.5035	A	200
1	47.1221	B	199
2	46.5342	B	199
3	45.0180	C	175
Alfa	0.05		
Error de grados de libertad	729		
Error de cuadrado medio	32.014		
Valor crítico del rango	3.641		
Diferencia mínima significativa	1.48		

Medias con la misma letra minúscula dentro de cada columna y mayúscula en cada fila son iguales de acuerdo con una prueba de Tukey (p 0.05). N=200

Hue

El ángulo de tono (hue) de los frutos a nivel de cultivar presento diferencia significativa, los cultivares Colegio-2005, Azteca y Robin tuvieron los valores más altos ubicándolos en el verde y amarillo, los cultivares CP-04-08 y CP-03-04W presentaron valores más bajos ubicándolos en el tono rojo lo cual coincide con lo reportado por Villalobos (1995), quien encontró que en los frutos verdes es más alto el ángulo de matiz (Hue). El ángulo de tono a nivel de semana y de día no tuvo diferencias significativas, lo que sugiere que el tono a través del tiempo no cambió significativamente.

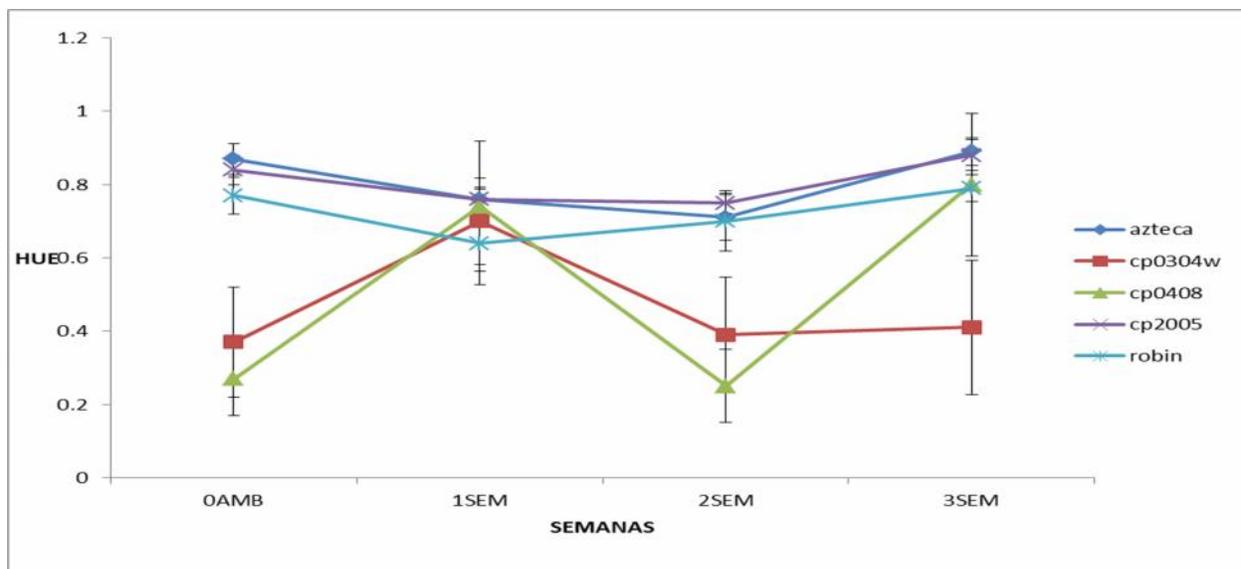


Fig. 11. Comportamiento del componente de color Hue en frutos de cinco cultivares de durazno durante 3 diferentes semanas de evaluación postcosecha

Cuadro 13. Hue durante postcosecha para cinco cultivares de durazno almacenados a 0, 1, 2 y 3 semanas de refrigeración ($5^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.) y expuestos a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.).

CULTIVAR	Media	Tukey Agrupamiento	N
COLEGIO-2005	0.81293	A	160
AZTECA	0.81160	A	160
ROBIN	0.73072	A	160
CP-0408	0.51911	B	160
CP-0304W	0.47070	B	160
Alfa	0.05		
Error de grados de libertad	756		
Error de cuadrado medio	0.234		
Valor crítico del rango	3.867		
Diferencia mínima significativa	0.148		

Medias con la misma letra minúscula dentro de cada columna y mayúscula en cada fila son iguales de acuerdo con una prueba de Tukey (p 0.05). N=160

Cuadro 14. Hue durante postcosecha para cuatro semanas de almacenamiento en refrigeración ($5^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.) en frutos de cinco cultivares de durazno y expuestos a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.).

SEMANA	Media	Tukey Agrupamiento	N
3SEM	0.75950	A	200
1SEM	0.72457	B A	200
0AMB	0.62764	B C	200
2SEM	0.56434	C	200
Alfa	0.05		
Error de grados de libertad	735		
Error de cuadrado medio	0.234		
Valor crítico del rango	3.641		
Diferencia mínima significativa	0.124		

Medias con la misma letra minúscula dentro de cada columna y mayúscula en cada fila son iguales de acuerdo con una prueba de Tukey (p 0.05). N=200

Cuadro 15. Hue durante postcosecha para frutos de cinco cultivares de durazno expuesto a temperatura ambiente ($20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.). después del almacenamiento en refrigeración ($5^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.).

DIA	Media	Tukey Agrupamiento	N
2	0.72373	A	200
1	0.68848	B A	200
3	0.67544	B A	200
0	0.58839	B	200
Alfa	0.05		
Error de grados de libertad	756		
Error de cuadrado medio	0.234		
Valor crítico del rango	3.64		
Diferencia mínima significativa	0.124		

Medias con la misma letra minúscula dentro de cada columna y mayúscula en cada fila son iguales de acuerdo con una prueba de Tukey ($p = 0.05$). N=200

Croma

Con respecto al índice saturación (croma), a nivel de cultivar se encontraron diferencias significativas, la cultivar Colegio-2005 presentó el valor más alto, los cultivares CP-03-04W y Robin tuvieron los valores más bajos. A nivel de semanas y de días no hubo diferencias significativas del índice de saturación y mostraron poca disminución en el croma. Al respecto, Díaz-Pérez *et al.* (2000) indicaron que en frutos de zapote mamey existe poca variación de la cromaticidad durante la maduración.

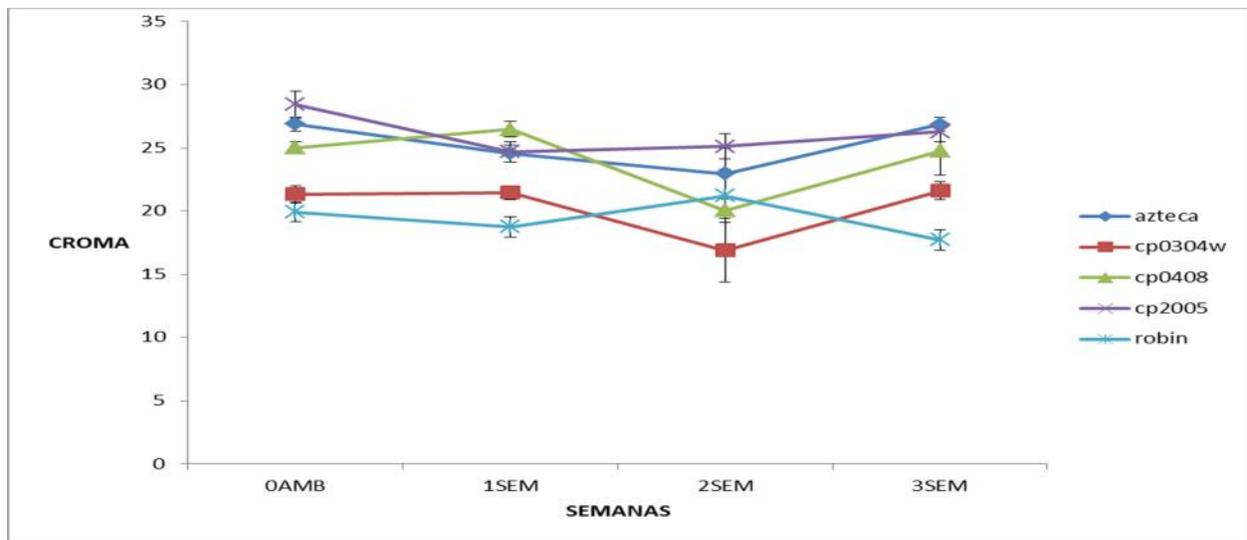


Fig. 12. Comportamiento del componente de color Croma en frutos de cinco cultivares de durazno durante 3 diferentes semanas de evaluación postcosecha

Cuadro 16. Cromo durante postcosecha para cinco cultivares de durazno almacenados a 0, 1, 2 y 3 semanas de refrigeración ($5^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.) y expuestos a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.).

