

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS



**VARIABILIDAD GENOTÍPICA DE NANCHE (*Byrsonima crassifolia* L.) Y MANEJO
POSCOSECHA DE FRUTOS TRATADOS CON 1-MCP**

JOSÉ ARMANDO IBARRA DELGADILLO



**TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA LA OBTENCIÓN DEL
GRADO DE MAESTRÍA EN CIENCIAS EN EL ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**

XALISCO, NAYARIT. NOVIEMBRE, 2016


Xalisco, Nayarit. Noviembre 23 de 2016

DR. JUAN DIEGO GARCÍA PAREDES
COORDINADOR DEL POSGRADO (CBAP)
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
P R E S E N T E


Los que suscriben, integrantes del Comité Tutorial para asesorar la tesis titulada: **Variabilidad genotípica de nanche (*Byrsonima crassifolia* L) y manejo poscosecha de frutos tratados con 1-MCP**, que presenta el **C. Ing. José Armando Ibarra Delgadillo** para obtener el grado de Maestro en Ciencias con la opción terminal en Ciencias Agrícolas, damos nuestra aprobación para que continúe con los trámites correspondientes para la obtención de su grado.

Sin otro asunto que tratar reciba un saludo cordial.


A T E N T A M E N T E




Dra. Beatriz Guillermina Arrieta Ramos
Directora



Dr. Rosendo Balois Morales
Co-director



Dra. Ma. de Lourdes Arévalo Galarza
Asesora



Dr. Juan Apolinar Aguilar Castillo
Asesor



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS

CBAP/249/16.

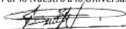
Xalisco, Nayarit; 25 de noviembre de 2016.

ING. ALFREDO GONZÁLEZ JÁUREGUI
DIRECTOR DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
P R E S E N T E.

Con base al oficio de fecha 23 de noviembre del presente, enviado por los CC. Dra. Beatriz Guillermina Arrieta Ramos, Dr. Rosendo Balois Morales, Dra. Ma. De Lourdes Arévalo Galarza y Dr. Juan Apolinar Aguilar Castillo, donde se indica que el trabajo de tesis cumple con lo establecido en forma y contenido, y debido a que ha finalizado con los demás requisitos que establece nuestra institución, se autoriza al C. José Armando Ibarra Delgadillo, continúe con los trámites necesarios para la presentación del examen de grado de Maestría en Ciencias Biológico Agropecuarias en el Área de Ciencias Agrícolas.

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

Atentamente
"Por lo Nuestro a lo Universal"


Dr. Diego García Paredes
Coordinador del Posgrado



C.c.p.- Expediente

&mfm

VARIABILIDAD GENOTÍPICA DE NANCHE (*Byrsonima crassifolia* L.) Y MANEJO POSCOSECHA DE FRUTOS TRATADOS CON 1-MCP

José Armando Ibarra Delgadillo

Universidad Autónoma de Nayarit, 2015

Esta investigación se realizó con el objetivo de evaluar la variabilidad morfológica de nanche silvestre y semidomesticado, así como el comportamiento poscosecha de genotipos almacenados en frío y tratados con 1-metilciclopropeno (1-MCP) para lo cual el trabajo se dividió en dos fases: la primera evaluó la diversidad de nanche silvestre y de traspatio en tres localidades en Nayarit; la segunda, la calidad poscosecha de frutos de tres genotipos (Apendice A3) de nanche almacenado en cuatro temperaturas (8, 13, 15 y 22 ± 2 °C) y tres concentraciones de 1-MCP (100, 300 y 600 ppm). Durante la primera fase se realizaron recorridos para geoposicionar árboles, tomar datos *in situ*, y recolectar hojas y frutos. Las variables fueron: hábito de crecimiento, distribución de las ramas, diámetro del tronco, altura a la primera rama, forma del dosel, largo, ancho y relación larguancho de la hoja; tamaño, forma, color y sabor del fruto; diámetro polar, ecuatorial, relación polar-ecuatorial del fruto y semilla; peso de fruto, pulpa y semilla; sólidos solubles totales. La fase poscosecha constó de tres experimentos. El primero, evaluó el comportamiento de tres genotipos madurados de forma natural a temperatura ambiente (22 ± 2 °C), el segundo, evaluó tres genotipos almacenados en tres temperaturas de refrigeración (8, 13 y 18 °C) y el tercero el comportamiento de un genotipo almacenado a 8 °C y cuatro concentraciones de 1-MCP (0, 300, 600 y 900 ppm). Las variables evaluadas fueron: pérdida fisiológica de peso, color, sólidos solubles totales, acidez titulable, relación sólidos solubles totales/acidez titulable, firmeza, contenido de ácido ascórbico, azúcares totales y azúcares reductores. Los resultados muestran que los genotipos semidomesticados y la región centro presentaron la mayor variabilidad morfológica. Existen genotipos silvestres que pueden ser utilizados para

mejoramiento. Tres componentes principales explicaron el 92 % de la variabilidad total. El análisis de conglomerados formó cuatro grupos a una distancia de 0.5. En el dendograma se mezclan los genotipos de los dos tipos de recolecta y de las tres localidades. Se concluye que el proceso de domesticación de esta especie es todavía incipiente en el Estado. En relación a los experimentos poscosecha, el genotipo 3 presentó mayor firmeza y menor pérdida fisiológica de peso. La temperatura de 8 °C, retardo la pérdida fisiológica de peso, pérdida de firmeza, degradación de sólidos solubles totales, acidez titulable. El 1-MCP en las concentraciones utilizadas mostró poco efecto, lo que indica escaso efecto del etileno en la senescencia de nanche.

Palabras clave: análisis multivariado, componentes principales, recursos fitogenéticos, domesticación, refrigeración, almacenamiento.

GENOTIPIC VARIABILITY OF NANCHE (*Byrsonima crassifolia* L.) AND POSTHARVEST MANAGEMENT OF FRUIT TREATED WITH 1-MCP

José Armando Ibarra Delgado

Universidad Autónoma de Nayarit, 2015

This investigation was realized with the objective of evaluating the morphologic variability of wild and semidomesticated nanche as well as the post-harvest behavior of genotypes stored in cold conditions and treated with 1-Methylcyclopropene (1-MCP). For which it was divided in two phases; The first one evaluated the diversity of wild and backyards nanche in three municipalities of Nayarit; the second one, the postharvest quality of fruit of three genotypes of nanche stored in four temperatures (8, 13, 15 y 22 ± 2 °C), and three concentrations of 1-MCP (100, 300 y 600 ppm). Throughout the first phase, research excursions were conducted to locate trees, take *in situ* data, and collect leaves and fruit. The variables were: growth habit, distribution of branches, stem diameter, height up to the first branch, canopy shape, length, width and length-width ratio of the leaf; size, shape, color and taste of the fruit; polar and equatorial diameter and polar-equatorial diameter ratio of fruit and seed; fruit, seed and pulp weight; total soluble solids. The post-harvest phase consisted of three experiments. The first one evaluated the behavior of three genotypes ripened naturally at room temperature (22 ± 2 °C), the second one, evaluated three genotypes stored in three refrigeration temperatures (8, 13 y 18 °C); and third the behavior of a genotype stored at 8 °C and four concentrations of 1-MCP (0, 300, 600 y 900 ppm). The evaluated variables were: physiological weight loss, color, total soluble solids, titratable acidity, total soluble solids-titratable acidity ratio, firmness, and contained ascorbic acid, total sugars and reducing sugars. The results show that the semidomesticated genotypes and the center region presented the greatest morphological variability. There are wild genotypes that can

be utilized for breeding programs. Three principal components explained the 92 % of the total variability. The cluster analysis formed four groups at a distance of 0.5. In the dendrogram the genotypes of the two types of collects and the three localities are mixed. It is concluded that the process of domestication of this specie is still incipient in the State. In relation to post-harvest, experiments the genotype 3 presented greater firmness and lower physiological weight loss. The 8 °C temperature delayed the physiological weight loss, firmness loss, degradation of total soluble solids, titratable acidity. The 1-MCP in the utilized concentrations showed little effect which indicates low effect of the ethylene in the senescence of nanche.

Index terms: multivariate analysis, principal components, phylogenetic resources, domestication, morphological variability, refrigeration, storage.

A mis padres:

María Guadalupe Delgadillo Acosta

y

Pedro Ibarra Garcia.

Por su apoyo incondicional en mis proyectos, que me han ayudado a mi desarrollo como persona y en mi formación académica.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por el apoyo económico para realizar mis estudios de maestría.

Al Posgrado en ciencias biológico-agropecuarias, por brindarme la oportunidad de incrementar mis conocimientos

A mis hermanos: Abraham, Nahiel y Liliana. Por su amistad, apoyo incondicional, los momentos que compartimos juntos y sobre todo por siempre su apoyo en situaciones complicadas.

A La Dra. Guillermina Arrieta, por ser más que una directora de tesis, por su cariño, comprensión y sobre todo sus palabras de aliento que siempre me facilitó.

Al Dr. Balois Morales, por compartir su conocimiento y facilitar las herramientas necesarias para realizar el trabajo.

Al Dr. Apolinar Aguilar, por su amistad, sus consejos y sobre todo por compartir sus conocimientos con el objetivo de mejorar los míos.

A la Dra. Lourdes Arévalo, por compartir sus conocimientos y su apoyo en la realización de la investigación.

A mis amigos: Vicky, Carlos, Aldo, Daniel, Francisco, Ivett, Angelica, Olga, Silvia, que siempre estuvieron presentes cuando más lo necesité.

A Sara, por apoyarme en la realización del experimento.

A la señora Margarita Rodríguez, por sus consejos, el apoyo incondicional y colaboración.

A Don Andrés (mi abuelo), Yareli, y anónimo por facilitarme los frutos de nanche para la realización del experimento.

¡A todos muchas gracias!...

CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS E HIPÓTESIS	3
2.1 Objetivo general	3
2.1.1. Objetivos específicos	2
2.1.2 Hipótesis	3
III. LITERATURA REVISADA	4
3.1. Diversidad	4
3.1.1. Importancia de la diversidad genética	4
3.1.2. Variabilidad genética	5
3.1.2. Caracterización de la variabilidad	5
3.1.3. Caracterización de nanche	5
3.2. El Nanche	7
3.2.1 Importancia económica	8
3.2.2. Usos	8
3.2.4. Origen y distribución	9
3.2.4. Descripción botánica	9
3.2.5. Floración y desarrollo del fruto	10
3.2.6. Cosecha del nanche	10
3.3. Fisiología poscosecha	11
3.3.1. Respiración	11
3.3.2. Etileno	12
3.4. Técnicas para prolongar la vida de anaquel	14
2.4.1. Inhibición de la producción y acción del etileno	14
3.5. 1-Metilciclopropeno (1-MCP)	15
3.5.1. Mecanismo de acción	16
3.5.2. Efecto del 1-MCP en frutos	16
3.6. Evaluación de tecnología poscosecha	18
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	21
4.1. Fase 1. Diversidad de nanche (<i>Byrsonima crassifolia</i> L.) silvestre y de traspato en tres localidades en Nayarit	21
4.1.1. Ubicación	21
4.1.2. Material vegetal	21
4.1.3. Variables evaluadas	22

4.1.4. Análisis estadístico	23
4.2. Fase 2. Calidad poscosecha de frutos de tres genotipos de nanche almacenado en cuatro temperaturas (8, 13, 15 y 22 ± 2 °C) y tres concentraciones de 1-MCP (100, 300 y 600 ppm)	23
4.2.1. Material vegetal.....	23
4.2.2. Experimento 1 Almacenamiento de frutos a temperatura ambiente (22 ± 2 °C).....	23
4.2.2.1. Tratamientos y diseño experimental	23
4.2.3. Experimento 2. Calidad poscosecha de frutos de tres genotipos de nanche almacenado en tres temperaturas (8, 13, 18 ± 2 °C)	24
4.2.3.1. Tratamientos y diseño experimental	24
4.2.4. Experimento 3. Efecto 1-MCP (0, 100, 300 y 600 ppm) en la calidad poscosecha de frutos de nanche almacenado a 8 °C en dos periodos de tiempo	24
4.2.4.1. Tratamientos y diseño experimental	24
4.2.5. Variables.....	24
V. RESULTADOS	27
5.1 Etapa 1. Diversidad de nanche (<i>Byrsonima crassifolia</i> L.) silvestre y de traspatio en tres localidades en Nayarit	27
5.1.1. Variabilidad de los caracteres cualitativos por tipo de recolecta y región	27
5.1.2. Variación de los caracteres cuantitativos por tipo de recolecta.....	29
5.1.3. Diferencias entre poblaciones de nanche silvestre y semidomesticado	31
5.1.4. Análisis de correlación entre las variables cuantitativas	32
5.1.5. Variabilidad de las recolectas de nanche	32
5.1.6. Relaciones filogenéticas entre las recolectas de nanche	33
5.2 Etapa 2. Calidad poscosecha de frutos de tres genotipos de nanche almacenado en cuatro temperaturas (8, 13, 18 y 22 ± 2 °C) y tres concentraciones de 1-MCP (0, 300, 600 y 900 ppm).....	35
5.2.1 Experimento 1 Almacenamiento de frutos a temperatura ambiente (22 ± 2 °C)	35
5.2.2. Experimento 2. Calidad poscosecha de frutos de tres genotipos de nanche almacenado en tres temperaturas (8, 13, 15 ± 2 °C)	43
5.2.3. Experimento 3 Efecto 1-MCP (0, 100, 300 y 600 ppm) en la calidad poscosecha de frutos de nanche almacenado a 8 °C en dos periodos de tiempo	59
5.2.3.1. Periodo de almacenamiento por siete días	59
VI. CONCLUSIONES	73
VII. LITERATURA CITADA.....	74
VIII. APÉNDICE	93

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.	
Cuadro 1	Variables morfológicas evaluadas en genotipos de nanche silvestres (S) y semidomesticados (SD) en Nayarit, México.....	27
Cuadro 2	Variables cualitativas morfológicas evaluadas en genotipos de nanche recolectado en tres zonas de Nayarit, México.....	29
Cuadro 3	Valores mínimo (Min), medio (M), máximo (Máx) y coeficiente de variación (C.V.) de las variables cuantitativas evaluadas en recolectas de nanche silvestre y semidomesticado.....	30
Cuadro 4	Resultados de la prueba de t de las recolectas silvestres y semidomesticados procedentes de tres regiones de Estado.....	31
Cuadro 5	Valores propios, varianza explicada y varianza acumulada de los primeros tres componentes principales de 70 recolectas de nanche silvestre y semidomesticado en tres regiones del estado de Nayarit.....	33
Cuadro 6	Resultado del análisis de varianza para las variables evaluadas en frutos de tres genotipos de nanche almacenados a temperatura ambiente (22 ± 2 °C).....	36
Cuadro 7	Resultado de la prueba t para las variables: ácido ascórbico, azúcares totales y reductores en tres genotipos de nanche, evaluados al inicio y final del experimento para los frutos almacenados durante 12 días en refrigeración.....	43
Cuadro 8	Resultado del análisis de varianza factorial para las variables evaluadas en frutos de tres genotipos de nanche almacenados en refrigeración.....	44
Cuadro 9	Resultado del análisis de varianza factorial para las variables evaluadas en frutos de tres genotipos de nanche almacenados en refrigeración.....	45

Cuadro 10	Resultado de la prueba t para las variables: azúcares totales, azúcares reductores y ácido ascórbico en frutos de nanche almacenados en tres temperaturas (tres día después de establecido).....	56
Cuadro 11	Resultado de la prueba t para las variables: ácido ascórbico, azúcares totales y azúcares reductores y en frutos de nanche almacenados en tres temperaturas (siete días después de establecido en experimento).....	57
Cuadro 12	Resultado de la prueba t para las variables: azúcares totales, azúcares reductores y ácido ascórbico en frutos de nanche almacenados durante 12 días de almacenamiento en tres temperaturas (tres día después de establecido).....	57
Cuadro 13	Resultado de la prueba t para las variables: ácido ascórbico, azúcares totales y reductores en tres genotipos de nanche, evaluados al inicio y final del experimento para los frutos almacenados durante 12 días en refrigeración.....	58
Cuadro 14	Resultado del análisis de varianza para las variables evaluadas en frutos en frutos de nanche con diferentes concentraciones de 1-MCP y almacenados en refrigeración durante siete días.....	60
Cuadro 15	Resultado de la prueba de t para las variables: ácido ascórbico, azúcares totales y azúcares reductores en frutos de nanche tratados con diferentes concentraciones de 1-MCP (0, 300, 600 y 900 ppm) y almacenados a 8 °C evaluados a siete días después de establecido el experimento.....	64
Cuadro 16	Resultado de la prueba de medias para las variables: ácido ascórbico, azúcares totales y azúcares reductores en frutos de nanche tratados con diferentes concentraciones de 1-MCP (0, 300, 600 y 900 ppm) y almacenados a 8 °C evaluados los	65

	días 1 y 3 de evaluación.....	
Cuadro 17	Resultado del análisis de varianza para las variables evaluadas en frutos de nanche con diferentes concentraciones de 1-MCP y almacenados en refrigeración durante 10 días.....	67
Cuadro 18	Resultado de la prueba de t de los días de evaluación 1 y 2: ácido ascórbico azúcares totales y reductores en frutos de nanche tratados con diferentes concentraciones de 1-MCP (0, 300, 600 y 900 ppm) y almacenados durante 10 días a 8 °C....	71
Cuadro 19	Resultado de la prueba de medias para las variables: ácido ascórbico, azúcares totales y azúcares reductores en frutos de nanche tratados con diferentes concentraciones de 1-MCP (0, 300, 600 y 900 ppm) y almacenados a 8 °C evaluados los días 1 y 3 de evaluación.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Dendograma obtenido del análisis de agrupamiento con el método ward de 70 recolectas de nanche semidomesticado y silvestre en tres regiones del estado de Nayarit.....	34
Figura 2	Pérdida fisiológica de peso de tres genotipos de nanche almacenados a temperatura ambiente ($22 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$).....	37
Figura 3	Desarrollo del color del fruto de tres genotipos de nanche almacenados durante a temperatura ambiente ($22 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$).....	38
Figura 4	Sólidos solubles totales de tres genotipos de nanche almacenados a temperatura ambiente ($22 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$).....	39
Figura 5	Acidez titulable de tres genotipos de nanche almacenados a temperatura ambiente ($22 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$).....	40
Figura 6	Relación solidos solubles totales/acidez titulable (SST/AT) de tres genotipos de nanche almacenados a temperatura ambiente ($22 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$).....	41
Figura 7	Firmeza de tres genotipos de nanche almacenados a temperatura ambiente ($22 \pm \text{ }^\circ\text{C}$).....	42
Figura 8	Pérdida fisiológica de peso en frutos de tres genotipos de nanche almacenados en refrigeración durante dos periodos: a) siete días y b) 12 días.....	46
Figura 9	Pérdida fisiológica de peso en frutos de nanche almacenados en refrigeración (8, 13 y $18 \text{ }^\circ\text{C}$) durante dos periodos: a) siete días y b) 12 días.....	47
Figura 10	Color del fruto de tres genotipos de nanche almacenados en refrigeración a 8, 13 y $18 \text{ }^\circ\text{C}$ durante: a) 7 días y b) 12 días.....	48
Figura 11	Interacción genotipo-temperatura para sólidos solubles totales	50

de frutos de tres genotipos de nanche almacenados en tres temperaturas durante un periodo de siete días.....

Figura 12	Sólidos solubles totales en frutos de nanche almacenados por 12 un periodo de 12 días bajo la influencia de: a) genotipo y b) temperaturas de almacenamiento.....	50
Figura 13	Interacción genotipo-temperatura para acidez titulable en frutos de tres genotipos de nanche almacenados en tres temperaturas en dos periodos de tiempo: a) siete días de almacenamiento y b) 12 días de almacenamiento.....	52
Figura 14	Interacciones genotipo-temperatura para la relación sólidos solubles totales/acidez titulable en frutos de tres genotipos de nanche almacenados por dos periodos: a) siete días en refrigeración y b) 12 días almacenados en refrigeración.....	55
Figura 15	Interacción genotipo-temperatura para firmeza de nanches de tres genotipos almacenados en dos periodos de tiempo: a) siete días en refrigeración y b) 12 días almacenados en refrigeración.	52
Figura 16	Desarrollo del color: a) Luminosidad; b) Matiz; y c) Índice de saturación en frutos de nanche expuestos a tres concentraciones de 1-MCP (0, 300, 600 y 900 ppm) después de siete días de almacenamiento en refrigeración (8 °C).....	61
Figura 17	Firmeza en frutos de nanche expuestos a tres concentraciones de 1-MCP (0, 300, 600 y 900 ppm) después de siete días de almacenamiento en refrigeración (8 °C).....	62
Figura 18	Relación sólidos solubles totales/acidez titulable (SST/AT) en frutos de nanche expuestos a tres concentraciones de 1-MCP (0, 300, 600 y 900 ppm) después de siete días de almacenamiento en refrigeración (8 °C).....	63

Figura 19	Desarrollo del color: a) Luminosidad, b) Matiz y c) Índice de saturación en frutos de nanche expuestos a tres concentraciones de 1-MCP (0, 300, 600 y 900 ppm) después de siete días de almacenamiento en refrigeración (8 °C).....	67
Figura 20	Firmeza en frutos de nanche expuestos a tres concentraciones de 1-MCP (0, 300, 600 y 900 ppm) después de 10 días de almacenamiento en refrigeración (8 °C).....	68
Figura 21	Acidez titulable en frutos de nanche expuestos a tres concentraciones de 1-MCP (0, 300, 600 y 900 ppm) después de 10 días de almacenamiento en refrigeración (8 °C).....	69
Figura 22	Relación sólidos solubles totales/acidez titulable en frutos de nanche expuestos a tres concentraciones de 1-MCP (0, 300, 600 y 900 ppm) después de 10 días de almacenamiento en refrigeración (8 °C).....	69

I. INTRODUCCIÓN

El nanche (*Byrsonima crassifolia*) es un frutal originario del sur de México y norte de Sudamérica, esta especie se encuentra en estado de semicultivo en las tierras bajas y secas; sin embargo, se han seleccionado tipos superiores que son cultivados por sus frutos (Duarte, 2011). De acuerdo con Sazan *et al.* (2014) el nanche presenta diferentes formas, tamaños, colores, sabores y consistencias de la pulpa del fruto, debido a que presenta polinización cruzada y se propaga por semilla. Sin embargo, es poca la información generada sobre la variabilidad actual de la especie y el efecto que la manipulación en genotipos semidomesticado tiene en la pérdida de la variabilidad.