CULTIVAR	Media	Tukey Agrupamiento	N
COLEGIO-2005	26.1389	A	160
AZTECA	25.3171	B A	160
CP-0408	24.0795	B	160
CP-0304W	20.3300	C	160
ROBIN	19.4071	C	160
Alfa	0.05		
Error de grados de libertad	756		
Error de cuadrado medio	19.544		
Valor crítico del rango	3.867		
Diferencia mínima significativa	1.351		

Medias con la misma letra minúscula dentro de cada columna y mayúscula en cada fila son iguales de acuerdo con una prueba de Tukey ($p = 0.05$). N=160

Cuadro 17. Cromo durante postcosecha para cuatro semanas de almacenamiento en refrigeración ($5^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.) en frutos de cinco cultivares de durazno y expuestos a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.).

SEMANA	Media	Tukey Agrupamiento	N
0AMB	24.3205	A	200
3SEM	23.4503	A	200
1SEM	23.1935	A	200
2SEM	21.2539	B	200
Alfa	0.05		
Error de grados de libertad	756		
Error de cuadrado medio	19.544		
Valor crítico del rango	3.641		
Diferencia mínima significativa	1.138		

Medias con la misma letra minúscula dentro de cada columna y mayúscula en cada fila son iguales de acuerdo con una prueba de Tukey ($p = 0.05$). N=200

Cuadro 18. Cromo durante postcosecha para frutos de cinco cultivares de durazno expuesto a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.). después del almacenamiento en refrigeración ($5^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.).

DIA	Media	Tukey Agrupamiento	N
0	24.6572	A	200
1	24.1091	B A	200
2	23.4531	B	200
3	19.9987	C	200
Alfa	0.05		
Error de grados de libertad	756		
Error de cuadrado medio	19.544		
Valor crítico del rango	3.641		
Diferencia mínima significativa	1.138		

Medias con la misma letra minúscula dentro de cada columna y mayúscula en cada fila son iguales de acuerdo con una prueba de Tukey ($p = 0.05$). N=200

Pruebas bioquímicas

Acidez titulable

Con respecto a la acidez titulable, a nivel de cultivar se presentó diferencia significativa. Los cultivares Robin y Azteca que presentaron los valores más altos de contenido de ácido cítrico. Los cultivares CP-04-03W y CP-04-08 mostraron cantidades inferiores. A nivel de semanas se presentó diferencia significativa, la acidez titulable disminuyó significativamente de la semana 0 a la semana 3. A nivel de día la acidez tuvo diferencia significativa y disminuyó del día 0 al día 2. Al respecto, Kader (2002) menciona que en frutos climatéricos los ácidos pueden disminuir, resultando un sabor dulce.

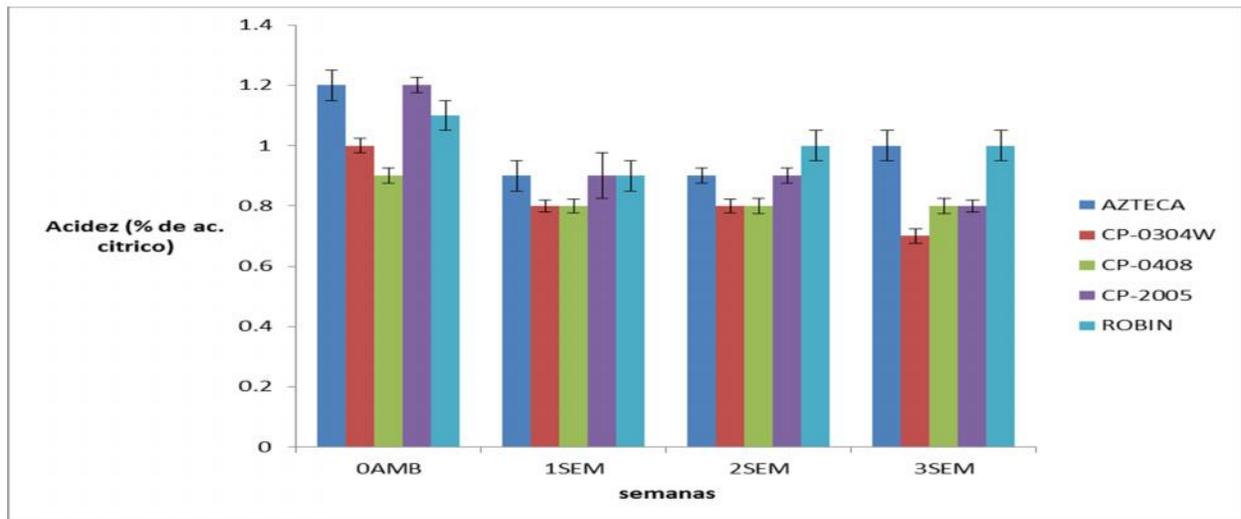


Fig. 13. Porcentaje de Ácido cítrico en frutos de cinco cultivares de durazno en 3 diferentes semanas de evaluación postcosecha.

Cuadro 19. Acidez durante postcosecha para cinco cultivares de durazno almacenados a 0, 1, 2 y 3 semanas de refrigeración ($5^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.) y expuestos a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.).

CULTIVAR	Media	Tukey Agrupamiento	N
ROBIN	1.03428	A	24
AZTECA	1.02741	A	24
COLEGIO-2005	0.98261	B A	24
CP-0304W	0.87808	B	24
CP-0408	0.87509	B	24
Alfa	0.05		
Error de grados de libertad	92		
Error de cuadrado medio	0.029		
Valor crítico del rango	3.935		
Diferencia mínima significativa	0.137		

Medias con la misma letra minúscula dentro de cada columna y mayúscula en cada fila son iguales de acuerdo con una prueba de Tukey ($p < 0.05$). N=24

Cuadro 20. Acidez durante postcosecha para cuatro semanas de almacenamiento en refrigeración (5°C ± 1, 85-90% H.R.) en frutos de cinco cultivares de durazno y expuestos a temperatura ambiente (20°C ± 2, 50-60% de H.R.).

SEMANA	Media	Tukey Agrupamiento	N
0AMB	1.12609	A	30
2SEM	0.91511	B	30
1SEM	0.89839	B	30
3SEM	0.89839	B	30
Alfa	0.05		
Error de grados de libertad	92		
Error de cuadrado medio	0.029		
Valor crítico del rango	3.70		
Diferencia mínima significativa	0.115		

Medias con la misma letra minúscula dentro de cada columna y mayúscula en cada fila son iguales de acuerdo con una prueba de Tukey (p 0.05). N=200

Cuadro 21. Acidez durante postcosecha para frutos de cinco cultivares de durazno expuesto a temperatura ambiente (20 ° C ± 2, 50-60% de H.R.). después del almacenamiento en refrigeración (5°C ± 1, 85-90% H.R.).

DIA	Media	Tukey Agrupamiento	N
0	0.99277	A	60
2	0.92623	B	60
Alfa	0.05		
Error de grados de libertad	92		
Error de cuadrado medio	0.029		
Valor crítico del rango	2.808		
Diferencia mínima significativa	0.062		

Medias con la misma letra minúscula dentro de cada columna y mayúscula en cada fila son iguales de acuerdo con una prueba de Tukey (p 0.05). N=60

Sólidos solubles totales

Los sólidos solubles totales (°Brix) a nivel de cultivar presentaron diferencias significativas, Robin y Colegio-2005 son los cultivares que presentaron un mayor contenido de °Brix 13.7 y 13.3 respectivamente, el cultivar CP-04-08 es el de menor cantidad con 10.4°Brix. Al respecto Crisosto, *et al.*, (2000) mencionan que los duraznos deben tener un mínimo de 11 °Brix para que sea aceptable su consumo.

A nivel de semana se presentó diferencia significativa, se observó un incremento paulatino de la semana 0 con 11.01 hasta la semana 3 que presentó 13.45 de sólidos solubles. A nivel de día también se presentó diferencia significativa teniendo un incremento de sólidos solubles totales de 11.8 en el día 0 a 12.8°Brix en el día 2.

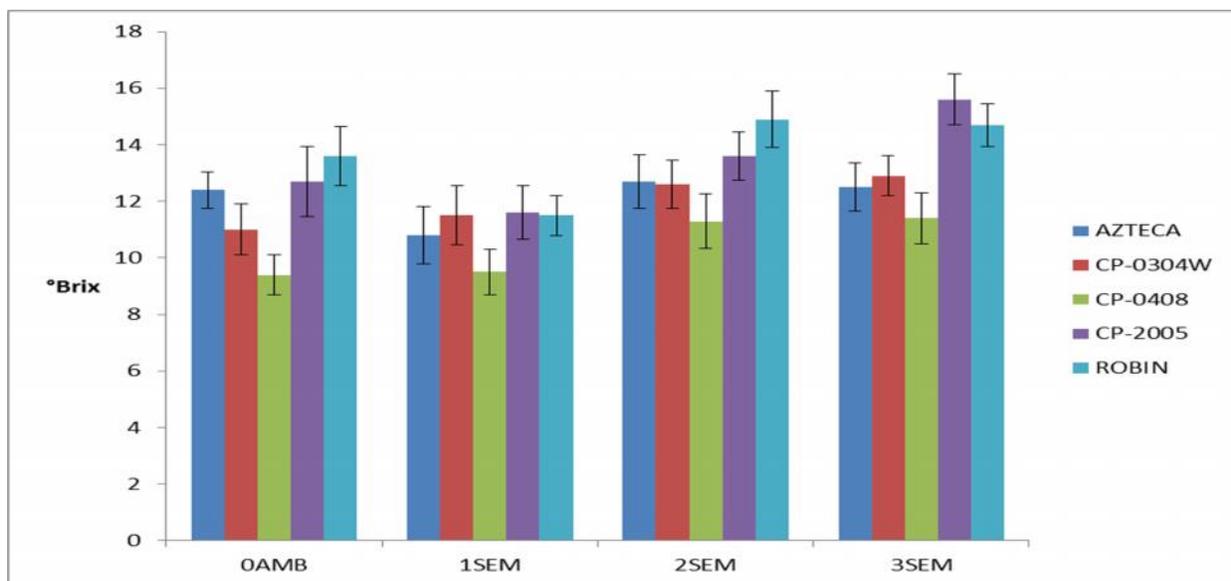


Fig. 14. Concentración de Sólidos Solubles Totales (°Brix) en frutos de cinco cultivares de durazno en tres diferentes semanas de evaluación postcosecha

Cuadro 22. °Brix durante postcosecha para cinco cultivares de durazno almacenados a 0, 1, 2 y 3 semanas de refrigeración ($5^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.) y expuestos a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.).

CULTIVAR	Media	Tukey (p 0.05)
ROBIN	13.7333	A
COLEGIO-2005	13.3479	A
AZTECA	12.1576	B
CP-0304W	12.0618	B
CP-0408	10.4000	C
Alfa	0.05	
Error de grados de libertad	332	
Error de cuadrado medio	3.151	
Valor crítico del rango	3.878	
Diferencia mínima significativa	0.811	

Medias con la misma letra minúscula dentro de cada columna y mayúscula en cada fila son iguales de acuerdo con una prueba de Tukey (p 0.05). N=72

Cuadro 23. °Brix durante postcosecha para cuatro semanas de almacenamiento en refrigeración ($5^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.) en frutos de cinco cultivares de durazno y expuestos a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.).

SEMANA	Media	Tukey Agrupamiento	N
3SEM	13.4500	A	90
2SEM	13.0067	A	90
0AMB	11.8939	B	90
1SEM	11.0100	C	90
Alfa	0.05		
Error de grados de libertad	332		
Error de cuadrado medio	3.151		
Valor crítico del rango	3.65		
Diferencia mínima significativa	0.683		

Medias con la misma letra minúscula dentro de cada columna y mayúscula en cada fila son iguales de acuerdo con una prueba de Tukey (p 0.05). N=90

Cuadro 24. °Brix durante postcosecha para frutos de cinco cultivares de durazno expuesto a temperatura ambiente (20 ° C ± 2, 50-60% de H.R.). después del almacenamiento en refrigeración (5°C ± 1, 85-90% H.R.).

DIA	Media	Tukey Agrupamiento	N
0	11.8767	A	180
2	12.8036	B	180
Alfa	0.05		
Error de grados de libertad	332		
Error de cuadrado medio	3.1510		
Valor crítico del rango	2.781		
Diferencia mínima significativa	0.368		

Medias con la misma letra minúscula dentro de cada columna y mayúscula en cada fila son iguales de acuerdo con una prueba de Tukey (p 0.05). N=180

Relacion °Brix/acidez

Para la variable Relación °Brix/Acidez a nivel de cultivares se presentó diferencia significativa, siendo la cultivar Colegio-2005 la de más alto valor con 14.7, el cultivar CP-04-08 fue el que obtuvo el valor más bajo en la relación °Brix/acidez con 12.1. Al respectó Crisosto *et al.*, (2000), mencionan que el consumidor tiene una mayor aceptación de los duraznos cuando la relación °Brix/acidez es más alta y considera que es un factor importante en el gusto del consumidor.

A nivel de semana, la 0 fue la que presentó el más bajo valor con 10.7, la relación aumentó en las siguientes semanas hasta la semana 3 que presentó valores de 15.4, esto, debido al incremento de los °Brix y la reducción de la Acidez a través del tiempo de maduración.