Raya *et al.* (2010) indicaron que la presión de selección para surtir al mercado puede poner en riesgo la diversidad presente en poblaciones de nanche. Estos autores realizaron un trabajo para comparar los nanches silvestres (Changunga) y los cultivados (nanche), encontraron que tienen diferencias fenotípicas entre sí, sin embargo, los retoños fueron recolectados de tres localidades de Michoacán y los frutos fueron comprados en el mercado local de Uruapan, sin tener en cuenta su origen o procedencia.

El problema más importante es comercialización regional debido a que presenta vida de anaquel corta (Duarte, 2011). A pesar de esto, el SIAP (2015) reportó que en México se cosecharon 1, 279 ha de nanche, con rendimiento promedio de 4.8 t ha⁻¹ y, valor de 31.180 millones de pesos. Nayarit, es el segundo estado productor a nivel nacional, y para ese mismo año, se cosecharon 219 ha, con rendimiento promedio de 4.5 t ha⁻¹ y valor de 4.845 millones de pesos.

Los frutos de nanche son recolectados del suelo, cuando han adquirido su madurez de consumo (Duarte, 2011). Sin embargo, se puede cosechar directamente del árbol cuando se ha degradado la clorofila del fruto, de un color verde a amarillo (madurez fisiológica). Una vez cosechados y seleccionados, se mantienen a temperatura ambiente, lo que provoca deterioro y además, quedan expuestos a contaminaciones

físicas, químicas y/o biológicas lo que aceleran el deterioro (Velázquez, 2006). En México, no se encuentran reportes acerca de tratamientos para prolongar la vida en poscosecha del nanche.

La manipulación poscosecha de los frutos exige que se tenga en cuenta que se trata de estructuras vivas que mantienen activos los procesos metabólicos de respiración y transpiración y dependen de sus reservas y contenido de agua (Wills *et al.*, 2007). Por lo tanto, la conservación requiere disminuir estos procesos especialmente la respiración, ya que la velocidad de deterioro de los productos hortícolas es proporcional a esta (Kader, 2002). La reducción del ritmo metabólico se logra al disminuir la temperatura del fruto tan rápido como sea posible, con esto también se retarda la actividad microbiana. En frutos climatéricos, es necesario además, reducir la producción y/o la acción del etileno, hormona que se produce durante la maduración y acelera éste proceso (Arias y Toledo, 2007). Para esto, se han empleado productos como el 1-metilciclopropeno (1-MCP) que prolongó la vida poscosecha de: aguacate (*Persea americana* L.), papaya (*Carica papaya* L.), chicozapote (*Manilkara sapota* (L.) P. Royen), mango (*Mangifera indica* L.) y jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam) (Osuna *et al.*, 2005a; Osuna *et al.*, 2005b; Quiping *et al.*, 2006; Arévalo *et al.*, 2007; Mata *et al.*, 2007).

II. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1. Objetivo general

Evaluar la variabilidad de nanche silvestre y semidomesticado, así como el comportamiento poscosecha de genotipos almacenados en frío y tratados con 1-metilciclopropeno (1-MCP).

2.1.1. Objetivos específicos

- Determinar la variabilidad morfológica y las relaciones filogenética en genotipos de nanche silvestre y de traspatio en tres localidades, del estado de Nayarit.
- Evaluar el efecto de la temperatura de almacenamiento, genotipo y concentraciones de 1-MCP en las variables fisiológicas del fruto de nanche.

2.1.2. Hipótesis

- La variabilidad del nanche silvestre y de traspatio en las tres localidades evaluadas es igual.
- La temperatura de almacenamiento de 8, 13, 18 °C y ambiente (22 ± 2 °C), el genotipo y la concentración de 1-MCP (0, 300, 600 y 900 ppm) utilizada afectan las variables fisiológicas del fruto de nanche y prolonga la vida poscosecha.

III. LITERATURA REVISADA

3.1. Diversidad

La frecuencia de genes dentro de la población total es la resultante de la selección natural, y permite los cambios evolutivos sobre la base de una reproducción selectiva (Pautasso, 2009). Así, la diversidad se puede definir como el grado en el cual el material hereditario diferencia internamente a una colección de plantas, además, tiene una estructura multidimensional compleja y se basa en la semejanza entre pares de individuos valorada a través de caracteres que son compartidos (Avisé, 2004; Simonetti *et al.*, 2014; Arias *et al.*, 2014).

3.1.1. Importancia de la diversidad genética

La importancia de la diversidad radica en que, cuanto mayor sea el número de características diferentes en una especie dentro de un ecosistema, mayor será la probabilidad de que algún individuo pueda enfrentar condiciones variables con éxito, razón para realizar la conservación de los recursos naturales (FAO, 2011). Además, el conocimiento de la diversidad genética del germoplasma y los patrones de estructura poblacional entre materiales a mejorar y cultivares, es importante para el desarrollo de estrategias de conservación adecuadas, el mejoramiento genético, el desarrollo de nuevos cultivares y, sobretodo, para enfrentar los limitantes derivados de plagas, enfermedades y condiciones ambientales (Ornamu y Legaria, 2014; López *et al.*, 2014; Blanco, 2015).

La diversidad genética está en función de la distancia geográfica, es decir, las poblaciones ampliamente separadas, estarán más diferenciadas que las poblaciones más cercanas geográficamente y en poblaciones fragmentadas, la diversidad genética será menor dentro de los fragmentos (Pautasso, 2009; De la Cruz *et al.*, 2014; Robayo *et al.*, 2016).

Los términos diversidad y variabilidad son alternativos para representar la variación; sin embargo, diversidad indica la sumatoria de la información genética potencial conocida y desconocida, y variabilidad indica una porción de la diversidad capturada o disponible (Rojas, 2003; Martínez *et al.*, 2016).

3.1.2. Variabilidad genética

La variabilidad genética es la tendencia que presentan los genotipos de una población a diferenciarse y permite la evolución de las especies, esto se debe a procesos de adaptación ante factores bióticos y abióticos extremos que, a su vez, aseguran la persistencia frente a los riesgos a los que están sometidas (Alia *et al.*, 2003). Sin embargo, para que la selección natural pueda actuar sobre un carácter, debe haber algo que seleccionar, es decir, deben existir varios alelos para el gen que codifica ese carácter (Avisé, 2004; Rincon *et al.*, 2013).

3.1.2. Caracterización de la variabilidad

La variabilidad se evalúa por medio de descriptores que tienen diferentes valores, códigos o adjetivos. Además, se debe considerar origen geográfico, caracterización morfológica y la evaluación de la respuesta a factores tanto bióticos como abióticos (Abadie y Berreta, 2001). Con la información generada es posible medir la variabilidad genética o conocer que tan variables son los genotipos a través de la similitud o diferenciación de los rasgos que los caracterizan y agruparlos de acuerdo con su similitud morfológica o fenotípica (Rojas, 2003). Sin embargo, es necesario considerar que los resultados del análisis de los datos son sólo una estimación de la variabilidad total de la especie (Franco y Hidalgo, 2003).

3.2. Caracterización de nanche

Sazan *et al.* (2014) indicaron que a juzgar por su amplia distribución a lo largo de América tropical *B. crassifolia* (L.) presenta importante diversidad genética, y reporta

diferentes formas, tamaños, colores, sabores y consistencias de la pulpa del fruto, además esta especie presenta polinización cruzada y es propagado por semilla.

Se ha realizado algunos trabajos de caracterización morfológica de nanche. Martínez *et al.* (2006) caracterizaron frutos y semillas de *B. crassifolia* recolectados de 23 árboles silvestres y semidomesticados ubicados en la sierra de Tabasco, México. Estos autores reportaron que los frutos tuvieron una longitud entre 18.2 a 26.3 mm, el ancho de 17.5 a 25.5 mm, el peso de la pulpa varió de 2.26 a 6.32 g, el peso de la semilla de 0.4 a 0.93 g, y los sólidos solubles totales de 3.2 a 7.9 °Brix. Mientras que Bayuelo *et al.* (2006) caracterizaron materiales silvestres y reportaron valores de largo del fruto 12.8 a 16.5 mm, ancho del fruto 14.5 a 19.3 mm peso medios del fruto de 1.8 a 3.8 g, peso de la semilla de 0.3 a 0.5 g y sólidos solubles totales de 13.6 a 15.8 °Brix. Así mismo, observaron y reportaron que los nanches cultivados son más grandes que los silvestres y que la principal diferencia radica en el pH de la fruta y la acidez titulable (evaluada en porcentaje de ácido cítrico). Medina *et al.* (2004), caracterizó materiales de nanche en Nayarit, seleccionados de acuerdo a las preferencias del consumidor, reportaron que el largo del fruto fue entre 14.06 a 23.81 mm, ancho del fruto fue entre 15.51 a 25.85 mm el peso del fruto fresco fue entre 3.36 a 9.39 g, y para sólidos solubles totales fue entre 8.93 a 18.61 °Brix. Así, Medina *et al.* (2015) proponen como parámetros de calidad del fruto para selección de genotipos de nanche: a) peso: grandes, mayores a 7 g, medianos, de 5 a 6.9 g y chicos, menores a 4.9 g; b) porcentaje de ácido cítrico (acidez titulable) en la pulpa: dulces de 0.2 a 0.5, agridulces de 0.6 a 1.9 y ácidos mayor a 2.

Bayuelo *et al.* (2006) caracterizaron morfológicamente 60 genotipos silvestres de nanche de tres localidades de Churumuco, Michoacán, encontraron que cuatro CP explicaron el 83 % de la variabilidad total donde CP1 explica el 46 %, CP2 el 16 %, CP3 el 11 %, y CP4 9 % de la variación total observada. Las variables más importantes para cada componente fueron: CP1, diámetro del fruto, peso del fruto y peso del endocarpio; CP2 altura del árbol y acidez del mesocarpio; CP3, ancho y largo de la hoja; y por último, CP4, ancho del endocarpio. Para el estudio de las

relaciones filogenéticas se realizó análisis de conglomerados realizado con el método de varianza mínima de Ward e índice de similitud aparente de 5.1 conformó tres grupos. De igual manera, Medina *et al.* (2015) al evaluar 42 selecciones de nanche en Nayarit, reportaron que tres CP explican el 81.6 % de la variación total de la manera siguiente: CP1 (39.57 %); CP2 (24.78 %); y CP3 (17.25 %). Las variables más importantes fueron: CP1, peso del fruto, relación peso fresco / peso seco de la semilla, diámetro polar y ecuatorial del fruto; CP2, porcentaje de ácido cítrico, relación sólidos solubles totales/acidez y pH de la pulpa; CP3, SST/pH de la pulpa. Estos autores coinciden en que los parámetros más significativos para discriminar a variabilidad entre genotipos son: diámetro y peso del fruto.

3.2. El Nanche

El nanche es un frutal originario de México y América central, que pertenece a la familia malpighiaceae. Se encuentra ampliamente distribuido en México y recibe diferentes nombres dependiendo de la localidad o lengua, algunos de ellos son: nance, nanchi, nanche agrio, natzinzac-pa (maya-Yucatán); changunga, chengua (Michoacán); huizaa, yaga-huizaa (zapoteco-Oaxaca); mamihña (chinateco-Oaxaca), entre otros (Penington y Sarukhán, 2005).

Es un fruto de valor alimenticio alto, ya que contiene elementos esenciales en la dieta humana. En 100 g de pulpa está presente: agua (79.3-83.2 g), grasas (0.21-1.83 g), proteínas (0.109-0.124 g), fibra (2.5-5.8 g), cenizas (0.58-0.69 g), calcio (23-36.8 mg), fósforo (12.6-15.7 mg), hierro (0.62-1.01 mg), riboflavina (0.015-0.039 mg), niacina (0.266-0.039 mg) y ácido ascórbico (90.0-192.0 mg) por lo que en algunos genotipos pueden contener hasta cuatro veces más ácido ascórbico que una naranja (50 mg en 100 g de pulpa) (Duarte y Vernon, 2002).

El árbol de nanche, es abundante en los ecosistemas forestales y de sabanas tropicales de hoja caduca (Sazan *et al.*, 2014). Presenta una amplia distribución, aunque se cultiva con éxito en los trópicos y zonas subtropicales sujetas a precipitaciones entre 800 y 1,500 mm/año, con altitud no mayor a 1,000 metros; no

tolera las heladas, pero si altas temperaturas, se considera óptima entre 22 y 28 °C. El árbol se adapta a diferentes tipos de suelos, incluyendo aquellos que son rocosos, arenosos y alcalinos, con permeabilidad moderada; es un árbol tolerante a la sequía y es una de las especies resistentes a incendios forestales, por lo que se recomendó utilizarlo para la restauración de terrenos (Jaimes *et al.*, 2014; Moro *et al.*, 2015).

3.2.1. Importancia económica

Aunque, el nanche es considerado un frutal menor de "recolección" debido a la escasa tecnificación del cultivo (Medina *et al.*, 2004). El SIAP (2015) reporta que la superficie cosechada en México fue de 1,279.70 ha de nanche, el rendimiento promedio obtenido fue de 5,180 toneladas por hectárea y el valor de la producción de 31.180 millones de pesos. En ése mismo año, en Nayarit se cosecharon 219 ha, con rendimiento promedio de 3.51 toneladas por hectárea y valor de producción de 4 845 millones de pesos.

3.2.2. Usos

El fruto es consumido en fresco cuando está maduro, generalmente presenta sabor dulce y color amarillo intenso. Aunque su principal uso es como alimento, y el mayor consumo en fresco, también se consume en bebidas refrescantes, licores, jaleas, dulces, nieves y conservas. El árbol posee propiedades curativas, la parte que más se utiliza es la corteza para controlar diarreas, dolor de estómago e inflamación de ovarios, además, para curar afecciones de la piel como sarna, salpullido y heridas (Béjar *et al.*, 2000). La cáscara del fruto produce tinte de color castaño claro que se usa para pigmentar tejidos; la madera es dura, flexible, fuerte y pesada, por lo que se utiliza en la construcción rural; la corteza es rica en taninos (28.6 %), los cuales se emplean en la producción de cuero curtido; como forraje es apetecido por los cerdos, vacas, gallinas y conejos, entre otros (Medina, 2004; Love y Spander, 2005; Peraza *et al.*, 2005).

3.2.4. Origen y distribución

En México, el nanche se encuentra distribuido por toda la zona tropical que va desde el sur de Tamaulipas y este de San Luis Potosí, Veracruz, Tabasco, Yucatán y Quintana Roo, en el Golfo; hasta Sinaloa, Nayarit, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas, en el Pacífico (Niembro *et al.* 2004). En el estado de Nayarit se reportan extensas superficies con nanche silvestre, de traspacio o establecidos en huertos, en zonas con vegetación tipo sabana en los municipios: Acaponeta, Compostela, Ruiz, Rosamorada, Tepic, Xalisco y Ahuacatlán (Medina *et al.*, 2004).

3.2.5. Descripción botánica

El nanche es un frutal caducifolio de 2 a 15 m de altura, con diferente forma copa (redonda, abierta o extendida), tronco cilíndrico, con ramas ascendentes (Pennington y Sarukhan, 2005) que, cuando son jóvenes son color gris pardo. Las hojas jóvenes son pubescentes, generalmente alargadas; su tamaño puede variar de 5 por 2 hasta 15 por 7.5 cm, tienen forma elíptica, margen entero, ápice agudo o redondeado y base aguda, color verde oscuro y casi glabras en el haz y verde amarillento grisáceo con abundantes tricomas en el envés; peciolo pubescentes de 5 a 25 cm de largo (Vázquez *et al.*, 1999).

Las inflorescencias se presentan racimos terminales de 15 a 20 cm de largo, las flores miden aproximadamente 1.5 cm de diámetro con cáliz de 5 mm de largo, cupular en la base, cinco lóbulos ovalados, agudos o redondeados, pubescentes en la superficie externa, con diez glándulas grandes, oblongas, glabras en la base de la superficie externa, los pétalos de un centímetro de largo, amarillos al principio después se tornan rojos (Sazan *et al.*, 2014). Presentan tres estilos de 5 mm de largo y filamentos amarillos (Pennington y Sarukhan, 2005). Los frutos se presentan en infrutescencias péndulas de 10 a 15 cm de largo; son drupas globosas de 1.2 a 3 cm de diámetro, con la mayoría de las partes florales persistentes (menos los pétalos), amarillentas a ligeramente anaranjadas; El exocarpio es delgado, de color amarillo, verde o rojizo cuando el fruto está maduro, el mesocarpio (la parte comestible) es de

consistencia pastosa, de color amarillo y de unos 5 mm de espesor; el endocarpio es redondeado u oval, rígido y reticulado (Moreno, 2000). La semilla se encuentra encerrada en el endocarpio que es duro y leñoso; de forma ovoide o subglobosa arrugada, gruesa color café claro (Medina *et al.*, 2004) y contiene de uno a tres embriones blancos rodeados por una testa delgada.

3.2.5. Floración y desarrollo del fruto

En México, el árbol florece de noviembre a julio y, en lugar de néctar, las flores producen un exudado de aceite, cuyos componentes principales son monoglicéridos y diglicéridos libres de ácidos carboxílicos (Vinson *et al.*, 1997; Sazan *et al.*, 2014) las glándulas sebáceas consisten en dos glándulas ovales oprimidas a la cara dorsal de todos los lóbulos del cáliz. Estas flores productoras de aceite son visitadas y polinizadas por las abejas recolectoras que se encuentran en dos familias: *Melittidae* y *Apidae* (Duarte, 2011). De acuerdo a Medina *et al.* (2012) el crecimiento del fruto del nanche se observó en el día 56, momento en el que alcanzó su máximo diámetro ecuatorial (18 mm), sin embargo, permaneció en la planta durante 90 días más, además, observaron dos momentos de crecimiento del fruto, que ocurrieron de los 19 a los 24 y de los 33 a 35 días, respectivamente.

3.2.6. Cosecha del nanche

La época de cosecha es de julio hasta septiembre en la zona tropical y de agosto a noviembre en la subtropical, lo que coincide con la temporada de lluvias, periodo donde aparecen la mayoría de los problemas fitosanitarios, particularmente sobre el fruto (Medina *et al.*, 2004; Alves *et al.*, 2015).

La cosecha se realiza cuando los frutos se desprenden del árbol y caen al suelo, deben ser recogidos diariamente debido a que son muy perecederos y sujetos a pudriciones del fruto, entre las que destaca el moho azul (*Penicillium italicum*) y moho verde de los cítricos (*P. digitatum*) cuando están en contacto con el suelo (Medina *et al.*, 2004). El objetivo de la cosecha consiste en recoger el producto del

campo, inmediatamente después de que cae, con un nivel adecuado de madurez, y mínimo de pérdida y costo (Arias y Toledo, 2007; Alves *et al.*, 2015).

Velásquez (2006) indica que para evitar daños, los frutos de nanche deben ser colocados en recipientes de plástico con capacidad no mayor a 7 kg; desinfectar todo el equipo antes de recolectar; lavar y desinfectar los frutos para remover frutos dañados, impurezas y polvo; y mantener los frutos en la sombra. El mismo autor, recomienda utilizar cloro, en concentraciones de 20 a 200 ppm, de acuerdo a la exposición de los frutos a la contaminación; y refrigerarlos entre 9 y 13 °C, lo que puede retardar la senescencia entre 9 y 12 días.

3.3. Fisiología poscosecha

Las tecnologías poscosecha no pueden incrementar la calidad inicial de los frutos; no obstante, es posible conservar dicha calidad por periodos de tiempo largos, ya que el proceso de maduración del fruto implica una secuencia de cambios físico-químicos que ocurren en el fruto y que determinan el color, sabor y textura (Arrieta *et al.*, 2006). Los cambios observados en la mayoría de los frutos y que se asocian con la madurez son: de color, debido a la pérdida de clorofila y síntesis de nuevos pigmentos (Lee *et al.*, 2015); y, de sabor, ya que al incrementar la respiración el fruto, se degrada los ácidos orgánicos y almidón en sustancias más simples como fructosa o sacarosa, e incluye variaciones en la acidez, astringencia o dulzor (Dazie y Orchard, 2002); además, reducción en el contenido polifenoles y la síntesis de mezclas complejas, sustancias volátiles y la disolución de las uniones intracelulares de la pared celular que provocan ablandamiento del fruto, esto se debe a diversos procesos metabólicos como la transpiración y respiración implicados en el deterioro del fruto (Melgarejo, 2010; D'Ambrosio *et al.*, 2013; Fruk *et al.*, 2014).

3.3.1. Respiración

La actividad respiratoria es una de las bases del metabolismo en los seres vivos, que permite la liberación de energía a partir del desdoblamiento de compuestos de

reserva (Gómez *et al.*, 2004). Las frutas exhiben diferentes patrones e intensidades de respiración, la cual puede ser medida con la cantidad de O₂ consumido por el fruto para la utilización en reacciones de oxidación, o como la cantidad de CO₂ emitido, en la mayoría de los casos la cantidad de CO₂ emitido es el componente de la respiración que se evalúa para conocer el patrón respiratorio y predecir el comportamiento de los frutos durante la etapa de poscosecha (Barreiro y Sandoval 2006, Valero y Serrano 2010).

La respiración es la degradación oxidativa de productos complejos, normalmente presentes en las células (almidón, azúcares y ácidos orgánicos) a moléculas que pueden ser utilizadas en las reacciones que tienen lugar en las células (Wills *et al.*, 2007). Las frutas exhiben diferentes patrones e intensidades de respiración y, de acuerdo a esto, pueden clasificarse en: climatéricos y no climatéricos (Hernández *et al.*, 2007; Pech *et al.*, 2008; Chervin *et al.*, 2015).

Los frutos climatéricos presentan un aumento repentino (pico climatérico) de su actividad respiratoria durante la maduración. Borges *et al.* (2011) sugieren que el término climatérico debe asociarse a una fase crítica de la vida del fruto, inducida por el etileno. En cambio, los frutos no climatéricos exhiben un descenso gradual de su respiración durante la maduración y ésta no depende esencialmente de la presencia de etileno, ya que la cantidad de etileno que desprende es mínima y continua (Coletto, 1995; Ezura y Owino, 2008).

3.3.2. Etileno

El etileno es una fitohormona gaseosa producida normalmente por los frutos cuya acción ocurre a través de su enlace a un receptor específico en la membrana de las células, juega un papel importante en la iniciación y continuación de la maduración de todas las frutas climatéricas y está involucrado en la senescencia de muchas especies frutales (Kader, 2011; Garcia y Monforte, 2013). Su síntesis es asociada con los daños por frío, oscurecimiento y ablandamiento de manzanas, entre otras (Hernández *et al.*, 2007; Bapat *et al.*, 2010).

Al etileno se le ha llamado hormona de la senescencia ya que acelera la maduración del fruto pues promueve la pérdida de clorofila y la degradación de la pared celular en frutos y vegetales; causa abscisión de pétalos, cambios de color en flores, altera el aroma, sabor y textura e induce respiración en casi todos los órganos vegetales comestibles (Alba *et al.*, 2005; Fugate *et al.*, 2010). La producción de etileno es autocatalítica, por lo tanto, una vez que comienza la maduración se forma más y más etileno, y, debido a que es un gas, se difunde rápidamente por todo el fruto e incluso hacia las frutas vecinas, de la misma y otras plantas (Purves *et al.*, 2009). Aunque el etileno puede utilizarse para acelerar la maduración de algunos frutos, no es deseable en áreas de almacenamiento ya que la mayoría de los frutos climatéricos responden al etileno de la atmósfera, aún a temperaturas bajas, y se reduce la vida útil de los productos (Kader, 2002; Wang *et al.*, 2009).

Para comprender el papel del etileno y el mecanismo de acción se estudió la vía biosintética del etileno y algunos elementos involucrados en su percepción y señal de transducción y se observó que el etileno se sintetiza a partir de metionina en tres pasos Alba *et al.* (2005):

- 1) Conversión de la metionina a S-adenosil-L-metionina (SAM) catalizada por la enzima SAM sintetasa.
- 2) Formación de 1-aminociclopropano-carboxílico (ACC) desde SAM a través de la actividad de ACC sintetasa (ACS).
- 3) La conversión de ACC a etileno, la cual es catalizada por la ACC oxidasa.

De ésta forma, se determinó que las enzimas clave para el último paso en la vía biosintética del etileno son las enzimas 1-aminociclopropano carboxilasa (ACC), sintasa (ACS) y ACC oxidasa (ACO), así la acción del etileno es resultado del enlace de las moléculas a receptores localizados en la membrana celular del retículo endoplasmático (Serek *et al.*, 2006) que activa los receptores que envían las señales de transducción, genera la expresión de un gene y la respuesta fisiológica (Pereira *et al.*, 2008; Quiroga *et al.*, 2008).

3.4. Técnicas para prolongar la vida de anaquel

Las condiciones de almacenamiento en poscosecha pueden aumentar el tiempo de conservación de los frutos al disminuir los procesos fisiológicos como transpiración y respiración (Kader, 2002). La correcta manipulación poscosecha de los frutos exige que se tenga en cuenta que se trata de estructuras vivas que tras ser cosechadas desarrollan procesos metabólicos de respiración y transpiración, pero como han perdido la fuente de agua y otras sustancias, dependen de sus reservas; por lo que se consideran productos perecederos (Wills *et al.*, 2007). Con el fin de reducir el ritmo metabólico y alargar la vida útil de los frutos, es recomendable, reducir la temperatura de éstos una vez cosechados, tan pronto como sea posible, ya que entre menor sea la temperatura menor será la producción de etileno (Corpas y Tapasco, 2014). Sin embargo, no todos los frutos resisten bajas temperaturas, los frutos tropicales y subtropicales no resisten temperaturas de almacenamiento bajas ya que se producen una serie de trastornos fisiológicos denominados daño por frío, este daño puede causar fallas en la maduración, desarrollo de sabores y aromas atípicos, decoloración ennegrecimiento, deterioro de los tejidos, e incremento de la susceptibilidad del producto al ataque de patógenos (Arias y Toledo, 2007; Polenta *et al.*, 2009).

3.4.1. Inhibición de la producción y acción del etileno

En la mayoría de los frutos no es suficiente almacenarlos bajo condiciones de frío y existen productos naturales y químicos que incrementan su vida de anaquel (Sierra *et al.*, 2003). Las ceras comestibles alargan la vida de anaquel pero pueden producir fermentación en el fruto (Hagenmaier y Shaw, 2002). Aunque la utilización de algunos productos químicos reducen la respiración y la transpiración, la producción de etileno continúa y, en su papel de hormona, provoca la senescencia, por lo que se pueden utilizar compuestos que inhiban la síntesis y acción del etileno (Wang *et al.*, 2009; Zheng *et al.*, 2013;).

La inhibición de la producción de etileno puede realizarse en algunos puntos de la vía biosintética (Jordán y casaretto, 2006). Así, la aminoetoxiciniglucina (AVG) y el ácido aminooxiacético (AOA) bloquean la conversión de SAM en ACC (Moraes *et al.*, 2007). La AVG y el AOA son inhibidores de enzimas que usan el piridoxal fosfato como cofactor (Abeles *et al.*, 2012). El ión cobalto (Co^{2+}) es también un inhibidor de la ruta biosintética del etileno, bloquea la conversión de ACC a etileno por la ACC oxidasa, en la última etapa de la biosíntesis del etileno (Mandujano *et al.*, 2012). Para inhibir el efecto del etileno existe un grupo de compuestos análogos que compiten por los receptores de membrana, alguno de éstos son los siguientes: Iones plata (Ag^+) aplicados como nitrato de plata (AgNO_3) o como tiosulfato de plata ($\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)^{3-}$) son potentes inhibidores de la acción del etileno, la plata es muy específica, la inhibición que produce no puede ser inducida por ningún otro ión metálico, otro compuesto que inhibe muchos de los efectos del etileno es el dióxido de carbono (CO_2) en altas concentraciones (del orden del 5 al 10 %) (Taiz y Zeiger, 2007).

Las elevadas concentraciones de CO_2 necesarias para la inhibición de los efectos del etileno hacen improbable que el CO_2 actúe como un antagonista del etileno en condiciones naturales, se encuentra además, el *trans*-cicloocteno, éste compuesto actúa al competir con el etileno por la unión al receptor (Verdugo y Riffo, 2003). De igual forma pero con mayor eficiencia y sin efectos negativos para la salud se ha probado el 1-metilciclopropeno (1-MCP) que puede inhibir la producción de etileno y es una alternativa en la aplicación comercial (Jordán y casaretto, 2006).

3.5. 1-Metilciclopropeno (1-MCP)

El compuesto químico 1-MCP es un gas inodoro que tiene semejanza física al etileno y se une irreversiblemente al receptor e impide su acción (Guillen, 2009; In *et al.*, 2013). Se utiliza como suplemento al manejo apropiado de la temperatura poscosecha o almacenamiento en atmósfera controlada (Sozzi y Beaudry, 2007). El nombre comercial SmartFresh™ (AgroFresh Inc.) (0.14 %) se utiliza para la formulación comercial de 1-MCP, y el producto está registrado para el uso de hasta 1 ppm (Mata *et al.*, 2007). Tiene uso registrado para algunos frutos en distintos países

como: Argentina, México, Brasil, Canadá, Chile, Estados Unidos, Australia y Sudáfrica (Watkins, 2006).

3.5.1. Mecanismo de acción

De acuerdo a Blankenship y Dole (2003) el 1-MCP funciona como antagonista del etileno y presenta afinidad 10 veces mayor que el etileno ya que compiten por el mismo sitio de acción e inhibe el mecanismo acción del etileno exógeno y endógeno, se acopla al sitio del receptor e impide la transcripción en ARNm para la formación de proteínas y enzimas responsables de la maduración. Así mismo, el 1-MCP está clasificado por la Agencia de Protección del Ambiente de Estados Unidos de América (EPA) por sus siglas in ingles) como un regulador de crecimiento (Guillen, 2009).

3.5.2. Efecto del 1-MCP en frutos

Los estudios realizados con 1-MCP se han enfocado en el efecto sobre la calidad de los cultivos hortícolas durante el manejo poscosecha (Watkins 2006, 2008, 2010). El 1-MCP se puede aplicar antes y/o después de cosecha, en distintas concentraciones o tiempo de exposición (Raffo *et al.*, 2008). Es necesario tomar en cuenta que las frutas más cercanas al climaterio y que producen más etileno son generalmente menos sensibles al 1-MCP (Mworia *et al.*, 2009). La aplicación de este compuesto en frutos tiene diferentes efectos:

En cuanto a la pérdida fisiológica de peso, cuando se aplicó 1-MCP a frutos de guayaba se registró mayor pérdida fisiológica de peso (Bassetto *et al.*, 2005), sin embargo, en pitahaya resultó favorable al retardar la pérdida fisiológica de peso durante el almacenamiento (Serna *et al.*, 2011). En contraste, otros autores reportan que no existen diferencias significativas para esta variable (WU *et al.*, 2009; Fan *et al.*, 1999; Mostofi *et al.*, 2003).

En general, el 1-MCP contribuye a mantener la firmeza de los frutos (Chiriboga *et al.*, 2008). En kiwi el 1-MCP aplicado en concentraciones de 50 y 100 ppm contribuyó a

mantener la firmeza de los frutos almacenados en frío por 60, 120 y 180 días (Cantin *et al.*, 2011), lo cual es una característica deseable, ya que el incremento o mantenimiento de la firmeza e integridad del fruto y cáscara puede mejorar la resistencia a las infecciones por patógenos (Marcos *et al.*, 2005).

Puede aumentar o disminuir el contenido de sólidos solubles totales (SST), de acuerdo con la especie, variedad, y condición de almacenamiento (Villalobos *et al.*, 2011). En pera 'Patharnakh', pera 'Gala' y manzana 'Fuji', Plátano 'Williams' el contenido de SST fue mayor cuando fueron tratados con 1-MCP (Bai *et al.*, 2006; Mahajan *et al.*, 2010); sin embargo, el contenido disminuyó en plátano, kiwi y mandarina 'Shatang ju' tuvieron contenido menor (Mao *et al.*, 2007; Li *et al.*, 2012). Otros trabajos reportaron que la aplicación de este compuesto no tuvo efecto significativo sobre SST en algunas variedades de manzana y Cerezo 'Cumbre' y lo mismo ocurre cuando se combina con tratamientos a temperaturas bajas (DeLong *et al.*, 2004, Wei *et al.*, 2011).

El 1-MCP también puede afectar el contenido de ácidos orgánicos, representantes de la calidad del fruto (Deaquiz *et al.*, 2014). Retardó la disminución en el contenido de ácidos orgánicos en pera 'Patharnakh' (Mahajan *et al.*, 2010); 'Gala', 'El jengibre oro', 'Granny Smith', 'Ley Roma', 'Empire', y las manzanas 'Fuji' durante el almacenamiento a temperatura ambiente (Zanella *et al.*, 2003; Bai *et al.*, 2006) y sin embargo, no lo afectó en manzanas 'Ley de Roma' y Cerezo 'Cumbre' almacenados en atmósfera controlada (Bai *et al.*, 2006; Wei *et al.*, 2011).

Los factores que afectan la respuesta del fruto al 1-MCP son: cultivar, prácticas culturales, concentración y tiempo de exposición, grado de madurez, tipo de almacenamiento (atmósfera controlada vs. convencional), temperatura de almacenamiento, tiempo entre la cosecha y materiales de empaquetado (Sozzi y Beaudry, 2007; Watkins, 2008).

Es necesario resaltar que el 1-MCP puede causar desordenes fisiológicos o características indeseables, por ejemplo, en duraznos, ciruelas y nectarinas

encontraron que el 1-MCP presentaron aumento en la incidencia del oscurecimiento incremento de daños por frío y ablandamiento de pulpa (Fan *et al.*, 1999; Fan *et al.*, 2002; Dong *et al.*, 2002; Watkins, 2006).

3.6. Evaluación de tecnología poscosecha

Para monitorear el comportamiento del fruto en respuesta a las tecnologías utilizadas en el almacenamiento, se emplean las variables fisiológicas de poscosecha las más comunes son las siguientes:

Pérdida fisiológica de peso. La pérdida fisiológica de peso está asociada a la transpiración, además es la mayor causa de deterioro en términos cuantitativos (pérdidas de peso) y cualitativos, la deshidratación de la epidermis, pérdida de textura y calidad nutritiva (Di Santo *et al.*, 2009). La transpiración es resultado de la interacción del gradiente de presión de vapor en la superficie del fruto, en una resistencia determinada por la epidermis y la capa de aire en contacto con la superficie del fruto (Correa, 1994).

Firmeza. La firmeza es una característica mecánica de la textura, máxima fuerza requerida para lograr la compresión, o el corte en un fruto (Linares *et al.*, 2013). La firmeza disminuye debido a cambios en la estructura de la pared celular, debido a la actividad de las enzimas como poligalacturonasa y pectinmetilesterasa que degradan los componentes de la misma (Toinoven y Brummell, 2008) la pérdida de firmeza depende de la anatomía de los tejidos vegetales, en particular el tamaño de las células, su forma y disposición en el fruto, la respuesta a la presión de turgencia, y del espesor y resistencia de las paredes celulares (Chanliaud *et al.*, 2002).

Color. Es el índice más utilizado del estado de madurez del fruto, puesto que, cuando un fruto pasa del de color verde, a su color característico, se tiene una señal evidente de madurez fisiológica (Bodria *et al.*, 2004). Por esta razón se han desarrollado equipos y modelos cromáticos que representan matemáticamente los colores con ayuda de espectrofotómetros o colorímetro (Yam y Papadakis, 2004). Así, el espacio de color CIE-L *a*b describe todos los colores que se pueden percibir

en los frutos (Pathare *et al.*, 2013). En este sistema, los parámetros de color en un fruto, se designan de la siguiente forma: luminosidad (L), que va desde negro (0) hasta blanco (100); saturación (ejes Cromo), cuanto mayor sea su valor más vivo será el color, y tono o matiz ($^{\circ}$ hue), que es el estado puro del color (Padrón *et al.*, 2012; Castro *et al.*, 2013). En frutos, el cambio de color durante la maduración es producto, de la degradación de la clorofila y la síntesis de pigmentos por ejemplo: carotenoides y antocianinas (Ferrer *et al.*, 2005).

Sólidos solubles totales. Se considera están constituidos en un 80 a 95% de azúcares (Almenar *et al.*, 2013). El aumento de los sólidos solubles totales es una característica definida de maduración del fruto, la cual se da como una respuesta de desdoblamiento de polisacáridos de mayor tamaño como es el caso del almidón, que se degrada principalmente en glucosa fructosa y sacarosa (Arrieta *et al.*, 2006).

Acidez titulable. La acidez de los frutos se debe principalmente a la presencia de ácidos orgánicos que se encuentran en la vacuola (Jiménez *et al.*, 2011). Los cuales participan comúnmente en la respiración o su conversión en azúcares en el ciclo de los ácidos tricarbónicos, y generalmente disminuyen durante la maduración del fruto. La acidez de los frutos se expresa en función del ácido que predomine los cuales pueden ser: ácido cítrico, málico, oxalacético, láctico, entre otros. Además, por transformaciones bioquímicas, se sintetizan ácido pirúvico, acetaldehído y etanol (Riofrio, 2003).

Relación sólidos solubles totales/acidez titulable (SST/AT). Esta relación se utiliza como índice de madurez y se tienen valores que indican el mínimo requerido en frutos para consumo en fresco (Passaro *et al.*, 2012). Así, la relación sólidos solubles totales/acidez titulable puede contribuir a determinar el punto óptimo para consumo, vencimiento legal y palatabilidad (Landanilla, 2008). En general, se considera que entre mayor sea la relación SST/AT se tiene mejor sabor del fruto, ya que refleja el balance de mayor contenido de sólidos solubles totales y menor acidez (Velázquez *et al.*, 2016).

Azúcares. Los principales azúcares que se encuentran en el fruto son: sacarosa, glucosa y fructosa (Novoa *et al.*, 2006). La sacarosa es producto de la fotosíntesis y en esta forma el carbono se trasporta de las hojas a otras partes de la planta y a los frutos (Taiz y Beaudry, 2016). Los azúcares pueden ser metabolizados en procesos biosintéticos y/o pueden estar almacenados en forma de almidón (Camargo *et al.*, 2015). Sin embargo, existen frutos en los que no acumulan almidón si no sacarosa, estos frutos si son cosechados antes de su punto óptimo estos no incrementarán (Santamaría *et al.*, 2009).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se dividió en dos fases. La primera para evaluar la variabilidad del nanche silvestre y semidomesticado en tres localidades de Nayarit, y la segunda para evaluar el comportamiento poscosecha de tres genotipos de nanche (Apéndice A3) en diferentes temperaturas (8, 13, 18 y 22 ± 2 °C) y concentraciones de 1-MCP (0, 300, 600 y 900 ppm).

4.1. FASE 1. Variabilidad de nanche (*Byrsonima crassifolia* L.) silvestre y de traspatio en tres localidades de Nayarit

4.1.1. Ubicación

Se seleccionó tres regiones del Estado, separadas geográficamente. Zona centro que corresponde a los municipios de Tepic y Xalisco se caracteriza por tener un clima: semicálido subhúmedo con lluvias en verano que van de los 800 a 2,000 mm, con rango de temperatura de 16 a 28 °C; En la zona Huajicori, en el norte se caracteriza por tener un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, rango de temperaturas de 16 a 26 °C y precipitaciones de 800 a 2,000; y Ahuacatlán en la zona sur que se caracteriza por tener un clima cálido subhúmedo con rango de temperatura de 16 a 24 °C (INEGI, 2009).

4.1.2. Material vegetal

Se geoposicionaron árboles de nanche en las tres zonas y se realizó el muestreo de 4 ramas de 40 cm aproximadamente de cada uno de los puntos cardinales, se etiquetaron, humedecieron y almacenaron en bolsas de plástico; y se recolectaron 20 frutos directamente del suelo, se etiquetaron y se colocaron en bolsas de plástico y se llevaron al Laboratorio de Cultivo de Tejidos en la Unidad Académica de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit (UAN). En el laboratorio, las hojas se desprendieron de la rama, se eliminaron las hojas incompletas o con daño,

después, al igual que los frutos, se ordenaron de mayor a menor y se seleccionaron hojas y frutos homogéneos.

4.1.3. Variables evaluadas:

Estas variables se determinaron de acuerdo a lo propuesto por Torres (2008).

Distribución de las ramas. Referido a la posición que presentaron las ramas dentro del árbol en: erecto, opuesto, verticilado y regular.

Hábito de crecimiento. Referido a la forma del árbol en: circular, aovado, piramidal, rectangular, elíptico e irregular.

Forma de la hoja. Elíptica, redondeada, ovalada y lanceolada.

Forma del fruto. En: plano, semicircular, esferoide, elipsoide, oblongo-plano y oblongo.

Diámetro polar y ecuatorial del fruto. Se midió con la ayuda de un vernier digital marca Truper® (Truper Inc., México). El diámetro polar del fruto se midió de la distancia máxima desde la base hasta el ápice del fruto. El diámetro ecuatorial se midió en la parte más ancha del fruto.

Largo y ancho de la semilla. El largo de la hoja se midió de la base hasta la parte más distal, el ancho en la parte más ancha perpendicular a la base. Se utilizó un vernier digital marca Truper® (Truper Inc., México).

Sólidos solubles totales (°Brix). Se realizó con un refractómetro digital PAL-1, ATAGO (ATAGO CO. LTD. Japón) para lo que se colocó una gota de jugo en la celda.

Peso del fruto, pulpa y semilla. Con la ayuda de una balanza de precisión OHAUS modelo TS 1205 (OHAUS, E.U.A.).

4.1.4. Análisis estadístico.

Con el promedio de las variables de cada genotipo se realizó: prueba de t (Student, $\alpha=0.05$), análisis de componentes principales y de conglomerados con ayuda del paquete estadístico SAS® 9.4 (Statistical Analysis System, SAS institute, inc., 2014).

4.2. FASE 2. Evaluación del comportamiento poscosecha de genotipos de nanche en tres temperaturas y concentraciones de 1-MCP

Esta fase del experimento se llevó a cabo en tres partes: 1) Comportamiento de los genotipos a temperatura ambiente (22 ± 2 °C); 2) almacenamiento durante siete y 12 días a diferentes temperaturas (8, 13 y 18 ± 2 °C) y tres genotipos (G1, G2, G3); 3) exposición de frutos de nanche con 1-MCP (0, 300, 600 y 900 ppm) por 8 horas y refrigeración (8 °C) durante siete y 10 días de almacenamiento.

4.2.1. Material vegetal.

El material vegetal fue recolectado en el Municipio de Tepic, Nayarit; en septiembre y octubre, 2015. La cosecha se realizó de acuerdo a la técnica propuesta por Velásquez *et al.* (2006). Los frutos recolectados se llevaron al laboratorio de análisis especiales de la Universidad Autónoma de Nayarit. Se seleccionaron aquellos frutos que no presentaban daño aparente y libre de microorganismos, previamente se lavaron con agua en una solución 1 % de hipoclorito de sodio (v/v), para generar los siguientes experimentos.

4.2.2. EXPERIMENTO 1. Calidad poscosecha de frutos de tres genotipos de nanche almacenado a temperatura ambiente

4.2.2.1. Tratamiento y diseño experimental.

Los tratamientos fueron tres genotipos almacenados en temperatura ambiente (22 ± 2 °C); el diseño experimental fue completamente al azar.

4.2.3. EXPERIMENTO 2. Calidad poscosecha de frutos de tres genotipos de nanche almacenado en tres temperaturas (8, 13, 15 °C)

4.2.3.1. Tratamiento y diseño experimental.

Se utilizó diseño factorial los factores fueron tres genotipos, y cuatro temperaturas (8, 13, 18 ± 2 °C) de almacenamiento.

4.2.4. EXPERIMENTO 3. Calidad poscosecha de frutos de nanche almacenado a 8 °C y cuatro concentraciones de 1-MCP (0, 300, 600 y 900 ppm)

4.2.4.1. Tratamiento y diseño experimental.

Por último, en el tercer experimento se probaron 4 concentraciones de 1-MCP (0, 300, 600 y 900 ppm), en un diseño experimental completamente al azar.

4.2.5. Variables.

Una vez iniciado el experimento las evaluaciones se realizaron todos los días hasta que los frutos presentaron características no deseadas para su consumo (fermentación, presencia de hongos o ablandamiento excesivo). Las variables evaluadas para los tres experimentos fueron las siguientes:

Pérdida fisiológica de peso (PFP). Se seleccionaron 20 frutos por tratamiento, se etiquetaron y se almacenaron con las condiciones de acuerdo al tratamiento, los frutos se pesaron de forma individual todos los días en una balanza de precisión (OHAUS, E.U.A.) para obtener el porcentaje de pérdida de peso por día y el acumulado durante la evaluación. Para conocer la pérdida de peso se utilizó la siguiente fórmula:

$$PFP = ((\text{Peso inicial} - \text{Peso Final}) / \text{Peso inicial}) * 100$$

Color. Se seleccionaron 20 frutos por tratamiento, se etiquetaron y se almacenaron de acuerdo a las condiciones de acuerdo al tratamiento. Se trazó un círculo en la

parte media del fruto, con el fin de realizar las mediciones en el mismo sitio con un colorímetro digital (ColorTec-PcM, E.U.A), y con base CIELab (L^* , a^* , b^*), donde a^* y b^* (coordenadas de cromaticidad). El ángulo de matiz (hue°) se calculó con la fórmula $hue = \arctan(b/a)$ y el índice de saturación (cromaticidad) con la fórmula: $Croma = (a^2 + b^2)^{1/2}$ (Gómez *et al.*, 2009)

Sólidos Solubles Totales (STT). Se realizó con un refractómetro digital PAL-1, ATAGO (ATAGO CO. LTD. Japón) mediante una gota de jugo en el lector del refractómetro.