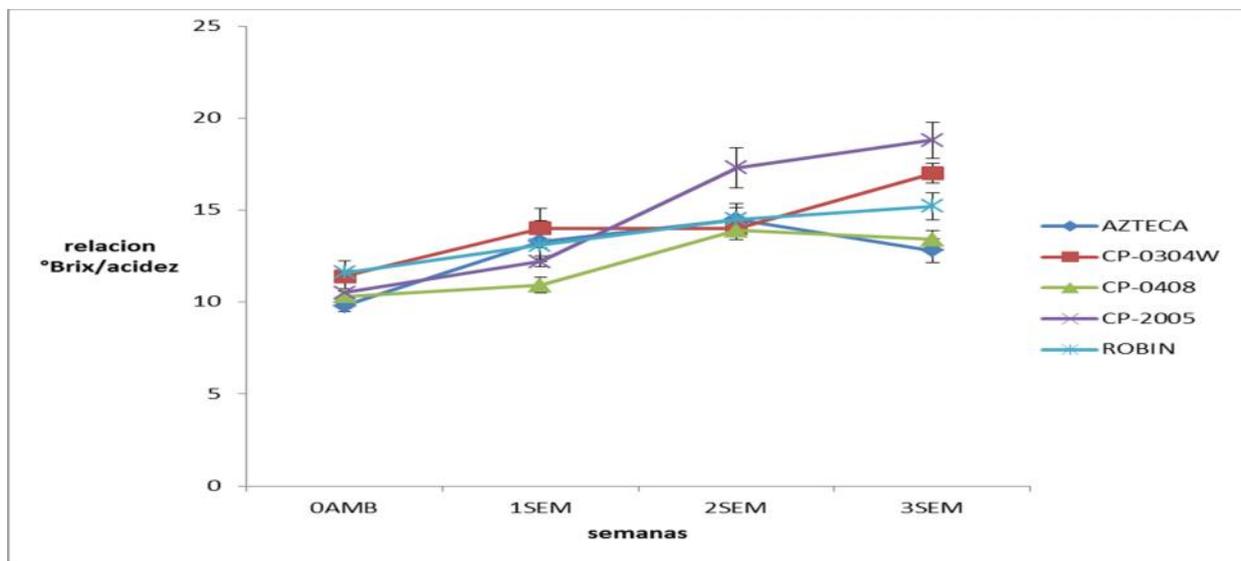


Fig. 15. Comportamiento de la Relación °Brix/Acidez de frutos de cinco cultivares de durazno en tres diferentes semanas de evaluación postcosecha

Cuadro 25. Relación °Brix/Acidez durante postcosecha para cinco cultivares de durazno almacenados a 0, 1, 2 y 3 semanas de refrigeración ($5^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.) y expuestos a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.).

CULTIVAR	Media	Tukey Agrupamiento	N
COLEGIO-2005	14.7249	A	24
CP-0304W	14.3551	B A	24
ROBIN	13.6317	B A	24
AZTECA	12.6319	B A	24
CP-0408	12.1600	B	24
Alfa	0.05		
Error de grados de libertad	92		
Error de cuadrado medio	8.322		
Valor crítico del rango	3.935		
Diferencia mínima significativa	2.317		

Medias con la misma letra minúscula dentro de cada columna y mayúscula en cada fila son iguales de acuerdo con una prueba de Tukey ($p = 0.05$). $N=24$

Cuadro 26. Relación °Brix/acidez durante postcosecha para cuatro semanas de almacenamiento en refrigeración ($5^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.) en frutos de cinco cultivares de durazno y expuestos a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.).

SEMANA	Media	Tukey Agrupamiento	N
3SEM	15.4558	A	30
2SEM	15.0150	A	30
1SEM	12.7609	B	30
0AMB	10.7713	C	30
Alfa	0.05		
Error de grados de libertad	92		
Error de cuadrado medio	8.322		
Valor crítico del rango	3.70		
Diferencia mínima significativa	1.94		

Medias con la misma letra minúscula dentro de cada columna y mayúscula en cada fila son iguales de acuerdo con una prueba de Tukey ($p = 0.05$). $N=30$

Cuadro 27. Relación °Brix/Acidez Firmeza durante postcosecha para frutos de cinco cultivares de durazno expuesto a temperatura ambiente ($20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.), después del almacenamiento en refrigeración ($5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.).

DIA	Media	Tukey Agrupamiento	N
0	12.4035	A	60
2	14.5980	B	60
Alfa	0.05		
Error de grados de libertad	92		
Error de cuadrado medio	8.322		
Valor crítico del rango	2.80		
Diferencia mínima significativa	1.04		

Medias con la misma letra minúscula dentro de cada columna y mayúscula en cada fila son iguales de acuerdo con una prueba de Tukey ($p = 0.05$). N=60

Pruebas fisiológicas

Pérdida de peso

Las pérdidas de peso de los frutos a nivel de cultivar presentaron diferencias significativas, los cultivares Colegio-2005, Robin, CP-03-04W y CP-04-08 fueron las que presentaron los valores más altos de pérdida de peso acumulada de 18 a 19%, el cultivar Azteca es la que presentó el valor más bajo de pérdida de peso con 14.7%. El sistema dérmico de los productos (cubiertas protectoras exteriores) gobierna la regulación de pérdida de agua; este sistema incluye la cutícula, células epidérmicas, estomas, lenticelas, y tricomas. El espesor, estructura, y composición química de la cutícula varía grandemente entre productos y entre estados de desarrollo de un determinado producto (Kader, 2002). Esto permite suponer que la permeabilidad al transporte de agua entre cultivares es distinta.

Adicional, la pérdida de peso a nivel de semanas presentó diferencia significativa, la semana 1 fue la que presentó el valor más bajo de pérdida de peso acumulado, seguido de la semana 0. Las semanas 3 y 2 aumentaron significativamente $p < 0.05$ la pérdida de peso con respecto al primer semana. De acuerdo con Wills *et al.* (1998), una pérdida

de peso superior a 5 % puede ser suficiente para disminuir la calidad en diferentes frutos. Otros autores (Ryall y Lipton, 1982) consideran que los síntomas de pérdida de agua en frutas y hortalizas llegan a ser evidentes cuando pierden entre 5 y 10 % de su peso, debido principalmente a la transpiración y a las características estructurales de los tejidos.

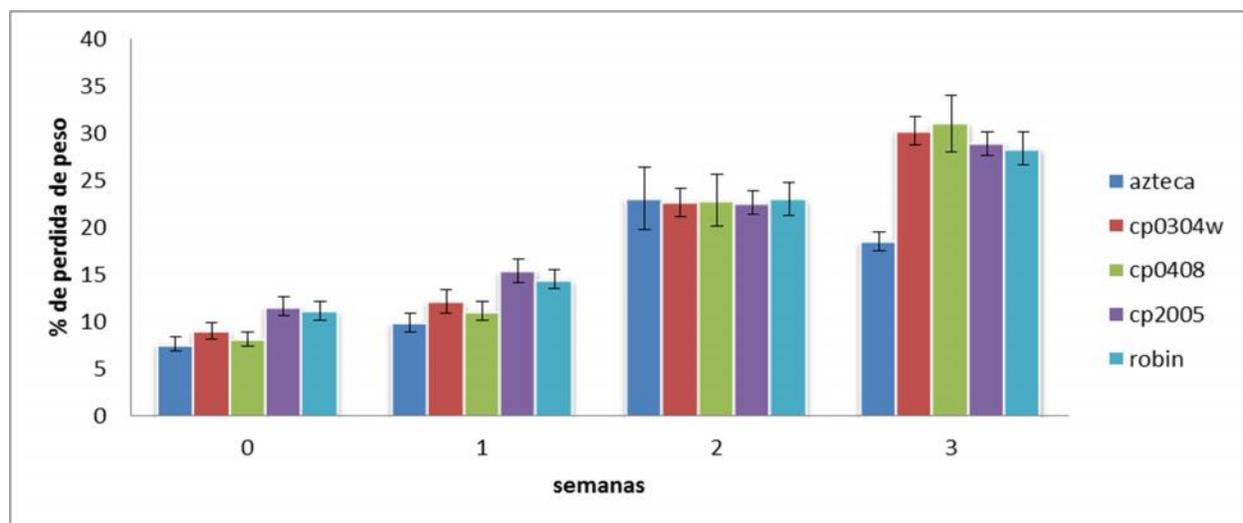


Fig. 16. Porcentaje de pérdida de peso de frutos de cinco cultivares de durazno almacenados a tres diferentes semanas en postcosecha

Cuadro 28. Pérdida de peso durante postcosecha para cinco cultivares de durazno almacenados a 0, 1, 2 y 3 semanas de refrigeración ($5^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.) y expuestos a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.).