Azúcares totales. Se determinó con el método Antrona (Whitan *et al.*, 1971), la muestra consistió en 1 g de pulpa, se mezcló con 50 mL de etanol al 80 % y se homogenizó. Posteriormente, las muestras se centrifugaron y concentraron hasta 25 mL, se tomó una alícuota de 1 mL y se diluyó en 50 mL de agua destilada. A continuación, de esta solución se tomó 1 mL y se adicionó 10 mL de solución Antrona, se colocaron en agua con hielo hasta enfriar la muestra y se pusieron a baño maría por 15 minutos, se enfriaron y se almacenaron en oscuridad por 20 minutos, se tomaron 200 μ L de solución y se leyó en un lector de microplacas a 620 nm (sinergy HT, EE. UU.).

Azúcares reductores. Se pesó 1 g de pulpa y se mezcló con 10 mL de agua destilada, se homogenizaron, después se tomó una alícuota de 50 μ L, se agregaron 50 μ L de ácido 3,5-dinitrosalicílico y se sometió a baño maría durante 5 minutos, enseguida para detener reacción se enfriaron las muestras en un baño de agua con hielo y se agregaron 500 μ L de agua destilada, se tomaron 200 μ L de solución y se leyó en un lector de microplacas a 540 nm (sinergy HT, EE. UU.) (Bello *et al.*, 2006).

Ácido ascórbico. Se utilizó el método colorimétrico (Durust *et al.*, 1997). Se pesó 1 g de muestra se homogenizó con 10 mL de ácido oxálico al 4 %, se tomó una alícuota de 10 μ L en viales eppendorf con 100 μ L de amortiguador de acetato y 800 μ L de DCPI. A continuación se agitaron las muestras en vortex y se leyó la

absorbancia en un espectrofotómetro con longitud de onda de 520 nm, se utilizó como blanco ácido oxálico al 0.4 %.

Acidez titulable. Se tomaron 20 g de pulpa de cada una de las unidades experimentales y se licuaron con 10 mL de agua destilada; posteriormente se filtraron con dos capas de manta cielo debidamente lavada con agua destilada. Del filtrado se tomó una alícuota de 25 mL en un vaso de precipitados con el método de AOAC (2000).

Relación Sólidos solubles totales / acidez titulable (SST/AT). Esta variable fue resultado del cociente SST/ acidez titulable.

Incidencia de enfermedades y daños por frío. Se determinó visualmente la presencia-ausencia de micelio.

V. RESULTADOS

5.1 Fase 1. Variabilidad de nanche (*Byrsonima crassifolia* L.) silvestre y de traspatio en tres localidades de Nayarit

5.1.1. Variabilidad de los caracteres cualitativos por tipo de recolecta y región

Los resultados para las variables cualitativas se muestran en el Cuadro 1, se observa que para casi todas las características evaluadas existe mayor variabilidad en los genotipos semidomesticados, ya que presentan mayor número de formas para cada variable, en comparación con los silvestres.

Cuadro 1. Variables morfológicas evaluadas en genotipos de nanche silvestres (S) y semidomesticados (SD) en Nayarit, México

Variables vegetativas		Recolecta		Variables del fruto		Recolecta	
		S (%)	SD (%)			S (%)	SD (%)
Forma del dosel	Circular	0	12	Forma	Plano	25	16
	Abobado	55	36		Semicircular	5	2
	Piramidal	5	2		Esferoide	30	26
	Rectangular	0	8		Elipsoide	0	6
	Elíptico	40	34		Plano	5	6
	Irregular	0	8		Oblongo	35	44
Distribución de las ramas	Erecto	30	34	Tamaño	Chico	12	45
	Opuesto	0	8		Mediano	58	21
	Verticilado	30	20		Grande	28	34
	Horizontal	5	18				
	Irregular	35	20				
Altura a la primera rama	>30 cm	80	50	Color	Amarillo	80	84
	31-60 cm	10	20		Naranja	0	4
	61-90 cm	10	12		Rojo	20	10
	>90 cm	0	18		Verde	0	2
Forma de la hoja	Elíptica	10	20	Sabor	Ácido	10	20
	Redondeada	50	30		Agridulce	60	16
	Ovalada	40	44		Dulce	30	64
	Lanceolada	0	6				

Por ejemplo, para la forma del dosel, los genotipos silvestres sólo presentaron forma piramidal, aovado y elíptico, mientras que en los genotipos semidomesticados se presentaron además, las formas circular, rectangular e irregular. Aunque, en general, la mayor variabilidad en las especies se encuentra en genotipos silvestres (Geps, 2014), en este trabajo, se observó mayor variabilidad en genotipos semidomesticados esto puede deberse a un muestreo incompleto de las poblaciones silvestres, o ser resultado de nuevos alelos que han surgido en traspatio (Miller y Schaal, 2005).

La forma de la hoja menos frecuente fue lanceolada; la forma de fruto que predominó fue oblonga (35 y 44 %); el color amarillo (80 y 83.67 %); por último, el sabor varió, de agridulce en silvestres (80 %) a dulce en semidomesticados (83 %). En contraste, en nanche seleccionado, Medina *et al.* (2016) encontraron que la hoja fue lanceolada, fruto ovalado (41.5 %), color amarillo (95.1 %) y, sabor agridulce (58.5 %). En este trabajo existe mayor proporción de nanches dulces y de mayor tamaño en genotipos de nanches semidomesticado lo que es indicio de un proceso de selección para esas características.

En cuanto a las regiones estudiadas (Cuadro 2) se determinó que la región centro presenta mayor número de formas para las variables en comparación con la región norte. Esto indica mayor variabilidad en la región centro. Se observa además, que en las tres regiones predominaron estructuras del dosel aovado y elíptico; altura a la primera rama de 0 a 30 cm.

El tamaño del fruto fue menor en la región norte, este resultado puede deberse a que en ésta región el proceso de domesticación es menor que en las regiones centro y sur del Estado. Sin embargo, el color presentó mayor variabilidad en la región sur en el cual se encontraron frutos de color amarillo, naranja, rojo y verde, todos semidomesticados, es importante mencionar que en la región sur no se localizaron materiales silvestres.

Cuadro 2. Variables cualitativas morfológicas evaluadas en genotipos de ranche recolectado en tres zonas de Nayarit, México.

Variables vegetativas (%)	Zona			Variables del fruto (%)	Zona			
	Norte	Centro	Sur		Norte	Centro	Sur	
Estructura del dosel	Circular	0.0	5.9	25.0	Forma Plano	10.0	2.5	18.9
	Obovado	60.0	32.4	37.5	Semicircular	5.0	2.9	0.0
	Piramidal	0.0	5.9	0.0	Esferoide	25.0	35.3	12.5
	Rectangular	0.0	11.8	0.0	Elipsoide	0.0	0.0	18.8
	Elíptico	40.0	35.3	31.3	Plano	5.0	2.9	12.5
	Irregular	0.0	8.8	6.2	Oblongo	55.0	35.3	37.5
Distribución de las ramas	Erecto	30.0	35.3	31.2	Tamaño Chico	65.0	8.8	25.0
	Opuesto	0.0	8.8	6.2	Mediano	20.0	58.8	68.8
	Verticilado	20.0	29.4	12.5	Grande	15.0	32.3	6.3
	Horizontal	5.0	14.7	25.0				
	Irregular	45.0	11.8	25.0				
Altura a la primera rama	0-30 cm	85.0	44.1	56.3	Color Amarillo	100.0	78.8	68.8
	31-60 cm	5.0	20.6	25.0	Naranja	0.0	3.0	66.3
	61-90 cm	10.0	14.7	6.3	Rojos	0.0	18.2	18.8
	>90 cm	0.0	20.6	12.5	Verde	0.0	0.0	6.2
Forma de la hoja	Elíptica	10.0	17.7	25.0	Sabor Ácido	20.0	14.7	12.5
	Redondeada	60.0	29.4	18.8	Agridulce	50.0	23.5	12.5
	Ovalada	30.0	44.1	56.3	Dulce	30.0	61.8	75.0
	Lanceolada	0.0	8.8	0.0				

5.1.2. Variación de los caracteres cuantitativos por tipo de recolecta

Los valores máximos y mínimos encontrados se presentan en el Cuadro 3, se observa que el diámetro polar y ecuatorial del frutos, peso del fruto, semilla, pulpa y grosor de la pulpa presentaron valores mayores en los semidomesticados que en los silvestres esto indica que el proceso de selección esta principalmente enfocado en el incremento en el tamaño del fruto.

Por otra parte, las recolectas silvestres presentan un rango más amplio para diámetro polar y ecuatorial; peso del fruto y semilla; y, sólidos solubles totales, que los reportados para genotipos silvestres procedentes del estado de Michoacán, que fueron: largo y ancho del fruto de 12.8 a 16.5 mm y 14.5 a 19.3 mm respectivamente.

Cuadro 3. Valores mínimo (Min), medio (M), máximo (Máx) y coeficiente de variación (C.V.) de las variables cuantitativas evaluadas en recolecciones de ranche silvestre y semidomesticado.

Variable	Silvestres				Semidomesticados			
	Min	M	Máx	C.V. ¹	Min	M	Máx	C.V.
Diámetro polar del fruto (mm)	9.3	13.3	17.6	5.2	13.4	17.4	22.2	8.1
Diámetro ecuatorial del fruto (mm)	10.1	15.9	22.4	5.1	16.0	19.9	24.8	8.9
Relación polar-ecuatorial del fruto	0.7	0.8	1.0	10.4	0.7	0.9	1.4	7.4
Diámetro polar de semilla (mm)	6.2	7.3	8.9	9.4	6.5	8.4	10.9	7.6
Ecuatorial de semilla (mm)	4.9	7.2	8.4	10.2	7.1	8.3	10.3	9.4
Relación polar-ecuatorial de semilla	0.8	1.0	1.3	9.8	0.8	1.0	1.3	7.7
Peso del fruto (g)	0.7	2.3	5.2	1.9	2.2	4.4	7.9	3.6
Peso de la semilla (g)	0.1	0.3	0.4	4.1	0.3	0.4	0.8	3.2
Peso de la pulpa (g)	0.6	2.1	4.9	1.8	1.9	4.0	7.2	3.6
Grosor pulpa (mm)	2.3	4.4	7.0	3.3	4.4	5.9	7.5	7.8
Largo de la hoja (mm)	71.2	89.5	125.2	6.1	95.2	118.3	208.9	5.7
Ancho de la hoja (mm)	34.7	43.8	56.2	8.6	33.9	50.8	95.2	4.9
Relación largo-ancho de la hoja	1.7	2.1	2.6	7.9	1.8	2.4	3.3	7.3
Sólidos solubles totales (°Brix)	9.1	12.9	22.6	4.8	8.8	14.1	17.0	6.2

¹C.V. en %

Peso del fruto de 1.8 a 3.8 g, peso de la semilla de 0.3 a 0.5 g y sólidos solubles totales de 13.6 a 15.8 °Brix (Bayuelo *et al.*, 2006); pero menores a los reportados en nanches procedentes de la sierra de Tabasco, en donde se evaluaron un total de 23 árboles silvestres y semidomesticados: largo y ancho del fruto de 18.2 a 26.3 mm, y 17.5 a 25.5 mm, respectivamente, peso de la pulpa de 2.26 a 6.32 g, grosor de la pulpa de 4 a 7 mm, el peso de la semilla de 0.4 a 0.93 g, y los sólidos solubles totales de 3.2 a 7.9 °Brix (Martínez *et al.*, 2006), éstos datos indican mayor variabilidad en el estado de Nayarit.

Se encontraron genotipos silvestres que a pesar su tamaño pequeño (52 % menor que los semidomesticados), presentaron dulzor de hasta 22.6 °Brix, 23.45 % mayor que el máximo presentado en genotipos semidomesticados. Aunque, se sabe que el contenido de sólidos solubles totales no son completamente azúcares, estos pueden representar entre 80 y 95 % (Amenar *et al.*, 2013), por lo que se pueden utilizar como un indicador de dulzor.

5.1.3. Diferencias entre poblaciones de nanche silvestre y semidomesticado

De acuerdo a la prueba de *t* (0.05) (Cuadro 4) se observó que los genotipos semidomesticados presentan valores mayores para todas las variables excepto para los índices diámetro polar-ecuatorial de fruto y semilla, así como sólidos solubles totales que no presentaron diferencias significativas.

Cuadro 4. Resultados de la prueba de *t* de las recolectas silvestres y semidomesticados procedentes de tres regiones de Estado.

Variable	S ^a	SD ^b	C.V. ^c
Diámetro polar del fruto (mm)	13.31 b ^d	17.41 a	16.13
Diámetro ecuatorial del fruto (mm)	15.90 b	19.89 a	15.67
Relación diámetro polar-ecuatorial del fruto	0.84 a	0.88 a	12.14
Diámetro polar de semilla (mm)	7.27 b	8.41 a	13.02
Ecuatorial de semilla (mm)	7.17 b	8.30 a	11.65
Relación diámetro polar-ecuatorial de semilla	1.02 a	1.02 a	12.10
Peso del fruto (g)	2.34 b	4.38 a	37.78
Peso de la semilla (g)	0.26 b	0.41 a	33.63
Peso de la pulpa (g)	2.08 b	3.97 a	51.08
Grosor pulpa (mm)	4.39 b	5.90 a	20.48
Largo de la hoja (mm)	89.54 b	118.25 a	17.29
Ancho de la hoja (mm)	43.77 b	50.78 a	18.26
Relación largo-ancho de la hoja	2.05 b	2.36 a	13.12
Sólidos solubles totales (°Brix)	12.88 a	14.10 a	18.22

^aSilvestre; ^bSemidomesticado; ^c Coeficiente de variación; ^dLetras iguales en la misma fila no son significativos.

Los valores mayores para estas variables presentados por los genotipos semidomesticados puede deberse a la selección de genotipos con tamaño mayor del fruto (diámetro y peso, peso de la pulpa y grosor de la pulpa) que es el principal órgano de interés para el hombre, lo que coincide con Martínez *et al.* (2006) que indicaron que la selección conduce a cambios en caracteres como mayor tamaño, mayor porcentaje de pulpa, mejor sabor y menor tamaño de semilla.

En cuanto al contenido de sólidos solubles fue estadísticamente igual de acuerdo a Raya *et al.* (2010) la domesticación implica la selección de plantas con características deseables, en este caso, se puede observar que en nanche estas

características son: el dulzor y tamaño del fruto. El dulzor encontrado en las recolectas silvestres de Nayarit puede ser utilizado en programas de mejoramiento.

5.1.4. Análisis de correlación entre las variables cuantitativas

De acuerdo a éste análisis, se encontraron correlaciones entre la mayoría de las variables evaluadas. Destacan: el diámetro polar y ecuatorial del fruto con el diámetro ecuatorial de la semilla ($0.741 P \leq 0.0001$ y $0.775, P \leq 0.0001$), esto significa que a mayor diámetro polar y/o ecuatorial del fruto, mayor diámetro ecuatorial de la semilla; también, el peso del fruto con el peso de la semilla ($0.947 P \leq 0.0001$), así, entre mayor peso presentó el fruto, mayor fue el peso de la semilla. Aunque, Raya *et al.* (2010) indican reducción en el tamaño de la semilla en nanches semidomesticados en Michoacán, en éste trabajo, no se observó reducción del tamaño de la semilla. Lo cual puede ser indicio de que los nanches en Nayarit presentan un grado menor de domesticación que en Michoacán o que la selección se realiza de acuerdo a características como el tamaño o sabor del fruto y no considera el tamaño de la semilla.

5.1.5. Variabilidad de las recolectas de nanche

Para el análisis de componentes principales las variables que se utilizaron fueron: diámetro polar del fruto y semilla, diámetro ecuatorial del fruto y semilla, relación diámetro polar/ecuatorial del fruto, peso del fruto y sólidos solubles totales ya que aportaron a la variabilidad y no presentaron efecto de colinealidad.

De acuerdo con los resultados (Cuadro 5), el CP1 explicó el 61.7 % de la variabilidad morfológica total, el cual estuvo determinada de forma positiva por el diámetro polar y ecuatorial del fruto, peso del fruto y diámetro polar y ecuatorial de la semilla, por variables del fruto lo cual es consistente con estudios previos sobre variabilidad morfológica de nanche (Martínez *et al.*, 2006; Bayuelo *et al.*, 2006).

Cuadro 5. Valores propios, varianza explicada y varianza acumulada de los primeros tres componentes principales de 70 recolectas de nanche silvestre y semidomesticado en tres regiones del estado de Nayarit.

Variable	CP1	CP2	CP3
Diámetro polar del fruto (mm)	0.448	0.253	-0.070
Diámetro ecuatorial del fruto (mm)	0.447	-0.261	0.052
Relación diámetro polar-ecuatorial del fruto	0.060	0.830	-0.166
Diámetro polar de la semilla (mm)	0.387	0.306	0.144
Diámetro ecuatorial de la semilla (mm)	0.403	-0.166	0.391
Peso del fruto (g)	0.463	-0.085	0.085
Sólidos solubles totales (°Brix)	-0.264	0.223	0.886
Valor propio	4.318	1.350	0.775
Varianza explicada (%)	61.700	19.300	11.100
Varianza acumulada (%)	61.700	81.000	92.000

El CP2 explicó el 19.3 % de la variabilidad morfológica total, estuvo determinada de forma positiva por la relación diámetro polar-ecuatorial de la semilla; por último, el CP3 explicó el 11.1 % de la variabilidad morfológica total, estuvo determinada de forma positiva por los sólidos solubles totales, lo que puede indicar un parámetro importante para determinar variabilidad en nanche.

5.1.6. Relaciones filogenéticas entre las recolectas de nanche

Al realizar el análisis de conglomerados jerárquicos se identificaron cuatro grupos a una distancia euclidiana de 0.5 (Figura 1). El grupo I estuvo conformado por recolectas de frutos anchos, semilla ancha y de mayor peso, los genotipos de este grupo puede ser utilizado para programas de mejoramiento debido a la preferencia del consumidor ya que su tamaño facilita la cosecha.

El grupo II estuvo caracterizado por presentar fruto y semilla alargados. El grupo III se formó por genotipos con peso medio de diámetro polar y ecuatorial tanto en fruto como en semilla, peso del fruto y sólidos solubles totales.

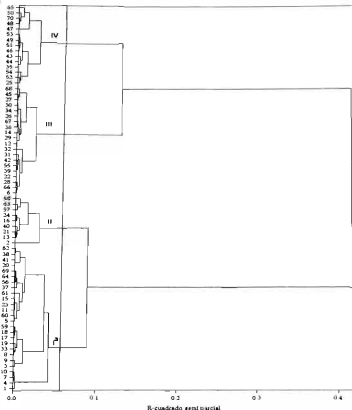


Figura 1. Dendrograma obtenido del análisis de agrupamiento con el método ward de 70 recolectas de nanche semidomesticado y silvestre en tres regiones del estado de Nayarit. ^aNúmero de grupo.

El grupo IV con genotipos de bajo diámetro polar y ecuatorial de fruto y semilla, peso bajo del fruto, y con alto contenido de sólidos solubles totales, por lo tanto pueden ser utilizados para mejoramiento junto con las recolectas del grupo I, ya que el dulzor, además, del peso del fruto, son parámetros importantes en el gusto

del consumidor (Bayuelo *et al.*, 2006). Las recolectas de los grupos II y III son importantes para la conservación de la variabilidad.

Se determinó que los genotipos semidomesticados y silvestres están mezclados en todos los grupos formados, por lo que se considera que el proceso de domesticación de ésta especie es incipiente y no llega a diferenciar los genotipos silvestres de los semidomesticados.

También se observó que los genotipos de las regiones evaluadas están mezclados en los grupos, esto puede deberse al movimiento de genotipos entre regiones o ha que aún no se ha presentado un proceso de adaptación que los diferencie.

5.2. Etapa 2. Calidad poscosecha de frutos de tres genotipos de nanche almacenado en cuatro temperaturas (8, 13, 15 y 22 ± 2 °C) y cuatro Concentraciones de 1-MCP (0, 300 y 600 y 900 ppm)

5.2.1 Experimento 1. Almacenamiento de frutos a temperatura ambiente (22 ± 2 °C)

Al realizar este experimento se determinó que el genotipo 3 presentó mayor vida de anaquel en comparación con los demás genotipos, por lo que se considera que este genotipo puede ser utilizado en programas de mejoramiento genético para prolongar la vida de anaquel de los frutos.

De acuerdo al análisis de varianza (Cuadro 6), se determinó diferencia significativa para las variables: pérdida fisiológica de peso; color (luminosidad, matiz e índice de saturación); firmeza; sólidos solubles totales; acidez titulable y relación sólidos solubles totales-acidez titulable.

Cuadro 6. Resultado del análisis de varianza para las variables evaluadas en frutos de tres genotipos de nanche almacenados a temperatura ambiente (22 ± 2 °C).

Variable	DDEE ²	Pr>F	Media	C.V. ³	Variable	Pr>F	Media	C.V.
PFP ¹ (%)	0	0.0000	0.0000	0.0000	Firmeza (N)	0.0004	21.0040	17.3712
	1	0.0320	3.6553	8.3818		<0.0001	12.6578	26.4031
	2	0.0224	9.5330	8.4638		<0.0001	10.0311	33.8590
	3	0.0093	14.0205	7.3022		<0.0001	6.7111	35.8265
	4	0.0001	18.0245	22.5455		<0.0001	6.1822	36.2792
Luminosidad	0	<0.0001	68.3550	3.0769	SST ⁴ (°Brix)	0.0003	13.1444	3.0219
	1	0.0841	75.8300	17.5814		0.0004	11.6122	3.4208
	2	<0.0001	63.2067	4.2222		0.0012	10.9778	6.6871
	3	<0.0001	61.7883	4.0367		0.0024	9.9377	11.0333
	4	<0.0001	59.7717	3.1575		0.1165	9.8889	32.6288
Saturación	0	<0.0001	49.4428	5.8050	AT ⁵ (%)	<0.0001	0.6344	11.9115
	1	<0.0001	42.5795	6.2769		<0.0001	0.6267	18.4261
	2	<0.0001	44.2597	11.2616		<0.0001	2.8523	6.6870
	3	<0.0001	43.9135	10.7705		0.0011	0.5522	30.0662
	4	<0.0001	43.9920	7.7829		0.0002	0.6033	22.7259
Matiz (*hue)	0	0.0016	108.0578	21.9672	RSS/AT ⁶	0.0008	30.6322	19.9983
	1	<0.0001	112.3365	16.5879		<0.0001	0.5211	8.9552
	2	<0.0001	114.9142	3.7555		0.0017	44.6978	34.5487
	3	<0.0001	117.2222	2.8265		0.0013	30.2600	21.0210
	4	<0.0001	118.3637	3.5102		0.0013	27.3733	24.1213

¹Pérdida fisiológica de peso; ²Día después de establecido el experimento evaluación;

³Coefficiente de variación; ⁴Sólidos solubles totales; ⁵Acidez titulable; ⁶Relación sólidos solubles totales-acidez titulable.

Pérdida fisiológica de peso (PFP). En la figura 2, se observa que el genotipo 3 presentó la menor PFP, ésta variable es una característica de calidad de fruto en poscosecha, además, es importante mantener la pérdida de peso en valores mínimos ya que de acuerdo a Burg (2004) cuando las pérdidas de peso superan el 15 % del peso del fruto desaparece la frescura de los productos vegetales, además, el efecto de la deshidratación, puede tener repercusiones de tipo legal, si la pérdida es tal que no se cumple con el peso neto declarado en las cajas o envases (Barreiro y Sandoval, 2006). El genotipo 3 presentó 15 % de PFP hasta el cuarto día de evaluación, mientras que el genotipo 1 superó este valor al tercer día, esta diferencia entre genotipos puede ser debida a la presencia de ceras en la epidermis o a la consistencia del fruto (Wills *et al.*, 2007).

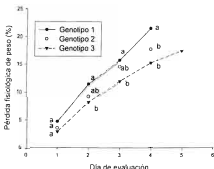


Figura 2. Pérdida fisiológica de peso de frutos de tres genotipos de nanche almacenados a temperatura ambiente (22 ± 2 °C). $n= 20$ repeticiones. Medias con letras iguales en el mismo día de evaluación no son estadísticamente diferentes.

Color. El color es considerado un factor esencial en la madurez de los productos frutícolas, ya que ha sido ampliamente demostrado que se correlaciona con otros indicadores físicos, químicos y sensoriales de la madurez del fruto (Mendoza *et al.*, 2006). En este trabajo se observaron diferencias en el cambio de color en los genotipos (Figura 3), el color amarillo del fruto de nanche se atribuyen principalmente a la presencia de carotenoides, siendo buena fuente de luteína y zeaxantina (Mariutti *et al.*, 2013).

El genotipo 1 inició en color café oscuro y finalizó en color marrón claro, mientras que los genotipos 2 y 3 iniciaron en color amarillo claro y finalizaron en amarillo intenso, este cambio de color se observó de manera gradual durante los días de evaluación, de acuerdo a Kays (2004) el cambio de color en la madurez de los frutos está asociada con la síntesis o desenmascaramiento de clorofila y aparición de los carotenoides. La luminosidad del fruto, se redujo durante los días de evaluación ya que el brillo es proporcionado por ceras en los frutos que disminuyen

con el proceso de maduración (Fischer *et al.*, 2014). Los genotipos 2 y 3 presentaron mayor brillo, lo cual se debe a características propias del genotipo.

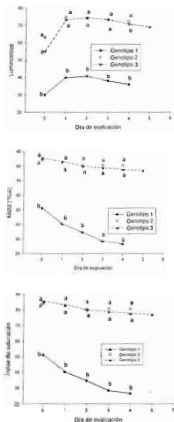


Figura 3. Desarrollo del color del fruto de tres genotipos de nanche almacenados durante a temperatura ambiente (22 ± 2 °C). n= 20 repeticiones. Letras iguales en el mismo día de evaluación no son estadísticamente iguales.

Sólidos solubles totales (SST). Se observa, en la figura 3, que el genotipo 1 presentó mayor contenido de SST (13 a 15 °Brix), en comparación los genotipos 2 y 3, sin embargo, éstos genotipos tienen sabor ácido y agridulce respectivamente. Los sólidos solubles totales están constituidos en un 80 a 95% de azúcares, ésta medida se encuentra asociada con los azúcares disueltos en el jugo celular (Almenar *et al.*, 2013). El contenido de SST disminuyó con el tiempo de forma marcada en los genotipos 2 y 3, en comparación con el genotipo 1 que se mantuvo relativamente constante. Generalmente, en poscosecha se incrementa el contenido de SST debido a la generación de azúcares, producto de la hidrólisis del almidón en la respiración sin embargo, en ocasiones, los azúcares y otros compuestos pueden ser utilizados como fuente de energía en la respiración y los procesos de maduración del fruto, lo que se manifiesta en disminución del contenido de sólidos solubles totales (Camargo *et al.*, 2015), este comportamiento también ha sido reportado en frutos de guanábana, atemoya (*Annona squamosa*), ciruela y kiwi (Willis *et al.*, 1998; Xu *et al.*, 2001; Tovar *et al.*, 2011).

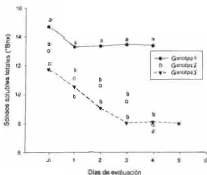


Figura 4. Sólidos solubles totales de frutos de nanche de tres genotipos almacenados a temperatura ambiente (22 ± 2 °C). n= tres repeticiones Letras iguales en el mismo día de evaluación no son estadísticamente significativas.

Acidez titulable (AT). En la figura 4 se observa que el genotipo 2 presentó la mayor AT durante los días de evaluación sin embargo, esta diferencia, se debe principalmente a sus características bioquímicas ya que el genotipo 2 es de sabor ácido, el genotipo 3 agridulce y el genotipo 1 dulce. Se observa además una ligera disminución de la acidez titulable lo que se puede deber a que los ácidos orgánicos son utilizados como sustratos respiratorios por el fruto, y además pueden ser convertidos en azúcares (Africano *et al.*, 2015). Los valores mostrados en este trabajo difieren de lo reportado por Camargo *et al.* (2015) en frutos de nanche almacenados durante 4 y 8 días a temperatura ambiente quienes encontraron valores de 2.10 y 0.89 % respectivamente. Estas diferencias pueden deberse a las características de los genotipos evaluados.

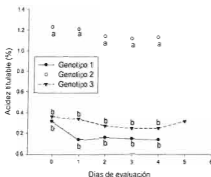


Figura 5. Acidez titulable de frutos de tres genotipos de nanche almacenados a temperatura ambiente ($22 \pm ^\circ\text{C}$) $n=$ tres repeticiones. Letras iguales en el mismo día de evaluación no son estadísticamente significativas.

Relación sólidos solubles totales/acidez titulable (SST/AT). Se determinó que el genotipo 1 presentó mayor relación sólidos solubles totales/acidez titulable

(Figura 5). De acuerdo a Velázquez *et al.* (2016), entre mayor sea la relación SST/AT el fruto presenta mejor sabor, ya que, en general, se prefieren frutos con mayor contenido de sólidos solubles totales y con menor acidez. En cambio, el genotipo 2 presentó la menor relación, esto se debe a las características del genotipo, de sabor ácido, que puede ser apreciado para la preparación de bebidas refrescantes como aguas frescas o helados.

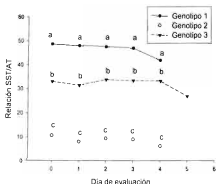


Figura 6. Relación sólidos solubles totales/acidez titulable (SST/AT) de frutos de nanche de tres genotipos de nanche almacenados a temperatura ambiente (22 ± 2 °C) n=tres repeticiones. Letras iguales en el mismo día de evaluación no son estadísticamente significativas.

Firmeza. Se determinó que el genotipo 3 presentó mayor firmeza (Figura 6). Sin embargo en el primer día se pierde en los tres genotipos más del 30 % de la firmeza inicial. Donde el genotipo 2 es aquel que cuya caída en la firmeza es más evidente. Gutiérrez *et al.*, 2007 reportaron que la firmeza es el parámetro más usado para establecer el grado de madurez de un fruto y es un indicativo sobre la vida útil potencial en éste caso, éste genotipo presenta ambas características. Los genotipos 1 y 2 presentaron la menor firmeza, cuando la firmeza se reduce en poco tiempo genera mayores pérdidas en poscosecha, pues el debilitamiento de la estructura del frutos los hace susceptibles al daño mecánico y ataque de patógenos

(Di santo *et al.*, 2009). Durante los días de evaluación la firmeza de los frutos decreció, lo cual se debe a un proceso de modificaciones en la estructura de la pared celular donde se presenta despolimerización de pectina (D'Ambrosio *et al.*, 2013; Fruk *et al.*, 2014).

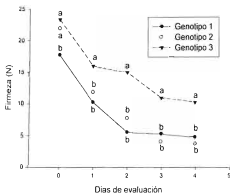


Figura 7. Firmeza de tres genotipos de frutos de nanche almacenados a temperatura ambiente (22 ± 2 °C. $n = 15$ repeticiones). Letras iguales en el mismo día de evaluación no son estadísticamente significativas.

Contenido de ácido ascórbico, azúcares totales y reductores. De acuerdo a la prueba de *t* para evaluar el contenido inicial y final de ácido ascórbico, azúcares totales y reductores (Cuadro 5) se determinó lo siguiente. El contenido de ácido ascórbico en el genotipo 2 incrementó mientras que en los genotipos 1 y 3 disminuyó, de acuerdo a Badui (1990), el ácido ascórbico es muy inestable en productos frescos y se degrada en ácido dehidroascórbico. El contenido de azúcares totales, disminuyó en todos los genotipos, mientras que el contenido en azúcares reductores sólo disminuyó en los genotipos 2 y 3 y permaneció igual en el genotipo 1, la disminución del contenido de azúcares del nanche puede deberse a que son utilizados como fuente de energía en la respiración y los procesos de maduración del fruto (Camargo *et al.*, 2015).

Se observaron diferencias entre genotipos para las concentraciones de ácido ascórbico, azúcares totales y reductores en cada genotipo, esto se debe a diferencias genéticas.

Cuadro 7. Resultado de la prueba t para las variables: ácido ascórbico, azúcares totales y reductores en tres genotipos de nanche, evaluados al inicio y final del experimento para los frutos almacenados durante 12 días en refrigeración.

Genotipo	Ácido ascórbico (mg)		Azúcares totales (mg)		Azúcares reductores (g/L)	
	1 DDR ¹	3 DDER	1 DDER	3 DDER	1 DDER	3 DDER
1	23.363 a	17.560 b	128.700 a ²	111.876 b	2.750 a	2.776 a
2	33.750 b	37.024 a	89.850 a	67.550 b	3.198 a	2.070 b
3	39.137 a	27.054 b	84.620 a	64.366 b	4.752 a	3.448 b

¹días después de refrigeración; ²Medias con letras iguales en cada fila y para cada variable no son estadísticamente diferentes.

Presencia de microorganismos. Cuatro días después de almacenamiento, se observó en el genotipo 1 presencia de larvas y hongos en los frutos a pesar de que fueron sometidos a desinfección en cloro durante al inicio del experimento y durante la evaluación permanecieron cubiertos para evitar contacto con insectos. La presencia de larvas indica que insectos adultos ya habían ovipositado en ellos al momento de la cosecha y las larvas emergieron en el cuarto día de evaluación; y, en cuanto a los hongos, posiblemente se deba al mayor contenido de azúcares en éste genotipo.

5.2.2. Experimento dos. Calidad poscosecha de frutos de tres genotipos de nanche almacenado en tres temperaturas (8, 13, 18 ± 2 °C)

El análisis de varianza para las variables evaluadas en frutos que fueron almacenados durante siete días en refrigeración (Cuadro 8) mostró diferencias significativas debidas al genotipo para las variables: pérdida fisiológica de peso, firmeza, color, sólidos solubles totales, acidez titulable y relación sólidos solubles totales/acidez titulable; y, debidas a las temperatura de almacenamiento para: firmeza, color, sólidos solubles totales, y acidez. Las interacciones encontradas se presentan en gráficas entre los factores involucrados de acuerdo a Pardo *et al.*

(2007). Las variables con interacción fueron: firmeza, luminosidad, sólidos solubles totales y acidez titulable.

Cuadro 8. Resultado del análisis de varianza factorial para las variables evaluadas en frutos de tres genotipos de nanche almacenados en refrigeración.

Variable	DDAR ¹	Media	C.V. ²	Pr>F		
				G ³	T ⁴	G*T ⁵
PFP ⁶ (%)	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	2.5055	9.5756	<0.0001	0.2441	0.8396
	3	4.3010	7.3082	<0.0001	0.7454	0.8063
Firmeza (N)	1	10.6252	31.4709	<0.0001	<0.0001	0.0088
	2	7.8430	32.3978	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	3	6.6341	35.3707	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Luminosidad	1	59.4533	15.4326	<0.0001	0.9151	0.8590
	2	58.2651	10.0848	<0.0001	0.9134	0.1492
	3	57.9700	4.5588	<0.0001	0.0002	<0.0001
Saturación	1	42.7347	34.5899	<0.0001	0.7251	0.8152
	2	40.7484	12.8743	<0.0001	0.0018	0.3657
	3	40.8159	10.0687	<0.0001	0.0357	0.0643
Matiz (*hue)	1	65.1397	9.1969	<0.0001	0.0090	0.4534
	2	62.6576	7.0025	<0.0001	0.0148	0.7878
	3	61.2887	7.2488	<0.0001	0.1049	0.0198
SST ⁷ (°Brix)	1	11.4519	8.2806	<0.0001	0.1002	0.4460
	2	11.3074	9.3190	<0.0001	0.0437	0.1721
	3	11.2519	9.3946	0.0002	0.0160	0.0405
AT ⁸ (%)	1	0.6356	6.4152	<0.0001	0.0014	0.0045
	2	0.6261	6.4913	<0.0001	0.0067	<0.0001
	3	0.5884	9.7994	<0.0001	<0.0001	<0.0001
RSST/AT ⁹	1	27.8511	19.2931	<0.0001	0.0521	0.0071
	2	27.8319	21.3528	<0.0001	0.1484	<0.0001
	3	33.5824	28.5150	<0.0001	0.3980	0.2628

¹Días después del almacenamiento en refrigeración; ²Coefficiente de variación; ³Genotipo; ⁴Temperatura; ⁵Interacción genotipo y temperatura; ⁶Pérdida fisiológica de peso; ⁷Sólidos solubles totales; ⁸acidez titulable; ⁹Relación sólidos solubles totales/acidez titulable.

También se encontraron diferencias significativas entre genotipos en todas las variables evaluadas en frutos con 12 días de almacenamiento en refrigeración; mientras que las temperaturas de almacenamiento influyeron en firmeza, color,

contenido de sólidos solubles, acidez titulable y relación sólidos solubles totales/acidez titulable. Se presentaron interacciones genotipo y temperatura de almacenamiento en: firmeza, color, acidez titulable y relación sólidos solubles totales/acidez titulable (Cuadro 9).

Cuadro 9. Resultado del análisis de varianza factorial para las variables evaluadas en frutos de tres genotipos de nanche almacenados en refrigeración.

Variable	DDAR ¹	Media	C.V. ²	Pr>F		
				G ³	T ⁴	G*T ⁵
PFP ⁶ (%)	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	2.7076	7.5356	<0.0001	0.5473	0.2085
Firmeza (N)	1	7.3859	34.1866	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	2	6.0770	40.0875	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Luminosidad	1	57.8610	12.9789	<0.0001	0.7285	0.4603
	2	57.4870	5.3804	<0.0001	0.0052	0.0002
Saturación	1	41.3430	8.3699	<0.0001	0.6971	0.1116
	2	39.0330	9.7084	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Matiz (*hue)	1	65.0330	10.7400	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	2	62.2950	7.7755	<0.0001	<0.0001	0.0089
SST ⁷ (*Brix)	1	11.9880	7.3997	<0.0001	0.0327	0.0597
	2	11.7220	10.3660	<0.0001	0.0894	0.1389
AT ⁸ (%)	1	0.5444	13.0021	<0.0001	0.0179	<0.0001
	2	0.5240	22.2524	<0.0001	0.1900	0.0014
RSST/AT ⁹	1	23.0637	24.5740	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	2	26.8770	51.3053	0.0001	0.0063	0.0001

¹Días después del almacenamiento en refrigeración; ²Coefficiente de variación; ³Genotipo; ⁴Temperatura; ⁵Interacción genotipo-temperatura; ⁶pérdida fisiológica de peso; ⁷sólidos solubles totales; ⁸acidez titulable; ⁹relación sólidos solubles totales-acidez titulable.

Los frutos de nanche que fueron almacenados en refrigeración durante siete días permanecieron en buen estado tres días a temperatura ambiente, mientras que los frutos que fueron almacenados durante 12 días en refrigeración solo permanecieron en buen estado durante dos días a temperatura ambiente.

Pérdida fisiológica de peso (%). Se observa en las figuras 7 a y 7 b que los genotipos se comportaron diferente, el genotipo 3 presentó menor pérdida

fisiológica de peso para los dos periodos de almacenamiento, sin embargo cuando fueron almacenados durante 12 días los genotipo 2 y 3 fueron iguales. La pérdida fisiológica de peso se atribuye a la transpiración del fruto (Wills *et al.* 2007) y es una característica muy importante cuando se desea hacer mejoramiento para incrementar la vida de anaquel, por lo que los genotipos 2 y 3 pueden ser empleados para programas de mejoramiento o para la comercialización del fruto ya que las pérdidas por transpiración son mínimas. Se han reportado diferencias entre genotipos para la pérdida fisiológica de peso la cual se debe a diversos factores entre los que destaca la estructura específica de la cutícula del fruto de cada genotipo en las especies (Valero y Serrano 2010).

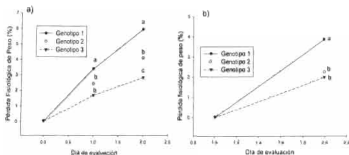


Figura 8. Pérdida fisiológica de peso en frutos de tres genotipos de nanche después de su almacenamiento en refrigeración por: a) siete y b) 12 días. n= 20 repeticiones. Letras iguales en el mismo día de evaluación no son estadísticamente significativas.

De acuerdo a Porat *et al.* (2004) la mayor transpiración se da a temperaturas altas, mientras que, a temperaturas inferiores a 10 °C la tasa de transpiración disminuye significativamente. En este caso, después del periodo de almacenamiento en frío, los frutos fueron mantenidos a temperatura ambiente (22.2 ± °C). Para los frutos se almacenaron por siete días, la pérdida fisiológica de peso fue de sólo 4 % en el total de días evaluados. Sin embargo, en los frutos almacenados por 12 días la pérdida fisiológica de peso fue entre 2.5 y 3.0 % en un solo día (Figura 8 a y b).

Si se compara la pérdida fisiológica de peso de los frutos entre los experimentos 1 y 2 a los tres días de evaluación, se observa que los frutos que maduraron de manera natural presentaron PFP de 14.02 %, mientras que en los frutos que fueron almacenados por 7 días fue de 7.25 %, y los almacenados por 12 días sólo 4.39 %. Los frutos madurados de forma natural están expuestos a la temperatura más alta lo que de acuerdo a Porat *et al.* (2004) acelera los procesos de transpiración y respiración por lo cual las otras fechas de almacenamiento se observa menor PFP; y, de igual forma al comparar las temperaturas utilizadas en los experimentos 1 y 2 a los tres días de evaluación se determinó que los frutos madurados a temperatura ambiente (22 ± 2 °C) presentaron PFP de 14.02 %, a 18 °C fue de 4.22 %, a 13 °C de 4.4 %, mientras que a 8 °C la PFP fue de 4.00 %, esto se atribuye a que las temperaturas de refrigeración empleadas pueden retardar los procesos de respiración y transpiración (Valero *et al.*, 2010).

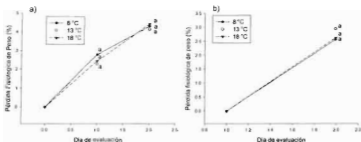


Figura 9. Pérdida fisiológica de peso en frutos de nanche almacenados a 8, 13 y 18 °C por: a) siete días y b) 12 días. n= 20 repeticiones. Letras iguales en el mismo día de evaluación no son estadísticamente significativas.

Color. Para ambos periodos de almacenamiento, 7 y 12 días (Figura 10), se encontraron cambios de color debidas a los genotipos y a la temperatura. El genotipo 1 inició color café oscuro y terminó en marrón claro, mientras que los frutos del genotipo 2 y 3 iniciaron color amarillo claro y finalizaron en amarillo intenso, sin embargo, el brillo de todos los frutos disminuyó con el tiempo de almacenamiento en ambos periodos.

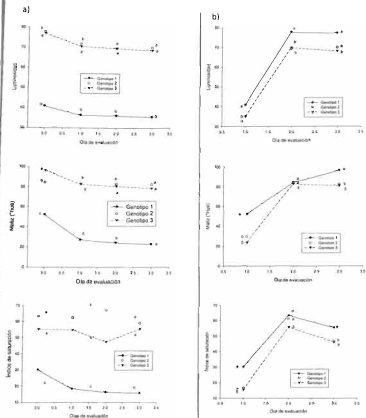


Figura 10. Color del fruto de tres genotipos de nanche almacenados en refrigeración a 8, 13 y 18 °C durante: a) 7 días y b) 12 días. n= 20 repeticiones. Letras iguales en el mismo día de evaluación no son estadísticamente iguales.

En cuanto a las temperaturas utilizadas la temperatura de 8 °C por siete días retardó la aparición del color que se observó hasta el tercer día después del periodo de almacenamiento en frío, cuando los frutos fueron almacenados 12 días, se observó el mismo cambio, sin embargo, este cambio de color sucedió el

segundo día de evaluación, Aunque Mitra y Baldwin (1997) indican que la disminución de la temperatura afecta directamente la formación de carotenoides que les da a los frutos el color característico, cuando los frutos se almacenaron por un periodo mayor, el desarrollo del color continuó y al término del almacenamiento el color de los frutos era más intenso que en los frutos almacenados por siete días. Al comparar el color al inicio del experimento (Experimento 1) con los frutos madurados de forma natural y con los almacenados en un periodo de siete y 12 días (Experimento 2) se determinó que al inicio el color observado fue amarillo y café claro, en frutos madurados de forma natural se observó cambio de color de forma gradual que se intensificó con los días de evaluación. En cuanto a las temperaturas empleadas, los frutos almacenados a temperatura ambiente (22 ± 2 °C) presentaron cambio de color gradual hasta intensificarse al final del experimento (tercer día), los frutos que fueron almacenados a 18 y 13 °C presentaron desarrollo del color característico del fruto al salir de refrigeración y su intensificación fue inferior a los frutos almacenados en temperatura ambiente, en cambio en refrigeración los frutos almacenados a 8 °C presentaron poco desarrollo del color al salir de refrigeración y se intensificó con los días de evaluación pero no alcanzó el color de los anteriores. Por lo que los frutos almacenados en frío desarrollan menos el color conforme se disminuye la temperatura que los almacenados a temperatura ambiente. El efecto de la temperatura de refrigeración en el cambio de color de los frutos, se ha asociado con la pérdida de la integridad de la membrana celular y a la alteración del metabolismo (Vicent *et al.*, 2005; Imahori *et al.*, 2008).