CULTIVAR	Media	Tukey Agrupamiento	N
COLEGIO-2005	19.591	A	120
ROBIN	19.236	A	120
CP-0304W	18.487	A	120
CP-0408	18.258	A	120
AZTECA	14.742	B	120
Alfa	0.05		
Error de grados de libertad	564		
Error de cuadrado medio	97.11		
Valor crítico del rango	3.87		
Diferencia mínima significativa	3.481		

Medias con la misma letra minúscula dentro de cada columna y mayúscula en cada fila son iguales de acuerdo con una prueba de Tukey (p 0.05). N=120

Cuadro 29. Pérdida de peso durante postcosecha para cuatro semanas de almacenamiento en refrigeración ($5^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.) en frutos de cinco cultivares de durazno y expuestos a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.).

SEMANA	Media	Tukey Agrupamiento	N
3SEM	27.375	A	150
2SEM	22.808	B	150
1SEM	12.577	C	150
0AMB	9.490	D	150
Alfa	0.05		
Error de grados de libertad	564		
Error de cuadrado medio	97.11		
Valor crítico del rango	3.644		
Diferencia mínima significativa	2.932		

Medias con la misma letra minúscula dentro de cada columna y mayúscula en cada fila son iguales de acuerdo con una prueba de Tukey (p 0.05). N=150

Cuadro 30. Pérdida de peso durante postcosecha para frutos de cinco cultivares de durazno expuesto a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.). después del almacenamiento en refrigeración ($5^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.).

DIA	Media	Tukey Agrupamiento	N
3	23.8996	A	200
2	17.6989	B	200
1	12.5897	C	200
Alfa	0.05		
Error de grados de libertad	564		
Error de cuadrado medio	97.11		
Valor crítico del rango	3.32		
Diferencia mínima significativa	2.31		

Medias con la misma letra minúscula dentro de cada columna y mayúscula en cada fila son iguales de acuerdo con una prueba de Tukey (p 0.05). N=200

Producción de etanol

En cuanto a la variable producción de etanol, a nivel de cultivares se presentó diferencia significativa. El cultivar Robin tuvo la producción más elevada de etanol con 18.3 mg/100gr de pulpa. Los cultivares Colegio-2005, Azteca y CP-03-04W no presentaron diferencia estadística en contenido de etanol. El cultivar CP-04-08 presentó la menor producción de etanol con 6.3mg/100gr de pulpa. A nivel de semanas, hay diferencias significativas para la semana 3 la cual presentó una elevada producción de etanol, al Ambiente, 1er semana y 2da semana, no tuvieron diferencia significativa en la producción de etanol. Villamil, *et al.*, (2005) comentan al respecto que en frutos

almacenados por largos periodos se presentan procesos de fermentación de los azúcares, que generan metabolitos indeseables, entre ellos el etanol.

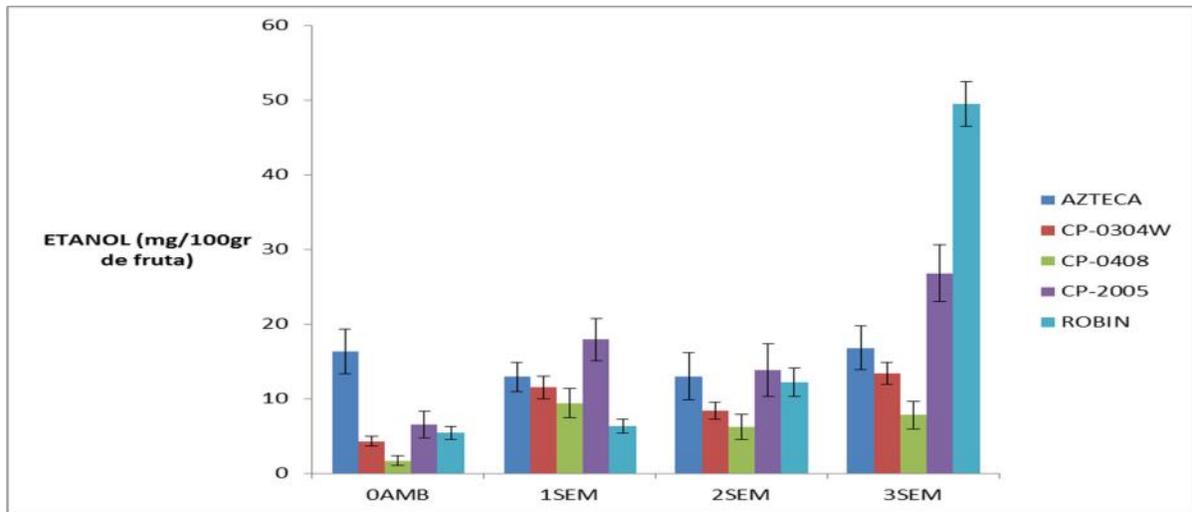


Fig. 17. Producción de Etanol en frutos de cinco cultivares de durazno en tres diferentes semanas de evaluación postcosecha

Cuadro 31. Producción de etanol durante postcosecha para cinco cultivares de durazno almacenados a 0, 1, 2 y 3 semanas de refrigeración ($5^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.) y expuestos a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.).

CULTIVAR	Media	Tukey Agrupamiento	N
ROBIN	18.379	A	24
COLEGIO-2005	16.284	B A	24
AZTECA	14.801	B A	24
CP-0304W	9.447	B C	24
CP-0408	6.340	C	24

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	92
Error de cuadrado medio	83.33
Valor crítico del rango	3.93
Diferencia mínima significativa	7.28

Medias con la misma letra minúscula dentro de cada columna y mayúscula en cada fila son iguales de acuerdo con una prueba de Tukey (p 0.05). N=24

Cuadro 32. Producción de etanol durante postcosecha para cuatro semanas de almacenamiento en refrigeración ($5^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.) en frutos de cinco cultivares de durazno y expuestos a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.).

SEMANA	Media	Tukey Agrupamiento	N
3SEM	22.936	A	30
1SEM	11.622	B	30
2SEM	10.753	B	30

OAMB	6.889	B	30
Alfa	0.05		
Error de grados de libertad	92		
Error de cuadrado medio	82.33		
Valor crítico del rango	3.7		
Diferencia mínima significativa	6.13		

Medias con la misma letra minúscula dentro de cada columna y mayúscula en cada fila son iguales de acuerdo con una prueba de Tukey (p 0.05). N=30

Producción de acetaldehído

En la variable Producción de acetaldehído a nivel de cultivares no presentó diferencia significativa, siendo el cultivar Colegio-2005 la de menor producción con 1.8 mg/100gr de fruta y CP-03-04W la de mayor producción con 4.3mg/100gr de fruta. En cuanto a nivel de semana si se presentó diferencias significativa para la semana 3 la cual tiene una producción de acetaldehído de 4.3mg/100gr de fruta, las semanas 2, 1 y 0 fueron estadísticamente iguales en su producción de acetaldehído.

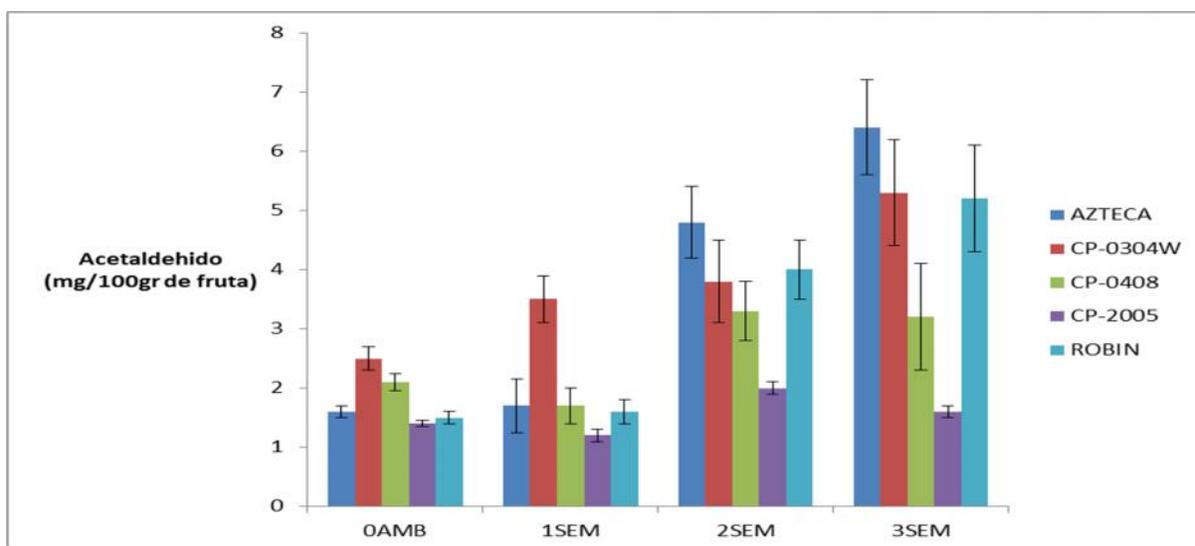


Fig. 18. Producción de Acetaldehido en frutos de cinco cultivares de durazno en tres diferentes semanas de evaluación postcosecha

Cuadro 33. Producción de acetaldehído durante postcosecha para cinco cultivares de durazno almacenados a 0, 1, 2 y 3 semanas de refrigeración ($5^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.) y expuestos a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.).

CULTIVAR	Media	Tukey (p 0.05)	N
CP-0304W	3.8053	A	24
AZTECA	3.6765	A	24
ROBIN	3.1452	A	24
CP-0408	2.6237	A	24
COLEGIO-2005	1.5648	A	24
Alfa	0.005		
Error de grados de libertad	92		
Error de cuadrado medio	9.407		
Valor crítico del rango	3.935		
Diferencia mínima significativa	2.463		

Medias con la misma letra minúscula dentro de cada columna y mayúscula en cada fila son iguales de acuerdo con una prueba de Tukey (p 0.05). N=24

Cuadro 34. Producción de acetaldehído durante postcosecha para cuatro semanas de almacenamiento en refrigeración ($5^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.) en frutos de cinco cultivares de durazno y expuestos a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.).

SEMANA	Media	Tukey (p 0.05)	N
3SEM	4.3789	A	30
2SEM	3.6228	B A	30
1SEM	1.9944	B	30
0AMB	1.8564	B	30
Alfa	0.05		
Error de grados de libertad	92		
Error de cuadrado medio	9.407		
Valor crítico del rango	3.7		
Diferencia mínima significativa	2.072		

Medias con la misma letra minúscula dentro de cada columna y mayúscula en cada fila son iguales de acuerdo con una prueba de Tukey (p 0.05). N=30

Velocidad de respiración

El cultivar que presentó el valor más elevado de respiración fue Robin con $75.3 \text{ mL de CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$, seguida de los cultivares Azteca y Colegio-2005 con 74.5 y $73.2 \text{ mL de CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ respectivamente; los cultivares CP-03-04W y CP-04-08 presentaron cantidades menores de 68.3 y $61.2 \text{ mL de CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$. La intensidad respiratoria en los frutos de las cinco cultivares se fue incrementando, lo que permite definir que los frutos de durazno mostraron un comportamiento climatérico. En postcosecha, los frutos climatéricos muestran un incremento gradual en la velocidad de respiración en tanto maduran y envejecen (Kader, 2002).

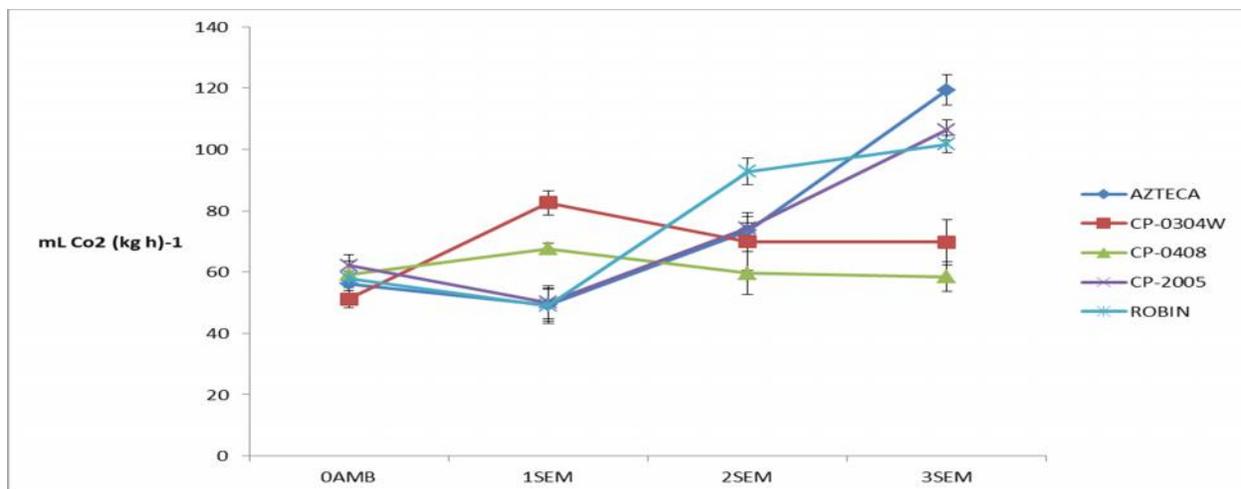


Fig. 19. Producción de CO₂ en frutos de cinco cultivares de durazno almacenados a durante tres semanas en postcosecha

Cuadro 35. Velocidad de respiración durante postcosecha para cinco cultivares de durazno almacenados a 0, 1, 2 y 3 semanas de refrigeración (5°C ± 1, 85-90% H.R.) y expuestos a temperatura ambiente (20°C ± 2, 50-60% de H.R.).

CULTIVAR	Media	Tukey Agrupamiento	N
ROBIN	75.387	A	36
AZTECA	74.546	A	36
COLEGIO-2005	73.284	A	36
CP-0304W	68.372	B A	36
CP-0408	61.260	B	36
Alfa	0.05		
Error de grados de libertad	144		
Error de cuadrado medio	263.185		
Valor crítico del rango	3.906		
Diferencia mínima significativa	10.564		

Medias con la misma letra minúscula dentro de cada columna y mayúscula en cada fila son iguales de acuerdo con una prueba de Tukey (p 0.05). N=36

Cuadro 36. Velocidad de respiración durante postcosecha para cuatro semanas de almacenamiento en refrigeración (5°C ± 1, 85-90% H.R.) en frutos de cinco cultivares de durazno y expuestos a temperatura ambiente (20°C ± 2, 50-60% de H.R.).

SEMANA	Media	Tukey Agrupamiento	N
3SEM	91.221	A	45
2SEM	74.021	B	45
1SEM	59.687	C	45
0AMB	57.350	C	45
Alfa	0.05		
Error de grados de libertad	144		
Error de cuadrado medio	265.185		
Valor crítico del rango	3.675		
Diferencia mínima significativa	8.889		

Medias con la misma letra minúscula dentro de cada columna y mayúscula en cada fila son iguales de acuerdo con una prueba de Tukey (p 0.05). N=45

Cuadro 37. Velocidad de respiración durante postcosecha para frutos de cinco cultivares de durazno expuesto a temperatura ambiente ($20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.), después del almacenamiento en refrigeración ($5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.).