Sólidos solubles totales (SST). Después de almacenamiento en refrigeración por siete días, se determinó que el genotipo 1 presentó mayor cantidad de sólidos solubles totales en comparación con los genotipos 2 y 3 en los días 1 y 2, sin embargo al tercer día se presentó interacción entre genotipo y temperatura (Figura 9). Se observa que el genotipo 1 incrementó la cantidad de SST mientras que en los demás genotipos se redujo. Este comportamiento posiblemente se debió a un

retraso en la actividad metabólica relacionada con la diferente velocidad de maduración de los genotipos (Pérez *et al.*, 2005).

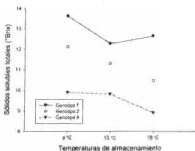


Figura 11. Interacción genotipo-temperatura para sólidos solubles totales en frutos de tres genotipos de nanche después de almacenamiento por siete días en tres temperaturas. n= tres repeticiones.

En cuanto a los frutos que fueron almacenados durante un periodo de 12 días en refrigeración se encontraron diferencias significativas para genotipo y temperatura (Figura 10 a y 16 b). En la figura 16 a se observa que el genotipo 2 presentó mayor contenido de SST y el genotipo 3 el menor.

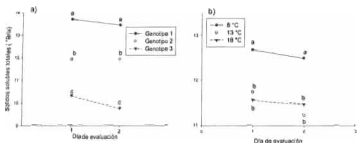


Figura 12. Sólidos solubles totales en frutos de nanche de tres genotipos almacenados en refrigeración por 12 días, de acuerdo al: a) genotipo y b) temperaturas de almacenamiento. n= tres repeticiones. Letras iguales en el mismo día de evaluación no son estadísticamente iguales.

En cuanto a las temperaturas de refrigeración se determinó que los frutos que fueron almacenados a 8 °C presentaron mayor cantidad de SST, lo que indica que la degradación de sólidos solubles totales disminuye con las temperaturas en frutos de nanche al ser almacenados por un periodo de 12 días.

La comparación entre la cantidad de SST inicial con la presentada en frutos madurados de forma natural y frutos almacenados por siete y 12 días en refrigeración mostro lo siguiente: el contenido medio de SST al inicio del experimento fue de 13.10 °Brix, en los frutos madurados de forma natural después de tres días fue de 10.36 °Brix, cuando fueron almacenados por un periodo de 7 d fue de 11.23 °Brix y, hasta 11.72 °Brix cuando se almacenaron por 12 días. De la misma forma, al comparar los valores de los SST obtenidas en las etapas 1 y 2 se observó que en el momento de establecer el experimento fue de 13.1 °Brix, a temperatura ambiente (22 ± 2 °C) los SST fue de 10.36 °Brix, cuando los frutos fueron almacenados a 18 °C fue de 10.58, a 13 °C de 11.28 °Brix y, a 8 °C fue de 11.83 °Brix.

Acidez titulable (AT). Para esta variable se determinó interacción en los frutos que fueron almacenados durante siete y 12 días, en el primer caso, en todos los días de evaluación, mientras que en el segundo el primer día de evaluación. Para el periodo de almacenamiento de 7 días (Figura 17 a) el genotipo 2 disminuyó la acidez en la mayor temperatura, mientras que los genotipos 1 y 3 no variaron; además, el contenido de acidez titulable es mayor en el genotipo 2 esto se debe a características propias del genotipo.

Para el segundo periodo, en la figura 11 b, se observa que los genotipos 2 y 3 mostraron mayor acidez a 8 °C, mientras que el genotipo 1 presentó incremento de la acidez titulable conforme se incrementó la temperatura de almacenamiento, esto puede deberse a presencia de fermentación. Los porcentajes de acidez titulable en este trabajo son inferiores a los reportados por Camargo *et al.* (2015) quienes

almacenaron frutos de nanche a 12 °C durante 4 y 8 días y reportaron valores de 2.0 y 1.36 % de ácido cítrico.

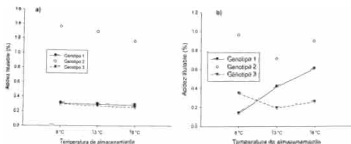


Figura 13. Interacción genotipo-temperatura para acidez titulable (% ácido cítrico) en frutos de nanche de tres genotipos almacenados en tres temperaturas por: a) siete días de almacenamiento b) 12 días de almacenamiento. n= tres repeticiones. Letras iguales en el mismo día de evaluación no son estadísticamente iguales

Si se compara el porcentaje de acidez titulable por periodos de almacenamiento de frutos (Experimento 1 y 2) El porcentaje inicial del experimento fue de 0.633 % mientras que en frutos madurados de manera natural el porcentaje medio de acidez titulable en los frutos fue de 0.55 %, cuando fueron almacenados por un periodo de siete días de 0.54 % y cuando se almacenaron por 12 días de 0.52 %. Esta disminución en la cantidad de ácidos es un proceso común durante la maduración de frutos, pues durante la respiración se degradan sustancias como azúcares ácidos orgánicos (Wills *et al.*, 1998).

Al comparar los porcentajes de la acidez titulable obtenidas en las temperaturas utilizadas en los experimentos 1 y 2 se observó que el porcentaje de acidez inicial fue de 0.633; en frutos almacenados a temperatura ambiente fue de 0.55 %; y a 18 °C, de 0.50 %; a 13 °C, el porcentaje de acidez a 0.60 %; por último, cuando los frutos fueron almacenados a 8 °C fue de 0.64%, la disminución de la temperatura de almacenamiento puede aumentar la vida de anaquel los frutos porque retarda los procesos metabólicos entre ellos la degradación de ácidos orgánicos (Telléz *et al.*,

2007), sin embargo, una vez aplicado el frío se desea que los frutos lleguen a tener los mismos niveles que cuando se maduran de manera natural. En éste caso la temperaturas frías alteraron la degradación de los ácidos orgánicos y por lo tanto, no se logra alcanzar éstos valores.

Relación sólidos solubles totales/Acidez titulable (SST/AT). Se determinó interacción genotipo y temperatura (Figura 12) para los frutos que fueron almacenados en refrigeración durante siete y 12 días. En el primer caso, los genotipos 1 y 3 disminuyen la relación SST/AT conforme se incrementa la temperatura de almacenamiento, mientras que en el genotipo 2 se incrementa con la temperatura. En el segundo periodo de almacenamiento (12 días) los genotipos 1 y 3 disminuyen la relación SST/AT conforme se incrementa la temperatura de almacenamiento, mientras que el genotipo 2 no varía. Por lo tanto la respuesta de los genotipos a las condiciones y tiempo de almacenamiento varía.

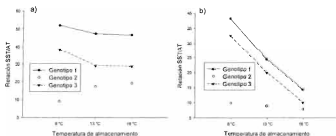


Figura 14. Interacciones genotipo-temperatura para la relación sólidos solubles totales/acidez titulable en frutos de nanche de tres genotipos almacenados en tres temperaturas por: a) siete días de almacenamiento y b) 12 días almacenados. n= tres repeticiones. Letras iguales en el mismo día de evaluación no son estadísticamente iguales

Al comparar la relación SST/AT inicial, con la relación encontrada en frutos después de tres días a temperatura ambiente (Experimento 1) y los que pasaron periodos de siete y 12 días (Experimento 2) de almacenamiento en refrigeración, se

determinó que la relación media SST/AT al inicio del experimento fue de 32.12 unidades; en los frutos mantenidos a temperatura ambiente fue de 29.78 unidades; en los que se almacenaron en frío por siete días el valor fue de 31.5 unidades y, por último, cuando se almacenaron en frío por 12 días fue de 26.87. Por lo que el periodo de almacenamiento en frío puede afectar el desarrollo del sabor determinado por la relación SST/AT.

De la misma forma, al comparar el efecto de las temperaturas de almacenamiento de los frutos en la relación SST/AT (experimentos 1 y 2) se determinó que la relación SST/AT media inicial fue de 32.12 unidades; para los frutos que fueron mantenidos a temperatura ambiente (22 ± 2 °C), a los tres días fue de 29.78 unidades; mientras que para los frutos que fueron almacenados en refrigeración fue de: 25.45 unidades a 18 °C; 28 unidades para 13 °C; y, 31.21 unidades para 8 °C.

Se observa así que la temperatura de 8 °C posiblemente detuvo la degradación de azúcares y/o de ácidos orgánicos puesto que los procesos metabólicos, se reducen a bajas temperaturas (Ávila *et al.*, 2007). A éste respecto, Tietel *et al.* (2012) mencionan que las temperaturas de almacenamiento bajas tienen gran influencia en el sabor del fruto, y se puede presentar disminución en la aceptabilidad sensorial después del almacenamiento en refrigeración.

Firmeza. Se determinó interacción entre genotipo y temperatura para los frutos que fueron almacenados en refrigeración durante siete y 12 días (Figura 13 a y b). Para los frutos del primer periodo de evaluación se determinó que los genotipos se comportan de manera diferente en las temperaturas de almacenamiento. En la figura 13 a se observa que genotipo 3 presentó mayor firmeza en la temperatura de 8 °C (18 N), se mantuvo en el la temperatura de 13 °C y disminuye de forma notoria a 18 °C hasta 9 N; en contraste con los genotipos 1 y 2 que a 8 °C presentaron firmeza de 8 N, en 13 y 18 °C disminuyó hasta 4 N. Es notorio que el genotipo 3 se caracteriza por la firmeza de sus frutos.

Cuando los frutos se almacenaron por 12 días a temperatura de 8 °C, de nuevo, se presentó la mayor firmeza y la firmeza disminuyó en 50 % con la temperatura de almacenamiento. La disminución en la firmeza es debido a transformaciones bioquímicas, que provocan cambios en la textura (Aguilar *et al.*, 2007). Existe una relación directamente proporcional entre la temperatura y la actividad metabólica del fruto, que evita que el fruto se ablande a temperaturas de refrigeración (Mercado *et al.*, 2007; Guerra y Casquero, 2005).

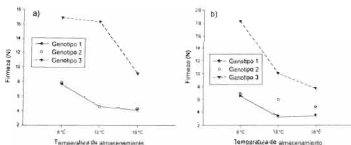


Figura 15. Interacción genotipo-temperatura para firmeza en frutos de nanches de tres genotipos almacenados en refrigeración por: a) siete días y b) 12 días. n= 15 repeticiones. Letras iguales en el mismo día de evaluación no son estadísticamente iguales

Al comparar la firmeza de los frutos madurados a temperatura ambiente (Experimento 1) a los tres días y los que se almacenaron por periodos de 7 y 12 días en refrigeración (Experimento 2) muestra que, inició en 21 N en madurez fisiológica; en los frutos madurados a temperatura ambiente al tercer día fue de 6.71 N; en los que se almacenaron en frío por siete días de 6.29 N y, por último, almacenaron en frío por 12 días fue de 6.0 N. Se ha observado que la firmeza disminuye con los periodos de almacenamiento debido a la hidrólisis de los componentes de la pared celular (Beaulieu y Gorny, 2002).

De la misma forma, al comparar el efecto de las temperaturas de almacenamiento en la firmeza del fruto (experimentos 1 y 2) se determinó que la firmeza media inicial fue de 21.0 N; para los frutos que fueron mantenidos a temperatura ambiente tres días fue de 6.71 N; mientras que para los frutos que fueron almacenados a refrigeración fue de: 4.81 N a 18 °C; 6.86 N a 13 °C; y, 8.22 N para 8 °C. La temperatura de 8 °C podría retardar la degradación la pared celular en el fruto, ya que de acuerdo a Mercado *et al.* (2007) existe una relación directamente proporcional entre la temperatura y la actividad metabólica del fruto, que reduce la pérdida de firmeza con la aplicación de temperaturas de refrigeración.

Contenido de ácido ascórbico, azúcares totales y reductores. Cuando los frutos fueron almacenados durante siete días en refrigeración se determinó que el genotipo 1 presentó degradación del ácido ascórbico mientras que el genotipo 2 lo incrementó, los azúcares al igual que y los azúcares reductores disminuyeron (Cuadro 10) esto puede deberse a que estos fueron utilizados en los procesos metabólicos del fruto (Camargo *et al.*, 2015).

Cuadro 10. Resultado de la prueba t para las variables: azúcares totales, azúcares reductores y ácido ascórbico en frutos de nanche almacenados en tres temperaturas (tres días después de establecido).

Genotipo	Ácido ascórbico (mg)		Azúcares totales (mg)		Azúcares reductores (g/L)	
	1 DDEE	3 DDEE	1 DDEE ¹	3 DDEE	1 DDEE	3 DDEE
1	23.363 a ²	17.560 b	128.70 a	111.876 a	2.7503 a	2.7759 a
2	33.750 b	37.024 a	89.848 a	67.550 b	3.1975 a	2.0704 b
3	39.137 a	27.054 b	84.617 a	64.366 b	4.7522 a	3.4482 b

¹día después de establecido el experimento; ²Medias con letras iguales en cada fila y para cada variable no son estadísticamente diferentes.

En cuanto a las temperaturas (Cuadro 11) se determinó que el contenido de ácido ascórbico, azúcares totales y reductores se degradaron con respecto a los valores iniciales. Sin embargo, esta degradación fue menor en los frutos almacenados a temperatura de 8 °C. De acuerdo a Rivera *et al.* (2005) la

temperatura de almacenamiento baja puede reducir el proceso de degradación de ácido ascórbico, azúcares totales y reductores.

Cuadro 11. Resultado de la prueba t para las variables: ácido ascórbico, azúcares totales y azúcares reductores y en frutos de nanche almacenados en tres temperaturas (siete días después de establecido en experimento).

Temperatura °C	Ácido ascórbico (mg)		Azúcares totales (mg)		Azúcares reductores (g/L)	
	1 DDEE ¹	3 DDEE	1 DDEE ¹	3 DDEE	1 DDEE	3 DDEE
8	41.488 a	38.512 b	90.229 a	85.890 b	3.0335 a	2.757 b
13	24.266 a	17.321 b	99.081 a	82.032 b	3.2075 a	2.5175 b
18	27.877 a ²	21.488 b	94.880 a	78.437 b	3.7116 a	3.2153 b

¹día después de establecido el experimento; ²Medias con letras iguales en cada fila y para cada variable no son estadísticamente diferentes.

En los genotipos almacenados 12 días en refrigeración (Cuadro 12) se determinó que la cantidad de ácido ascórbico, azúcares totales y reductores disminuyeron con el tiempo, esto se debe a que el ácido ascórbico se degrada por oxidación con el tiempo de almacenamiento y los azúcares son utilizados en los procesos metabólicos del fruto (Fragakis y Thomson, 2007).

Cuadro 12. Resultado de la prueba t para las variables: azúcares totales, azúcares reductores y ácido ascórbico en frutos de nanche almacenados durante 12 días de almacenamiento en tres temperaturas (tres días después de establecido).

Genotipo	Ácido ascórbico (mg)		Azúcares totales (mg)		Azúcares reductores (g/L)	
	1 DDEE ¹	3 DDEE	1 DDEE ¹	3 DDEE	1 DDEE	3 DDEE
1	20.361 a	15.362 b	108.026 a	100.145 b	2.681 a	2.652 a
2	30.236 a	30.981 a	64.023 a	59.965 b	2.022 a	2.000 a
3	36.051 a	30.125 b	59.631 a	53.285 b	3.121 b	2.968 a

¹día después de establecido el experimento; ²Medias con letras iguales en cada fila y para cada variable no son estadísticamente diferentes.

Para los frutos que fueron almacenados durante 12 días en refrigeración (Cuadro 13) las temperaturas aplicadas se degradó el contenido de ácido ascórbico, azúcares totales y reductores. Por otra parte se observa que la temperatura menor mantuvo más elevado el contenido de ácido ascórbico, lo

que quiere decir que la temperatura de 8 °C retarda la degradación, sin embargo, con esta temperatura se redujo el contenido en azúcares totales y reductores.

Cuadro 13. Resultado de la prueba t para las variables: ácido ascórbico, azúcares totales y reductores en tres genotipos de nanche, evaluados al inicio y final del experimento para los frutos almacenados durante 12 días en refrigeración.

Temperatura °C	Ácido ascórbico (mg)		Azúcares totales (mg)		Azúcares reductores (g/L)	
	1 DDEE ¹	2 DDEE	1 DDEE	2 DDEE	2 DDEE	2 DDEE
18	25.448 a ²	21.88 b	83.88 a	60.365 b	2.968 a	2.652 b
13	23.530 a	17.21 b	87.245 a	72.567 b	2.825 a	2.68 b
8	35.488 a	34.236 b	70.935 a	55.968 b	2.546 a	1.98 b

¹día después de establecido el experimento. ²Medias con letras iguales en cada fila y para cada variable no son estadísticamente diferentes.

Al comparar por periodo de almacenamiento el contenido de ácido ascórbico, azúcares totales y azúcares reductores en los experimentos 1 y 2 se observó que el contenido de ácido ascórbico al inicio del experimento 1 fue de 34.72 mg, para azúcares totales 120.61 mg y de azúcares reductores 4.32 g/L, los frutos que maduraron de forma natural al tercer día presentaron un contenido de 31.58 mg ácido ascórbico, 79.094 mg azúcares totales y 2.57 mg/L azúcares reductores; los frutos que fueron almacenados en refrigeración durante 7 días, 27.21 mg de ácido ascórbico, 81.26 mg azúcares totales y 2.76 mg/L azúcares reductores; mientras que para los frutos que fueron almacenados durante 12 días en refrigeración fue de 23 mg ácido ascórbico, 75 mg azúcares totales y 2.3 azúcares reductores, por lo que se considera que el periodo de almacenamiento probablemente afecto a estas tres variables ya que disminuyeron con los días de evaluación (Cantillano *et al.*, 2008).

De manera similar, se comparó el día inicial con las temperaturas evaluadas para el contenido de ácido ascórbico, azúcares totales y azúcares reductores experimento 1 y 2 donde al inicio del experimento 1 fue para ácido ascórbico de 34.72 mg, para azúcares totales, 120.61 mg y de azúcares reductores, 4.32mg/L y

los frutos almacenados a temperatura ambiente (22 ± 2 °C) al tercer día de evaluación presentaron 31.58 mg de ácido ascórbico, 79.094 mg azúcares totales y 2.57 mg/L azúcares reductores, mientras que para los frutos almacenados a 8 °C fue de 21.488 mg de ácido ascórbico, 78.437 mg azúcares totales y 3.2153 mg/L azúcares reductores, para los frutos que fueron almacenados a 13 °C 17.321 ácido ascórbico, 82.033 mg azúcares totales y 2.517 mg/L azúcares reductores; mientras que los frutos que fueron almacenados a 18 °C fue de 16.2 mg ácido ascórbico, 85.89 mg azúcares totales y 2.757 mg/L azúcares reductores. A partir de estos resultados se observa que a mayor temperatura de almacenamiento mayor será la degradación de ácido ascórbico, azúcares totales y reductores (Malgarim *et al.*, 2006).

Presencia-ausencia de microorganismos. A pesar de que los frutos fueron sometidos a desinfección en cloro, el cuarto día, después de refrigeración por siete días, se observó presencia de larvas y hongos en los frutos del genotipo 1. Esto posiblemente sea debido a que este genotipo presentó contenido de sólidos solubles totales superior a los genotipos 2 y 3. Es evidente que la infección con las larvas se realizó antes de cosecha por la oviposición del insecto adulto, y los huevos eclosionaron, desarrollaron y emergieron cuando el fruto ya no presentaba características deseables para su consumo.

5.2.3. Experimento tres. Efecto 1-MCP (0, 100, 300 y 600 ppm) en la calidad poscosecha de frutos de nanche almacenado a 8 °C en dos periodos de tiempo

5.2.3.1. Periodo de almacenamiento por siete días

De acuerdo al análisis de varianza sólo se encontraron diferencias para: color, firmeza y relación SST/AT (Cuadro 14).



Cuadro 14. Resultado del análisis de varianza para las variables evaluadas en frutos de nanche con 1-MCP y almacenados en refrigeración durante siete días.

Variables	DDR	Media	C.V. ¹	Pr>F	Variable	Media	C.V.	Pr>F
PFP ² (%)	1	2.0552	9.5567	0.3746	Firmeza	20.6450	20.4010	<0.0001
	2	3.5871	4.8084	0.0693	(N)	14.6500	3.8140	0.0041
	3	2.2365	5.0303	0.8052		15.1620	3.5730	0.0269
Luminosidad	1	71.5075	3.2865	0.5901	SST ³	9.5580	9.4450	0.1693
	2	70.5300	2.8857	0.2396	(*Brix)	15.3040	0.4030	10.2917
	3	3.5574	7.6075	0.4486		23.1110	0.2800	8.0833
Índice de saturación (Chroma)	1	47.0890	8.7418	0.0050	AT ⁴ (%)	0.3350	10.0000	0.2600
	2	46.7725	9.7120	0.0051		0.2903	11.5390	0.4870
Matiz (*Hue)	3	47.2710	7.8100	0.0042		0.3294	5.8710	0.4410
	1	95.5015	3.4498	0.0044	RSST/AT ⁵	18.9420	29.2177	0.0216
	2	96.9908	3.3901	0.0850		19.7540	35.7932	0.0462
	3	97.7788	2.7469	<0.0001		26.5030	24.7552	0.0271

¹Días después de refrigeración; ²Coefficiente de variación; ³Pérdida fisiológica de peso;

⁴Sólidos solubles totales; ⁵acidez titulable; ⁶Relación sólidos solubles totales-acidez titulable.

Color. El color del fruto fue de amarillo claro y se intensificó durante los días de evaluación (Figura 16), por otra parte las concentraciones de 0 y 300 ppm mostraron mayor intensidad del color mientras que las concentraciones más altas de 1-MCP fueron menos intensas esto puede deberse a que las concentraciones altas utilizadas de este antagonista del etileno, retarda la aparición de la intensidad del color, Quiping *et al.* (2006) en chicozapote (*Manilkara zapota*) reportaron que el 1-MCP inhibe la degradación de clorofila y retrasa el cambio de color de cáscara, lo cual atribuyeron a inhibición de los efectos inducidos por el etileno.

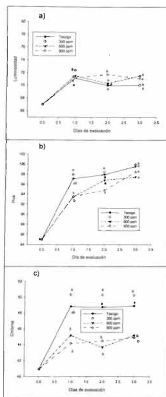


Figura 16. Desarrollo del color: a) Luminosidad, b) Matiz y c) Índice de saturación en frutos de nanche expuestos a tres concentraciones de 1-MCP (0, 300, 600 y 900 ppm) después de siete días de almacenamiento en refrigeración (8 °C). n= 20 repeticiones. Letras iguales en el mismo día de evaluación no son estadísticamente iguales.