DIA	Media	Tukey Agrupamiento	N
2	82.200	A	60
1	71.207	B	60
0	58.302	C	60
Alfa	0.05		
Error de grados de libertad	144		
Error de cuadrado medio	263.185		
Valor crítico del rango	3.349		
Diferencia mínima significativa	7.014		

Medias con la misma letra minúscula dentro de cada columna y mayúscula en cada fila son iguales de acuerdo con una prueba de Tukey ($p < 0.05$). N=60

Producción de etileno

El cultivar que presentó el valor más elevado de producción de etileno fue Colegio-2005 con $10.1\text{ }\mu\text{L de Etileno Kg}^{-1}\text{ h}^{-1}$, seguida de los cultivares Azteca, CP-04-08 y Robin con 6.2, 2.8 y $2.1\text{ }\mu\text{L de Etileno Kg}^{-1}\text{ h}^{-1}$ respectivamente, y el cultivar CP-03-04W no presentó producción de Etileno. El aumento en la biosíntesis de etileno en ambientes de almacenamiento juega un papel principal en la prolongación de vida postcosecha. La eliminación de etileno y/o inhibición del efecto de éste en ambientes de almacenamiento es fundamental para mantener la calidad de post-cosecha en frutos climatéricos (Saltveit, 1992).

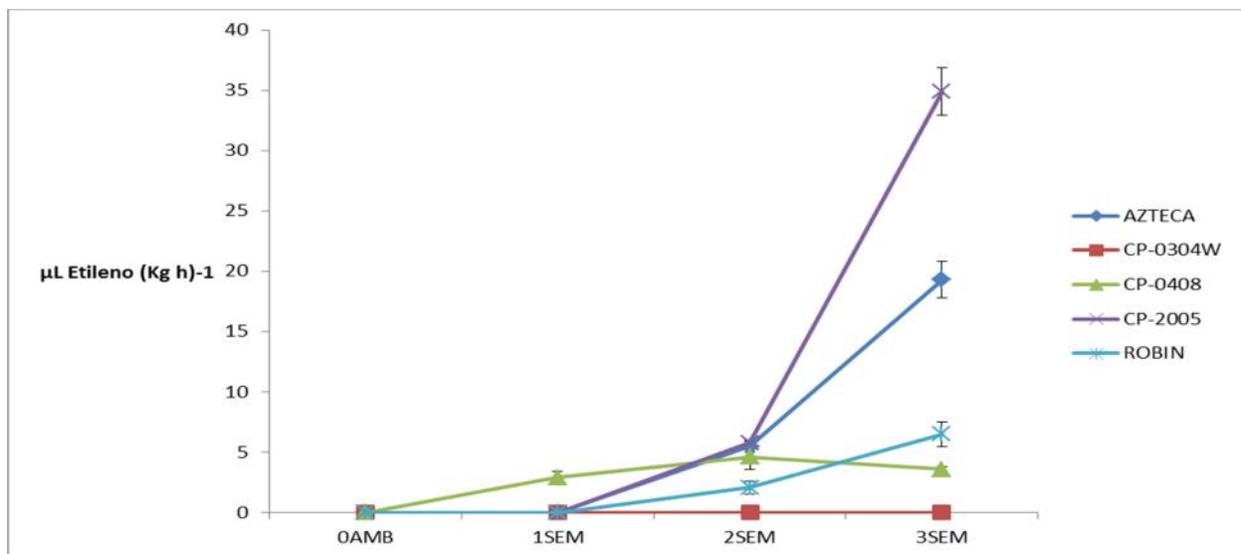


Fig. 20. Producción de Etileno en frutos de cinco cultivares de durazno almacenados a tres diferentes semanas en postcosecha

Cuadro 38. Producción de etileno durante postcosecha para cinco cultivares de durazno almacenados a 0, 1, 2 y 3 semanas de refrigeración ($5^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.) y expuestos a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.).

CULTIVAR	Media	Tukey Agrupamiento	N
COLEGIO-2005	10.193	A	36
AZTECA	6.294	B A	36
CP-0408	2.815	B A	36
ROBIN	2.151	B A	36
CP-0304W	0.000	B	36
Alfa	0.05		
Error de grados de libertad	144		
Error de cuadrado medio	173.97		
Valor crítico del rango	3.906		
Diferencia mínima significativa	8.588		

Medias con la misma letra minúscula dentro de cada columna y mayúscula en cada fila son iguales de acuerdo con una prueba de Tukey (p 0.05). N=36

Cuadro 39. Producción de etileno durante postcosecha para cuatro semanas de almacenamiento en refrigeración ($5^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.) en frutos de cinco cultivares de durazno y expuestos a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.).

SEMANA	Media	Tukey Agrupamiento	N
3SEM	12.944	A	45
2SEM	3.632	B	45
1SEM	0.587	B	45
0AMB	0.000	B	45
Alfa	0.05		
Error de grados de libertad	144		
Error de cuadrado medio	173.97		
Valor crítico del rango	3.675		
Diferencia mínima significativa	7.227		

Medias con la misma letra minúscula dentro de cada columna y mayúscula en cada fila son iguales de acuerdo con una prueba de Tukey (p 0.05). N=45

Cuadro 40. Producción de etileno durante postcosecha para frutos de cinco cultivares de durazno expuesto a temperatura ambiente ($20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$, 50-60% de H.R.). después del almacenamiento en refrigeración ($5^{\circ}\text{C} \pm 1$, 85-90% H.R.).

DIA	Media	Tukey Agrupamiento	N
0	6.315	A	60
1	5.252	A	60
2	1.306	A	60
Alfa	0.05		
Error de grados de libertad	144		
Error de cuadrado medio	173.97		
Valor crítico del rango	3.349		
Diferencia mínima significativa	5.7		

Medias con la misma letra minúscula dentro de cada columna y mayúscula en cada fila son iguales de acuerdo con una prueba de Tukey ($p = 0.05$). N=60

CONCLUSIONES

En base a los objetivos planteados y de acuerdo a los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

Después de tres semanas en refrigeración, todas los cultivares y selecciones de durazno perdieron firmeza de fruto. 'Colegio-2005' conservo su firmeza en niveles superiores y el menos firme fue 'Robin'..

La evaluación del color en la epidermis permitió detectar un descenso en la luminosidad y el ángulo de matiz (hue), sin presentar cambios en la intensidad de color (croma) para todos los cultivares y selecciones.

Durante el almacenamiento de los frutos se detectó un incremento en los sólidos solubles totales y una disminución de la acidez lo que coincide con la maduración de los frutos.

La relación °Brix/acidez se incrementa a través del tiempo de almacenamiento lo que demuestra que los sólidos solubles totales se incrementan y el contenido de ácido cítrico disminuye.

La pérdida de peso de los frutos de los cultivares evaluados fue variable, 'Azteca Mejorado' presento la menor pérdida de peso postcosecha lo que le permite tener una mayor vida de anaquel, en comparación con todos los demás genotipos que perdieron significativamente más agua.

El cultivar CP-04-08 presento la menor producción de etanol, el cultivar Robin fue el cultivar con la mayor producción. El cultivar CP-2005 tuvo la menor producción de acetaldehído y el cultivar CP-03-04W presentó la mayor.

Durante el almacenamiento los frutos de los cultivares presentaron poca producción de etileno, el cultivar CP-03-04W no presentó, el cultivar Colegio-2005 generó la mayor cantidad.

Durante el almacenamiento postcosecha el comportamiento de la velocidad de respiración de los cinco cultivares fue la típica de los frutos climatéricos; el cultivar CP-04-08 tuvo la menor velocidad de respiración y el cultivar Robin presentó la mayor.

En general considerando todas las variables de calidad evaluadas, los mejores cultivares en firmeza, acidez, °Brix, relación °Brix/acidez, producción de Etanol y acetaldehído y velocidad de respiración, fueron CP-0408 y Colegio-2005. El cultivar Robin fue el que presentó un pobre comportamiento postcosecha.

LITERATURA CITADA

Abeles, F.B. 1992. 2nd edn. Ethylene in plant biology. San Diego: Academic Press.414 pp.

Beutler, O. H. 1988. Acetaldehyde In *Methods of Enzymatic Analysis*'. (Bergmeyer, H. U. ed.) 3rd ed. Vol VI pp 601-613 VCH Publishers (UK) Ltd., Cambridge, UK.