Firmeza. Al primer día de evaluación todas las concentraciones de 1-MCP presentaron más firmeza que el testigo (Figura 14), sin embargo, en los días de evaluación siguientes el testigo y la concentración 300 ppm mantuvieron la firmeza

más alta, esto puede indicar que una concentración entre 0 y 300 ppm se encuentra la concentración óptima, en contraste, para guayaba, se requirió una concentración de 900 ppm de 1-MCP para retardar la pérdida de la firmeza del fruto (Cerqueira *et al.*, 2009).

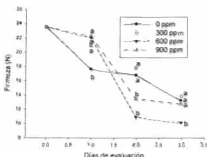


Figura 17. Firmeza en frutos de nanche expuestos a tres concentraciones de 1-MCP (0, 300, 600 y 900 ppm) después de siete días de almacenamiento en refrigeración (8 °C). n= 15 repeticiones Letras iguales en el mismo día de evaluación no son estadísticamente iguales.

Una de las principales funciones del el 1-MCP es inhibir temporalmente la actividad de enzimas que degradan la pared celular (Manenoi *et al.*, 2007), sin embargo, en nanche se determinó que en concentraciones mayores a 300 ppm de 1-MCP aumenta la degradación de la pared celular a partir del segundo día de evaluación.

Relación sólidos solubles totales/acides titulable (SST/AT). En la figura 15 se observa que la aplicación del 1-MCP mejora la Relación SST/AT mientras que las otras concentraciones permanecen sin cambios esto puede deber se a que la concentración de 300 ppm presenta la mayor relación de SST/AT del fruto, sin embargo esta diferencia es de solo dos unidades, lo que lo hace poco factible para la aplicación en el fruto de nanche.

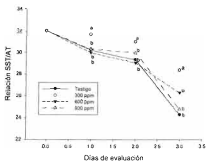


Figura 18. Relación sólidos solubles totales/ácidos titulable (SST/AT) en frutos de nanche expuestos a tres concentraciones de 1-MCP (0, 300, 600 y 900 ppm) después de siete días de almacenamiento en refrigeración (8 °C). n= tres repeticiones. Letras iguales en el mismo día de evaluación no son estadísticamente iguales.

Pérdida fisiológica de peso, sólidos solubles totales y Acidez titulable. En cuanto a la PFP, SST, y AT, no se observaron diferencias significativas para las concentraciones de 1-MCP aplicadas (Anexo 1A). Esto indica que en nanche estas variables no presentaron respuesta al 1-MCP. Debido al escaso efecto en el color, firmeza y relación SST/AT y la falta de respuesta en PFP, SST, y AT se considera que es poco el efecto del 1-MCP como en otras especies tales como chico zapote, naranjas y ciruela mexicana (Porat *et al.*, 2004; Osuna *et al.*, 2011). En otros frutos, como en granadilla se ha encontrado efectos mínimos que sugieren no utilizar el compuesto debido a la baja efectividad (Sarria *et al.*, 2011).

Ácido ascórbico, azúcares totales y reductores. De acuerdo a la prueba de t al comparar las concentraciones al inicio y al final del experimento se observa en el cuadro 15 que el contenido de ácido ascórbico se degradó con el tiempo independientemente de las concentraciones de a 1-MCP sin embargo aparentemente esta degradación fue menor en frutos tratados con 1-MCP esto

coincide con frutos de uchuva (*Physalis peruviana* L.) donde aplicaron diferentes concentraciones de 1-MCP y disminuyó la degradación (Valdenegro *et al.*, 2012).

Cuadro 15. Resultado de la prueba de t para las variables: ácido ascórbico, azúcares totales y azúcares reductores en frutos de nanche tratados con diferentes concentraciones de 1-MCP (0, 300, 600 y 900 ppm) y almacenados a 8 °C evaluados a siete días después de establecido el experimento.

Factor	Concentración ppm	DDR ^a	
		1	3
Ácido ascórbico (mg)	0	68.274 a ^b	64.235 b
	300	65.536 a	62.021 b
	600	60.321 a	58.203 b
	900	55.536 a	52.266 b
Azúcares totales (mg)	0	67.168 b	71.125 a
	300	57.581 a	54.321 b
	600	71.150 a	53.002 b
	900	54.336 a	50.362 b
Azúcares reductores (g/L)	0	1.028 b	1.230 a
	300	1.298 b	2.360 a
	600	1.695 b	1.845 a
	900	1.617 b	1.763 a

^aDías después de refrigeración; ^bMedias con letras iguales en la misma fila no son estadísticamente diferentes.

Los azúcares totales disminuyeron con el tiempo este comportamiento se ha observa en frutos de granadilla (Dussan *et al.*, 2011) y pitahaya amarilla (Deaquiz *et al.*, 2014) razón por la que se considera que el compuesto 1-MCP afecta el metabolismo de los azúcares en el frutos (Marin *et al.*, 2009). En contraste los azúcares reductores se incrementaron con el tiempo.

Al realizar la prueba de medias para comparar el efecto de las concentraciones utilizadas de 1-MCP se observa en el cuadro 17 que la concentración de ácido ascórbico fue mayor en frutos cuando se utilizaron las concentraciones de 0 y 300 ppm de 1-MCP, esto se observa tanto en el día primer como al finalizar la evaluación.

Cuadro 16. Resultado de la prueba de medias para las variables: ácido ascórbico, azúcares totales y azúcares reductores en frutos de nanche tratados con diferentes concentraciones de 1-MCP (0, 300, 600 y 900 ppm) y almacenados a 8 °C evaluados los días 1 y 3 de evaluación.

Factor	Concentración ppm	DDR ^a	
		1	3
Ácido ascórbico (mg)	0	68.274 a ^b	64.235 a
	300	65.536 a	62.021 a
	600	60.321 b	56.203 b
	900	55.536 b	52.266 b
Azúcares totales (mg)	0	67.168 a	71.125 a
	300	57.581 a	54.321 b
	600	71.150 a	53.002 b
	900	54.336 a	50.362 b
Azúcares reductores (g/L)	0	1.028 c	1.230 b
	300	1.298 b	2.360 a
	600	1.695 a	1.845 a
	900	1.617 a	1.793 a

^aDías después de refrigeración; ^bMedias con letras iguales en la misma fila no son estadísticamente diferentes.

Se han reportado efectos similares al aplicar 1-MCP en jujube chino (Jiang *et al.*, 2004), sin embargo en frutos que se consideran con alto contenido en ácido ascórbico se incrementa la pérdida (Cerqueira *et al.*, 2009). En cuanto al contenido de azúcares totales se observó que al primer día de evaluación no hubo diferencias significativas para las concentraciones, mientras que al finalizar las evaluaciones se determinó que los frutos sin 1-MCP desarrollaron más los azúcares totales que los tratados con 1-MCP, esto se debe a que el 1-MCP afecta la formación de azúcares en los procesos metabólicos del fruto, este comportamiento se ha reportado en frutos de Guayaba (Singh y *pal.*, 2008). Los azúcares reductores mostraron a concentraciones más altas con las concentraciones de 1-MCP tanto al inicio como al final del experimento.

5.2.3.2. Frutos almacenados durante 10 días

El análisis de varianza realizado en frutos de nanche tratados con cuatro concentraciones de 1-MCP (0, 300, 600, 900 ppm) almacenados a 8 °C por diez días (Cuadro 17), mostró diferencias significativas para las variables: índice de saturación, firmeza, acidez titulable y relación sólidos solubles totales/acidez titulable.

Cuadro 17. Resultado del análisis de varianza para las variables evaluadas en frutos de nanche con diferentes concentraciones de 1-MCP y almacenados en refrigeración durante 10 días.

Variables	DDR	Media	C.V. ³	Pr>F	Variable	Media	C.V.	Pr>F
PFP ¹ (%)	1	0.0000	0.0000	0.0000	Firmeza (N)	14.2617	23.7955	0.3039
	2	2.2002	59.8555	0.7575		8.2383	37.6648	0.0229
Luminosidad	1	71.1675	3.2904	0.5537	SST (°Brix)	9.7333	11.6501	0.4596
	2	68.7750	4.1682	0.3922		10.1167	15.7846	0.5281
Índice de saturación	1	52.4032	10.4257	0.0196	AT (%)	0.2849	1.0121	<0.0001
	2	49.8204	10.7511	0.0726		0.2738	7.0696	0.4411
Matiz (°Hue)	1	99.3602	0.1872	0.1872	SST/IAT	34.5689	11.3424	0.0305
	2	99.0333	1.7112	0.3297		37.0364	15.3139	0.3777

¹Días después de establecido el experimento; ²Coefficiente de variación; ³Genotipo; ⁴Temperatura; ⁵Interacción genotipo-temperatura; ⁶Pérdida fisiológica de peso; ⁷Sólidos solubles totales; ⁸acidez titulable; ⁹Relación sólidos solubles totales-acidez titulable.

El color. El color del fruto fue amarillo y se intensificó rápidamente una vez que los frutos permanecieron a temperatura ambiente (22 ± 2 °C) (Figura 19), el tono del fruto fue afectado por la concentración de 600 ppm estos frutos presentaron menor intensidad del color amarillo que las demás concentraciones, lo que indica que esta concentración retarda la aparición del color característico del fruto, en sapodilla, Quijing *et al.* (2006) reportaron que el compuesto 1-MCP inhibe la degradación de clorofila y retrasa el cambio de color en la cáscara del fruto lo que se puede deber a inhibición de los efectos del etileno.

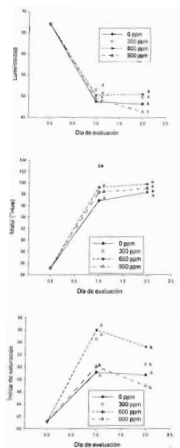


Figura 19. Desarrollo del color: a) Luminosidad; b) Matiz; y c) Índice de saturación en frutos de nanche expuestos a tres concentraciones de 1-MCP (0, 300, 600 y 900 ppm) después de 10 días de almacenamiento en refrigeración (8 °C). n= 20 repeticiones. Letras iguales en el mismo día de evaluación no son estadísticamente iguales.

Firmeza. En los frutos almacenados durante 10 días (Figura 16) se observa que la firmeza disminuyó más en los frutos tratados con una concentración de 600 y 900 ppm lo que indica que para este periodo de almacenamiento el 1-MCP acelera la degradación de las paredes celulares del fruto.

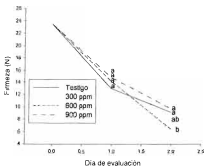


Figura 20. Firmeza en frutos de nanche expuestos a tres concentraciones de 1-MCP (0, 300, 600 y 900 ppm) después de 10 días de almacenamiento en refrigeración (8 °C). n= 15 repeticiones. Letras iguales en el mismo día de evaluación no son estadísticamente iguales.

Estos resultados coinciden con Osuna *et al.* (2005b) que aplicaron una concentración de 300 ppm sin tener diferencia con respecto al fruto testigo.

Acidez titulable. Los frutos de las concentraciones 600 y 900 presentaron mayor degradación de ácidos orgánicos en el primer día de evaluación (Figura 17) lo que puede indicar que los procesos metabólicos se incrementan con la aplicación alta de 1-MCP, lo que contrasta con los frutos de albaricoque o manzana donde el compuesto 1-MCP no afectó la acidez titulable en frutos almacenados en refrigeración (Dong *et al.*, 2002; Mir *et al.*, 2001).

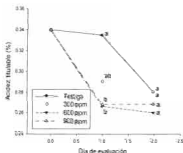


Figura 21. Acidez titulable en frutos de nanche expuestos a tres concentraciones de 1-MCP (0, 300, 600 y 900 ppm) después de 10 días de almacenamiento en refrigeración (8 °C). n= tres repeticiones. Letras iguales en el mismo día de evaluación no son estadísticamente iguales.

Relación SST/AT. En la figura 18 se observa que al salir los frutos de refrigeración los frutos tratados con 1-MCP presentaron mejor sabor.

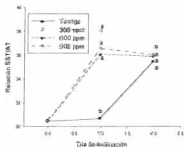


Figura 22. Relación sólidos solubles totales/acidez titulable en frutos de nanche expuestos a tres concentraciones de 1-MCP (0, 300, 600 y 900 ppm) después de 10 días de almacenamiento en refrigeración (8 °C). n=tres repeticiones. Letras iguales en el mismo día de evaluación no son estadísticamente iguales.

Sin embargo, al segundo día de evaluación los frutos testigo fueron iguales, por lo que las concentraciones aplicadas de 1-MCP en los frutos de nanche pueden mejorar el sabor durante el primer día en temperatura ambiente ($22 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$).

Pérdida fisiológica de peso, y SST. En cuanto a la pérdida fisiológica de peso, SST, No se observaron diferencias significativas para las concentraciones de 1-MCP aplicado en frutos de nanche almacenados por un periodo de 12 días en refrigeración, este bajo efecto que se registró en firmeza, acidez titulable y relación SST/AT y la nula respuesta en pérdida fisiológica de peso, SST, se considera poco factible su utilización, además, bajos efectos de este compuesto ha sido observado en frutos de jaca y, Durazno (Mata *et al.*, 2007; Tonetto De Freitas *et al.*, 2007). Sin embargo, se sabe que la respuesta al 1-MCP depende de la concentración y tiempo de exposición, y pueden variar con la especie, características morfológicas o fisiológicas del fruto, variedad, grado de madurez, condiciones del cultivo y de almacenamiento (Watkins y Nock, 2005).

Ácido ascórbico, azúcares totales y reductores. De acuerdo a la prueba de t (Cuadro 18) el contenido de ácido ascórbico disminuye con el tiempo de evaluación en concentraciones de 0 y 300 ppm mientras que se mantiene sin diferencias en concentraciones de 600 y 900 ppm, de forma muy similar se observó el contenido de azúcares totales y reductores ya que las diferentes concentraciones excepto la concentración 0 ppm mantienen el contenido inicial de 1-MCP, por lo que este compuesto retardó la degradación de estas sustancias durante el almacenamiento en temperatura ambiente ($22 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$).

Cuadro 18. Resultado de la prueba de t de los días de evaluación 1 y 3: ácido ascórbico azúcares totales y reductores en frutos de nanche tratados con diferentes concentraciones de 1-MCP (0, 300, 600 y 900 ppm) y almacenados durante siete días a 8 °C.

Factor	Concentración ppm	DDR ^a	
		1	3
Ácido ascórbico (mg)	0	68.274 a ^b	65.235 a
	300	65.536 a	63.021 a
	600	60.321 a	59.203 a
	900	55.536 a	53.266 a
Azúcares totales (mg)	0	67.168 a	70.125 a
	300	57.581 a	56.321 a
	600	71.150 a	56.002 b
	900	54.336 a	50.362 a
Azúcares reductores (g/L)	0	1.028 b	1.230 a
	300	1.298 b	2.360 a
	600	1.695 a	1.745 a
	900	1.617 a	1.763 a

^aDías después de refrigeración ^bMedias con letras iguales en la misma fila no son estadísticamente diferentes.

Cuadro 19. Resultado de la prueba de t de los días de evaluación 1 y 2: ácido ascórbico azúcares totales y reductores en frutos de nanche tratados con diferentes concentraciones de 1-MCP (0, 300, 600 y 900 ppm) y almacenados durante 10 días a 8 °C

Factor	Concentración ppm	DDR ^a	
		1	2
Ácido ascórbico (mg)	0	61.012 a ^b	60.234 a
	300	62.678 a	60.536 a
	600	54.702 b	53.231 b
	900	52.441 b	51.236 b
Azúcares totales (mg)	0	82.060 a	80.854 a
	300	54.530 b	53.326 b
	600	47.550 b	46.265 b
	900	40.390 b	39.654 b
Azúcares reductores (g/L)	0	1.188 c	1.252 b
	300	2.716 a	2.632 a
	600	1.843 b	1.802 b
	900	1.858 b	1.802 b

^aDías después de refrigeración. ^bMedias con letras iguales en la misma fila no son estadísticamente diferentes

En el cuadro 19 se observa que el ácido ascórbico de los frutos de nanche tratados con 0 y 300 ppm presentó mayor contenido respecto a las concentraciones de 600 y 900 ppm. Por su parte los azúcares totales fue mayor en frutos sin 1-MCP (0 ppm) por lo que este compuesto aceleró la degradación de azúcares totales. Este comportamiento difiere a lo reportado en otras especies como la jaca que con 300 ppm redujo la degradación de azúcares (Mata *et al.*, 2007). En el caso de los azúcares reductores la concentración de 300 ppm incrementó casi en un 100 % la cantidad con respecto a los frutos no tratados.

Presencia de microorganismos. Se observó presencia de micelio en los frutos con aplicación de 1-MCP (300, 600, 900 ppm) al finalizar el experimento en los frutos almacenados por un periodo de 10 días, por su parte Hofman *et al.* (2001) reportan que el tratamiento con 1-MCP en papaya estuvo asociado a incrementos de daño por microorganismos, además se observó maduración excesiva en los frutos sin 1-MCP. En ninguno de los periodos de almacenamiento se observó daño por frío.

VI. CONCLUSIONES

Primera etapa

La variabilidad encontrada fue mayor en los genotipos semidomesticados y en la región centro se presentaron el mayor número de formas para la mayoría de las variables. Existe una tendencia a incrementar el tamaño nanche. De acuerdo al análisis no es posible distinguir las recolectas silvestres de las semidomesticadas ni entre regiones. El efecto de la domesticación en ésta especie es incipiente.

Segunda etapa

Se observaron diferencias entre genotipos durante la maduración de forma natural. La temperatura de refrigeración de 8 °C prolongó la vida de anaquel de los frutos. El 1-MCP en las concentraciones utilizadas mostraron poco efecto, explicando así el poco efecto del etileno en la senescencia de nanche, por lo que es necesario evaluar otros compuestos.

VII. LITERATURA CITADA

- Abadie, T. y Berreta, A. 2001. Caracterización y evaluación de los recursos fitogenéticos. En: Estrategia en recursos Fitogenéticos para los países del Cono Sur. PROCISUR. Disponible en:
http://www.fagro.edu.uy/~fitotecnia/docencia/materiales%20apoyo/Caracterizacion_y_Evaluacion_de_Recursos_Fitogeneticos.pdf. Consultado el 05/05/2016.
- Abeles, F. B., Morgan, P. W., Saltveit Jr, M. E. 2012. Ethylene in plant biology. Academic press.
- Africano, K. L., Almanza, M. P. J., Balaguera L. H. E. 2015. Fisiología y bioquímica de la maduración del fruto de durazno [*Prunus persica* (L.) Batsch]. Una Revisión. Revista colombiana de ciencias hortícolas. 9: 161-172.
- Aguilar, L, Martínez, M. T., Barrientos, A., Aguilar, N. Gallegos, C. 2007. Potencial de oscurecimiento enzimático de variedades de nopalitos. Journal of the professional association for cactus development. 9:122-135.
- Alba, R., Payton, P., Fei, Z., McQuinn, R., Debbie, P., Martin, G. B., Tanksley, S.D., Giovannoni, J. J. 2005. Transcriptome and selected metabolite analyses reveal multiple points of ethylene control during tomato fruit development. Plant Cell. 17: 2954-2965.
- Alves, E. U., Sader, R., Bruno, R. L. A., Alves, A. U. 2015. Maturação fisiológica de sementes de sabiá. Revista Brasileira de Sementes. 27(1): 1-8.
- Alía, R., Leal, D. A., Alba, N., Martínez, S. G., Soto, Á. 2003. Variabilidad genética y gestión forestal. Ecosistemas: Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente. 12: 6.
- Almenar, M. I. V., Rodie, J. U., Cortada, G. E., Sarle, J. G., Ayala, I. L., Ginjuan, D. I. R. 2013. Poscosecha de pera, manzana y melocotón. Mundi-Prensa Libros. P 54.
- AOAC (Association of Official Agricultural Chemists). 2000. Official Methods of Analysis. 14 th edition Published for the Association of Analytical Chemist Inc. Arlington, VA. 22209 USA. 1006 pp.

- Arévalo, G. M., Bautista, R. B., Saucedo, V. C. and Martínez, D. M. 2007. Almacenamiento refrigerado y aplicaciones de 1-MCP en frutos de chicozapote. *Agrociencia*. 41: 469-477.
- Arias, C. J. y Toledo, J. 2007. Manual de manejo poscosecha de frutas tropicales (papaya, piña, plátano y cítricos). Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAO). Roma, Italia. 33 pp.
- Arias, L. M., Latournerie, L., Montiel, S., Sauri, E. 2014. Cambios recientes en la diversidad de maíces criollos de Yucatán, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 23(1).
- Arrieta, A. J., Baquero, U. M., Barrera, J. L. 2006. Caracterización fisicoquímica del proceso de maduración del plátano Papocho (*Musa ABB Simmonds*). *Agronomía colombiana*. 24(1):48-53.
- Ávila, H., J. Cuspoca, G. Fischer, G. Ligarreto y M. Quicazán. 2007. Caracterización fisicoquímica y organoléptica del fruto de agraz (*Vaccinium meridionale Swartz*) almacenado a 2 °C. *Revista facultad nacional de agronomía Medellín* 60(2): 4179-4193.
- Awise, J. C. 2004. *Molecular Markers, Natural History and Evolution*. Sinauer Associates. 2nd edition. Sunderland. USA. 684 pp.
- Badui, D S. 1990. *Química de los alimentos*. Alambra. México D.F. 430 p.
- Bai, J., Mattheis, J. P., Reed, N. 2006. Re-initiating softening ability of 1 methylcyclopropene treated 'Bartlett' and 'd' Anjou 'pears' after regular air or controlled atmosphere storage. *Horticultural Science and Biotechnology*. 81: 959-964.
- Barreiro, J. A. y Sandoval, B. A. 2006. *Operaciones de Conservación de Alimentos por Bajas Temperaturas*. Editorial equinoccio. Caracas, Venezuela. 26-28 pp.
- Bassetto, E., Jacomino, A. P., Pinheiro, A. L., Kluge, R. A. 2005. Delay of ripening of 'Pedro Sato' guava with 1-methylcyclopropene. *Postharvest Biology and Technology*. 35(3): 303-308.