Brummell DA, Dal CV, Crisosto CH, Labavitch JM .2004. Cell wall metabolism during maturation, ripening and senescence of peach fruit. *J. Exp. Bot.* 55: 2029-2039.

Brummell, D.A., Dal Cin, V., Lurie, S., Crisosto, C.H., Labavitch, J.M., 2004. Cell wall metabolism during the development of chilling injury in cold-stored peach fruit: association of mealiness with arrested disassembly of cell wall pectins. *J. Exp. Bot.*

CABI, 2007.Crop Protection Compendium. Wallingford , UK: CAB International.

CICTAMEX. 1985. Descripción de cultivares de durazno. Hoja de divulgación No 25, Coatepec Harinas, Edo de Méx.

Crisosto C.H.; Garner, D.; Andris, H.L.; Day, K.R. 2004. Controlled delayed cooling extends peach market life. *HortTechnology*, Alexandria, v.14, n.1, p.99-104.

Crisosto, C.H., Johnson, R.S., Luza, J.G., Crisosto, G.M., 1994. Irrigation regimes affect fruit soluble solids concentration and rate of water loss of 'O'Henry' peaches. *HortScience* 29, 1169–1171.

Crisosto, C.H., Mitchell, F.G., Johnson, R.S., 1995. Factors in fresh market stone fruit quality. *Postharvest News Inform.* 5, 17N–21N.

Crisosto, C.H., Mitchell, F.G., Ju, Z., 1999. Susceptibility to chilling injury of peach, nectarine, and plum cultivars growing in California. *HortScience* 34, 1116–1118.

Crisosto, C.H.; Kader, A.A. 2000. Peach, Postharvest Quality Maintenance Guidelines. *HortScience*, *Postharvest News and Information* 5(6):65N-68N.

Domenech S. J. 1960. Congelación de los alimentos. Barcelona. Ed. SINTESIS.

Duran T. S. 1983. Frigoconservación de la fruta. Primera edición. Editorial Aedos.Barcelona España.

Fennema, O. R.1973. Low temperature Preservation of foods and living matter. Fennema, O. R., Powrie, W. D., Marth, E. H., Eds, Plenum, New York, Ch. 3.

García, M. A. 2011. Evaluación preliminar de un detector portátil altamente sensible para la detección de etileno en poscosecha. VI Jornadas Argentinas de Biología y Tecnología de Postcosecha. Mendoza, noviembre de 2011.

Gutiérrez. A. F., 2004. Fenología y producción de ocho selecciones de Durazno Oom Sarael de maduración temprana en Aguascalientes. Centro de Investigación Regional Norte Centro, INIFAP, Folleto científico No. 15. Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México.

Hutchings, J. B. 1999. Food color and appearance. Blackie Academic and Professional, Glasgow, UK.

Kader, A. 2005. Increasing food availability by reducing postharvest losses of fresh produce. *Acta Hort.* 682: 2169-2175.

Kader, Adel A. 2002. Postharvest Technology of Horticulture Crops Third edition. University of California, Agriculture and Natural Resources, publication 3311.

LaRue, J., 1989. Introduction In: LaRue, J.H., Johnson, R.S. (Eds.), Peaches, Plums, and Nectarines: Growing and Handling for Fresh Market. University of California Division of Agriculture and Natural Resources Publication 3331, pp. 1–2.

Luchsinger, L., Ortin, P., Reginato, G., Infante, R., 2002. Influence of canopy fruit position on the maturity and quality of 'Angelus' peaches. *Acta Hort.* 592, 515–522.

Meier G.E., E. Ponte, D.E. Vazquez. 2004. Contenido de acetaldehído y etanol en naranjas y mandarinas durante la postcosecha. *Rev. Investigaciones Agropecuarias.* Vol. 33, No. 1:135-150.

Norman F. Childers. 1974. The Peach, The importance of Rapid Cooling of Peaches. Horticultural and Forestry Rutgers. The Estate University, Massachusetts, USA.

Okezie, B. 1998. World food security: The role of postharvest technology. *FoodTechnology* 52(1).

Pérez, G.S. 2007. Guía para el cultivo de duraznero en Guanajuato. CENGUA-INIFAP. Celaya, Gto., México.

Reid, M. (1992). Ethylene in Postharvest Technology. In. Postharvest Technology of Horticultural Crops. Publication 3311 University of California, Riverside, CA, USA.

Robertson J. A., Horvat R. J., B. G. Lyon., F. I. Meredith S. D. Sentes. W. R. Okie. 1990. Comparison of Quality Characteristics of Selected Yellow and White Fleshed Peach Cultivars. *Journal of Food Science*, 55:1308–1311.

Rodríguez, A. J. 1991. Avances en el mejoramiento genético de durazno para proceso de mediano y bajo requerimiento de frío. IV Congreso Nacional de Horticultura. Saltillo, Coah. México. p. 326.

Ryall A. L. and W. T. Pentzer. 1974. Handling, Transportation and Storage of Fruits and Vegetables. Vo1.2. The AV1 Publishing Company, INC. Westport, Connecticut, USA. 436 pp.

Salveit, M. E., and A.R. Sharaf. 1992. Ethanol inhibits ripening of tomato fruit harvested at various degrees of ripeness without affecting subsequent quality. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117:793-798.

Saucedo V. C. 1991. Manejo Postcosecha de Durazno. Curso impartido del 18-20 de abril en Uruapan, Michoacan. Colegio de Postgraduados. Centro de fruticultura. Montecillos, México.

Sherman SB, Topp BL, Lyrene PM. 1990. Non-melting flesh for fresh market peaches. *Proc. Fla. St. Hort. Soc.* 103: 293- 294.

Villalobos L. M. Y Mercado S. E. 1995. Predicción de los Cambios de Color en Duraznos Tipo Criollo (*Prunus persica (L.) Batch*) Durante su Almacenamiento Postcosecha. Departamento de Investigación y Postgrado en Alimentos. Universidad Autónoma de Querétaro. Qro. México.

Villamil L.E.C., Rodríguez G.M.E., Álvarez G., Pascual G., Pongelli V., Ridolf A., Mirson D., Gonzales D., y López C.M. 2005. Alcohol etílico y metílico en bebidas no alcohólicas. *Acta toxicol. Argent.* 13(1): 7-11

Westwood, M.N.1978. Temperate zone pomology Physiology and Culture third Ed. Freeman & Company, W. H. Portland, OR, USA. 428pp

Wills, R.B.H., Mc Glasson, W.B., Graham, D., Lee, T.H. and Hall, E.G. 1989. Postharvest. An Introduction to the Physiology and Handling of Fruits and Vegetables. Ed. AVI. USA.

Wills, R., B. McGlasson, D. Graham, and D. Joyce. 1998. Postharvest: An introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables, and ornamentals. CAB International, Wallingford, UK 262 p.

Yahia E. M. 1992. Fisiología y Tecnología Postcosecha de Productos Hortícolas. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. Editorial LIMUSA.

Yahia, E.M. Et al. 2009. Modified and Controlled Atmospheres for the Storage, Transportation, and Packaging of Horticultural Commodities. CRC Press Taylor and Francis Group, Boca Raton, FL.

Yang SF, Hoffman NE. 1984. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher-plants. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 35, 155–189.

Zuno M. J., C. M. Flores y A. Hernandez. 1990. Fisiología y Tecnología Postcosecha en el Fruto de Durazno (*Prunuspersica (L.) Batch*). UACH. Departamento de Ingeniería Agroindustrial.

Paginas consultadas

<http://siap.gob.mx>, octubre 2012.

<http://e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/EMM15mexico/municipios/15021a.html>),
enero 2012

<http://www.sagarpa.gob.mx>, noviembre, 2012.

<http://www.economia.gob.mx>, noviembre, 2012.

FAO, 2012. FAOSTAT Agriculture. Agricultural Data - Production: Crops. Disponible en:
<http://faostat.fao.org/>, octubre 2012.