- Bapat, V. A., Trivedi, P. K., Ghosh, A., Sane, V. A., Ganapathi, T. R., Nath, P. 2010. Ripening of fleshy fruit: molecular insight and the role of ethylene. *Biotechnology advances*. 28(1): 94-107.
- Bayuelo, J. S., Lozano, J. C., Ochoa, I. E. 2006. Caracterización morfológica de *Byrsonima crassifolia* (L.) HBK nativa de Churumuco, Michoacán, México. *Filotecnia Mexicana*. 29: 31-36.
- Beaulieu, J.C. y Gorny, J.R. 2002. Fresh-cut fruits. In: K.C. Gross, C. Y. Wang, and M. Salveit (eds.). *The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks*. Agricultural Handbook. Number 66.
- Béjar, E., Reyes, R., Jiménez, E. 2000. Bioactive compounds from selected plants use in the XVI century Mexican traditional medicine. *Studies in Natural Products Chemistry*. 24: 799-844.
- Bello, G. D., Carrera, B. E., Díaz, M. Y. 2006. Determinación de azúcares reductores totales en jugos mezclados de caña de azúcar utilizando el método del ácido 3, 5 dinitrosalicílico. 2: 45-50.
- Blanco, E. Z. 2015. Diversidad genética del jengibre (*Zingiber officinale* Roscoe.) A nivel molecular: Avances de la última década. *Entramado*. 11(2): 190-199.
- Blankenship, S. M. y Dole J. M. 2003. 1-Methylcyclopropene: a review. *Postharvest, Biology and Technology*. 28: 1-25.
- Bodria, L., Fiala, M., Guidetti, R. y Oberti, R. 2004. Optical techniques to estimate the ripeness of red-pigmented fruits. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers* 47 (3): 815-802.
- Borges, R., Ranganathan, Y., Krishnan, A., Ghara, M., Pramanik, G. 2011. When should fig fruit produce volatiles? Pattern in a ripening process. *Acta Oecologica*. 37: 611-618.
- Burg, S. P. 2004. *Postharvest physiology and hypodaric storage of fresh produce*. Wallingford, U.K. CABI Publishing. 654 p.
- Camargo, N. L., Carvalho, P. M., Bacelar L. C. G, Bastos, V. J., Roberto, S. R. 2015. Study to determine the optimum harvest date of Murici (*Byrsonima*

- coccolobifolia Kunth.) from quality and functional attributes, *Scientia Horticulturae*. 188: 49-56.
- Cantillano, R. F. F., Castañeda, L. M., Treptow, R. O.; Schunemann, A. P. P. 2008. Qualidade físico-química e sensorial de cultivares de morango durante o armazenamento refrigerado. *Embrapa clima temperado. Boletim de pesquisa e desenvolvimento*. 75: 3.
- Cantin, C. M., Holcroft, D., Crisosto, C. H. 2011. Postharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) extends shelf life of kiwifruit. *Acta Hortícola*. 913: 621-626.
- Carrillo, R. J. C. y Chávez, S. J. L. 2010. Caracterización agromorfológica de muestras de tomate de Oaxaca. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 36:1-6.
- Castro, J., Cerquera, N., Gutiérrez, N. 2013. Determinación del color del exocarpio como indicador de desarrollo fisiológico y madurez en la guayaba pera (*Psidium guajava* cv. guayaba pera), utilizando técnicas de procesamiento digital de imágenes. *Revista EIA Escuela de Ingeniería de Antioquia*. 10(19): 79-89.
- Cerqueira, T., Jacomino, A., Sasaki, F., Amorim, L. 2009. Controle do amadurecimento de goiabas ‘kumagai’ tratadas com 1-metilciclopropeno. *Brasileira de Fruticultura*. 31(3): 687-692.
- Chanliaud, E., Burrows, K. M., Jeronimidis, G., Gidley, M. J. 2002. Mechanical properties of primary plant cell wall analogues. *Planta*. 215(6): 989-996.
- Chervin, C., TTira-Umphon, A., Chatelet, P., Jauneau, A., Boss, P. K., Tesniere, C. 2015. Ethylene and other stimuli affect expression of the UDP glucose-flavonoid 3-O-glucosyltransferase in a non-climacteric fruit. *VITIS-Journal of Grapevine Research*, 48(1): 11.
- Chiriboga, M. A., Soria, Y., Larrigaudiere, C., Recasens, I. 2008. Aplicación postcosecha de 1-metilciclopropeno en peras. *Informacion técnica económica agraria*. 104: 12-30.
- Coletto, J. M. 1995. Crecimiento y Desarrollo de las Especies Frutales. Editorial mundi-prensa. Segunda edición. México. 165 pp.

- Corpas, I. E. J. y Tapasco, A. O. A. 2014. Hallazgos de la biosíntesis del etileno en frutas climatéricas y de los factores que afectan la ruta metabólica. *Alimentos Hoy*. 22(31): 46-63.
- Correa, P.C. 1994. Estudio de los índices de madurez y calidad del aguacate tratado por frío mediante ensayos no destructivos. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Madrid.
- D'Ambrosio, C., Arena, S. Rocco, M. Verrillo, F. Novi, G. Viscosi, V. Marra M. Scaloni, A. 2013. Proteomic analysis of apricot fruit during ripening. *J. Proteomics*. 78: 39-57.
- Deaquiz, Y., Álvarez, H. J., Fischer, G. 2014. Ethylene and 1-MCP affect the postharvest behavior of yellow pitahaya fruits (*Selenicereus megalanthus Haw*). *Agronomía Colombiana*. 32(1): 44-51.
- DeLong, J. M., Prange, R. K., Harrison, P. A. 2004. The influence of 1-Methylcyclopropene on "Cortland" and "McIntosh" apple quality following long-term storage. *HortScience*. 39: 1062-1065.
- De la Cruz, L. E., Rodríguez, H. S. A., Estrada, B. M. A., Mendoza, P. J. D., Brito, M. N. P. 2014. Análisis dialéctico de líneas de maíz QPM para características forrajeras. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 21(41): 19-26.
- Di Santo, C., E. Pagano y G. Sozzi. 2009. Differential expression of -L-arabinofuranosidase and -L-arabinofuranosidase-D-xylosidase genes during peach growth and ripening. *Plant Physiol. Biochem*. 47: 562-569.
- Dong, L., Lurie, S., Zhou, H. 2002. Effect of 1-methylcyclopropene on ripening of 'Canino' apricots and 'Royal Zee' plums. *Postharvest Biology and Technology* 24: 135-145.
- Duarte, O., 2011. Nance (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth), in: Yahia, E. M. (Ed.), *Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits*. Woodhead Publishing. 44-52 pp.
- Duarte, O. y Vernon R. 2002. Biología floral y reproductiva del nance (*Byrsonima* spp). *Interamerican Society of Tropical Horticulture*. 46: 40-41.

- Dürüst, N., Dogan, S. y Dürüst, Y. 1997. Ascorbic acid and element contents of foods of trabzon (Turkey). *Journal agriculture and food chemistry*. 45 (6): 2065-2087.
- Dussan, S., Serna, L., Perenguez, A. 2011. Efecto de la aplicación de 1-Metilciclopropeno sobre algunas propiedades fisico-químicas y organolépticas del fruto de la granadilla. *Acta Agronómica*. 60(3): 237-244.
- Ezura, H. and Owino, W. O. 2008. Melon ripening and ethylene. *Plant Science*. 175:121-9.
- Fan, X., Blankeship, S. M., Mattheis, J. P. 1999. 1-Methylcyclopropene Inhibits apple ripening. *HortScience*. 124: 690-695.
- Fan X., Argenta L., Mattheis J. P. 2002. Interactive effects of 1-MCP and temperatures on "Elberta" peach quality. *HortScience*. 37:134-138.
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2011. Segundo Plan de Acción Mundial para los Recursos Fitogenéticos para la alimentación y la Agricultura. Comisión de recursos genéticos para la alimentación y la agricultura de la FAO. Roma, Italia.
- Ferrer, A., Remón, S., Negueruela, A. I., Oria, R. 2005. Changes during the ripening of the very late season Spanish peach cultivar Calanda: feasibility of using CIELAB coordinates as maturity indices. *Scientia Horticulturae*. 105(4): 435-446.
- Fischer, G., Almanza, M. P., Miranda, D. 2014. Importancia y cultivo de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). *Revista Brasileira de fruticultura*. 36: 1-15.
- Franco T. L. y Hidalgo, R. 2003. Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Boletín Técnico No. 8. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. Cali, Colombia. 89 pp.
- Fruk, G., Z. Cemelik, T. Jemric, J. Hribar y R. Vidrih. 2014. Pectin role in woolliness development in peaches and nectarines: A review. *Scientia Horticulturae*. 180: 1-5.
- Fugate, K. K., Suttle J. C., Campbell, L. G. 2010. Ethylene production and ethylene effects on respiration rate of postharvest sugar beet roots. *Postharvest Biology and Technology*. 56: 71-76.

- García, M. J. y Monforte, A. J. 2013. Interaction between QTLs induces an advance in ethylene biosynthesis during melon fruit ripening. *Theoretical and applied genetics*. 126: 1531-44.
- Geps, P. 2014. Domestication of plants. *Encyclopedia of agricultura and food system*. University of california, Davis, CA, USA, Volumen 2. Pp 474-486.
- Gómez, J. R., Nieto, A. D., Teliz, O. D., Mora, A. A., Martínez, M. T., Vargas, H. M. 2009. Evaluación de la calidad e incidencia de hongos en frutos refrigerados de zapote mamey [*Pouteria sapota* (jacq.) H. E. More and Stearn]. *Agrociencia*. 43: 37-48.
- Gómez, M. S. H., García, J. A. B., Meigarejo, L. M., & Bardales, X. 2004. Caracterización y usos potenciales del banco de germoplasma de aji amazónico. Instituto Amazónico de investigaciones científicas "SINCHI". Colombia. 108 pp.
- Guerra, M. y Casquero, P.A. 2005. Evaluación de la madurez de manzana y pera en almacenamiento frigorífico conjunto con absorbedor de etileno. *Información Tecnológica*. 16(4): 11-16.
- Guillen, F. 2009. 1-MCP como estrategia de conservación. *Horticultura Internacional*. 69(1): 18-24.
- Gutiérrez, A., Burgos, J., Molto, E. 2007. Pre-commercial sorting line for peaches firmness assessment. *Journal of Food Engineering*. 81: 721-727.
- Hagenmaier, R. D., Shaw, P. E. 2002. Changes in volatile components of stored tangerines and other specialty citrus fruits with different coatings. *Journal of food science*. 67(5): 1742-1745.
- Hernández, M. S., Barrera, J. A., Trujillo, P. F., Carrillo, M. P., Bardales, X. L. 2007. Arazá: manejo y conservación. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas "SINCHI." Colombia. 45-48.
- Hofman, P. J., Jobin-Decor, M., Meiburg, G. F., Macnish, A. J., Joyce, D. C. 2001. Ripening and quality responses of avocado, custard apple, mango and papaya fruit to 1-methylcyclopropene. *Animal production science*. 41(4): 567-572.

- Imahori, Y., Takemura, M., Bai, J. 2008. Chilling-induced oxidative stress and antioxidant responses in mume (*Prunus mume*) fruit during low temperature storage. *Postharvest biology and technology*. 49:54-60.
- In, B. C., Strablea, J. B. M., Binder, Falbel, T. G., Patterson, S. E. 2013. Morphological and molecular characterization of ethylene binding inhibition in carnations. *Postharvest Biology and Technology*. 86. 272-279.
- INEGI. 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos: Hujicori, Tepic y Ahuacatlán, Nayarit: 1-9.
- Jaimes, A. C., Garcia, de los S. G., Carballo, C. A., Calderón, Z. G., Jaimes, A. F., Cuevas, S. J. A. 2014. Tolerancia a la desecación en semillas de nanche (*Byrsonima crassifolia* L.) Kunth. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 5(5): 819-831.
- Jiang, W., Sheng, Q., Jiang, Y., Zhou, X. 2004. Effects of 1-methylcyclopropene and gibberellic acid on ripening of Chinese jujube (*Zizyphus jujuba* M) in relation to quality. *Journal of the science of food and agriculture*. 84(1): 31-35.
- Jiménez, A. M.; Sierra, C. A.; Rodríguez, P. F. J.; González, M. M. L.; Heredia, F. J.; Osorio, C. 2011. Physicochemical characterization of gulupa (*Passiflora edulis* Sims. fo *edulis*) fruit from Colombia during the ripening. *Food research international*. 44 (7):1912-1918.
- Jordán, M., Y Casaretto, J. 2006. Hormonas y reguladores del crecimiento: Etileno, ácido abscísico, brasinoesteroides, poliamidas, ácido salicílico y ácido jasmónico. In E. U. d. I. serena (ed.), *Fisiología vegetal*. La Serena, Chile. Pp. 5-7.
- Kader, A. A. 2002. *Postharvest biology and technology of horticultural crops*. A. A. Kader (ed). University of California. Agriculture and natural resources. 3311: 39-47 pp.
- Kader, A. A. 2011. *Tecnología poscosecha de cultivos hortofrutícolas*. Tercera edición. Davis alifornia. 3530 p.
- Kays, S. 2004. *Postharvest biology*. Exon Press, Athens, Georgia. 568 p

- Landanilla, M. S. 2008. Fruit morphology, anatomy and physiology. Capitulo 2-7. Citrus fruit. Biology, Tecnhonology, and Evaluation. First edition. Academic Press. India.
- Lee, H. J., Suh, D. H., Jung, E. S., Park, H. M., Jung, G. Y., Do, S. G., Lee, C. H. 2015. Metabolomics of *Lonicera caerulea* fruit during ripening and its relationship with color and antioxidant activity. *Food Research International*. 78: 343-351.
- Li, Q., Wu, F. W., Li, T. T., Su, X. G., Jiang, G. Q., Qu, H. X. 2012. 1-Methylcyclopropene extends the shelf-life of "Shatangju" mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) fruit with attached leaves. *Postharvest biology and technology*. 67: 92-95.
- Linares, J.A., Castillo, B., Londono, M.T. 2013. Characterization of the mechanical properties of the sweet passion fruit (*Passiflora ligularis* Juss.). *Acta Agrícola*. 31(2):208-214.
- López, G. P., Rodríguez, A. G., Oyama, K., Reyes, P. C. 2014. Importancia de la diversidad genética sobre la defensa química de plantas y las comunidades de herbívoros. *Biológicas Revista de la DES Ciencias Biológico Agropecuarias Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*. 15(2): 1-8.
- Love, B. y Spander, D. 2005. A survey o small-scale farmers using trees in pasteures in Herrera Province, Panama. *Sustainable forestry* 20: 37-65.
- Mahajan, V. C., Singh, K., Dhillon, W. S. 2010. Effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on storage life and quality of pear fruits. *Food science technology*. 47: 351-354.
- Maigarim, M.B., Cantillano, R. F. F., Coutinho, E. F. 2006. Sistemas e condições de colheita e armazenamento na qualidade de morangos cv. Camarosa. *Revista brasileira de fruticultura*. 28: 185-189.
- Mandujano, P. M., Colinas, L. M., Castillo, G. A. M., Alia, T. I., Valdéz, A. L. A. 2012. Cobalto como retardante de la senescencia de *Lilium* híbrido oriental en postcosecha. *Revista chapingo. Serie Horticultura*. 18(2): 239-252.

- Manenoi, A., Bayogan, E. R., Thumdee, S., Paull, R. E. 2007. Utility of 1-methylcyclopropene as a papaya postharvest treatment. *Postharvest biology and technology* 44(1): 55-62.
- Mao, L. C., Wang, G. Z., Que, F. 2007. Application of 1-methylcyclopropene prior to cutting reduces wound responses and maintains quality in cut kiwifruit. *Journal of food engineering*. 78: 361-365.
- Marcos, J. F., Gonzalez, L., Zacarias, L. 2005. Involvement of ethylene biosynthesis and perception in the susceptibility of citrus fruits to *Penicillium digitatum* infection and the accumulation of defense-related mRNAs. *Journal of experimental botany* 56: 2183-2193.
- Marin, A., Colonna, A., Kudo, K., Kupferman, E., Mattheis, J. 2009. Measuring consumer response to Gala apples treated with 1-methylcyclopropene (1-MCP). *Postharvest biology and technology*. 51: 73-79.
- Martínez, M. E., Corona, T. T., Avitia, G. E., Castillo, G. A. M., Terrazas, S. T., Colinas, L. M. T. 2006. Caracterización morfológica de frutos y semillas de nanche (*Byrsonima crassifolia* (L.) HBK). *Chapingo serie horticultura*. 12: 11-17.
- Martínez, R. H., Benitez, A. L., Velázquez, J. E., Aspeyía, D. S., Méndez, C. A. R., Rojas, G. J. A., Melgoza, F. A. G. 2016. Potencial genético y heterosis para rendimiento en líneas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 7(2): 349-362.
- Mata, M. O. M., Osuna, G. J. A., Hernández, E. A., Ochoa, V. M., Tovar, G. B. 2007. Efecto del 1-Metilciclopropeno (1-MCP) sobre la fisiología y calidad de frutos de Jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam). *Rev. Chapingo S. Hort.* 13:165-170.
- Medina, T. R., Salazar, S. and Gómez, J. R. 2004. Fruit quality indices in eight nanche [*Byrsonima crassifolia* (L.) HBK] selections. *HortScience* 39: 1070-1073.
- Medina, T. R., Salazar, S., Valdivia, R., Martínez, E. 2012. Fenología de la floración y ciclos reproductivos del nanche [*byrsonima crassifolia* (l.) HBK] en Nayarit. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*. 28: 259-269.

- Medina, T. R., Juárez, L. P., Salazar, G. S., López, G. G., Ibarra, S. L. S., Arrieta, R. B., Martínez, M. E. 2015. Evaluación de calidad en frutos de 41 genotipos de nanche (*Byrsonima crassifolia* L. HBK) de Nayarit, México. Revista mexicana de ciencias agrícolas. 6: 253-264.
- Medina, T. R., Salazar, G. S., Ibarra, E. M. E., López, G. G. G. 2016. Leaf and fruit morphological descriptors for commercial nance selections (*Byrsonima crassifolia* (L.) HBK) in Nayarit, México. Descriptores morfológicos de hoja y fruto de selecciones comerciales de nanche (*Byrsonima crassifolia* (L.) HBK) en Nayarit, México. Revista BioCiencias, 3(4): 269-285.
- Melgarejo, L. M. 2010. Experimentos en fisiología vegetal. Laboratorio de fisiología y bioquímica vegetal. Departamento de biología. Universidad Nacional de Colombia. Colombia. 249 pp.
- Mendoza, F. Dejmek, P. Aguilera. J. M. 2006. Calibrated color measurements of agricultural foods using image analysis, Postharvest biology and technology. 41: 285–295.
- Mercado, J., López, M., Martínez, G., Sarahi, J., Arévalo, S. 2007. Estudio de las propiedades fisicoquímicas de las variedades de tuna rojo pelón (*Opuntia ficus-indica*), morada, reina (*Opuntia amyclaea*) y Xoconostle (*Opuntia matudae scheinvar*) bajo almacenamiento refrigerado, IX Congreso de Ciencia de los Alimentos y V foro de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Guanajuato, Gto., México.
- Mir, N. A., Curell, E., Khan, N., Whitaker, M., Beaudry, R. M. 2001. Harvest maturity, storage temperature, and 1-MCP application frequency alter firmness retention and chlorophyll fluorescence of 'Redchief Delicious' apples. Journal of the American Society for Horticultural Science 126: 618-624.
- Miller, B. and Schaal, B. 2005. Domestication of a Mesoamerican cultivated fruit tree, *Spondias purpurea*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 102 (36): 12801-12806.
- Mitra, S. K. and Baldwin, E. A. 1997. Mango. In: Postharvest Physiology and Storage of Tropical and Subtropical Fruits. Mitra (ed). CAB International, New York, NY, USA. pp: 85-97.

- Moraes, P. J., Finger, F. L., Barbosa, J. G., Cecon, P. R. 2007. Longevidade pós-colheita da orquídea *Epidendrum ibaguense* Kunth. *Revista brasileira de horticultura ornamental*. 13: 31-37.
- Moreno, M. N. 2000. El nance [(*Byrsonima crassifolia* L.) H.B.K.] como recurso natural antimicrobiano en enfermedades gastrointestinales y respiratorias. Universidad de Ciencias y Artes del estado de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 74 pp.
- Moro, M. F., Macedo, M. B., de Moura-Fê, M. M., Castro, A. S. F., da Costa, R. C. 2015. Vegetação, unidades fitoecológicas e diversidade paisagística do estado do Ceará. *Rodriguésia-Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro*. 66(3), 717-743.
- Mostofi, Y., Toivonen, M. A., Lessani, H., Babalar, M., Lu, C. 2003. Effects of 1-methylcyclopropene on ripening of greenhouse tomatoes at three storage temperatures. *Postharvest biology and technology*. 27: 285-292.
- Mworia, E. G., Yoshikawa, T., Yokotani, N., Fukuda, T., Suezawa, K., Ushijima, K., Nakano, R., Kubo, Y. 2009. Characterization of ethylene biosynthesis and its regulation during fruit ripening in kiwifruit, *Actinidia chinensis* Sanuki Gold. *Postharvest Biology and Technology*. 55: 108-113.
- Niembro, R. A., Morato I., Cuevas J. A. 2004. Catálogo de frutos y semillas de árboles y arbustos de valor actual y potencial para el desarrollo forestal de Veracruz y Puebla. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz. 980 pp.
- Novoa, R. H., Bojacá, M., Galvis, J. A., Fischer, G. 2006. Fruit maturity and calyx drying influence post-harvest behavior of Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) stored at 12 °C. *Agronomía Colombiana*. 24(1): 77-86.
- Onamu, R., y Legaria, J. P. 2014. Diversidad genética entre variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) cultivadas en México usando marcadores RAPD e ISSR. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 5: 561-575.
- Osuna, G. J., Pérez, M. H., Vázquez, R., Gómez, R. 2011. Aplicación de 1-metilciclopropeno (1-MCP) y su efecto en ciruela mexicana (*Spondias purpurea* L.). *Revista fitotecnia mexicana*. 34: 197-204.

- Osuna, G. J., Beltrán, J. A., Urias, M. A. 2005a. Efecto del 1-metilciclopropeno (1-MCP) sobre la vida de anaquel y calidad de mango para exportación. *Revista fitotecnia mexicana*. 28: 271-278.
- Osuna, G. J., Beltrán, J. A., Vázquez, V. V. 2005b. Efecto del 1-metilciclopropeno (1-MCP) sobre el comportamiento postcosecha del aguacate 'Hass'. *Revista fitotecnia mexicana*. 28: 1-8.
- Padrón, A., Padrón, G., Montes, A., Oropeza, R. 2012. Determinación de color en epicarpio de tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) con sistema de visión computarizada durante su maduración. *Agronomía Costarricense*. 36(1): 97-111.
- Pardo, A., Garrido, J., Ángel Ruiz, M., San Martín, R. 2007. La interacción entre factores en el análisis de varianza: errores de interpretación. *Psicothema*, 19(2): 343-349.
- Pássaro, C., Navarro, P., Salvador, A. 2012. Poscosecha. Capítulo 9. Citricos: Cultivo, poscosecha e industrialización. Serie Lasallista Investigación y Ciencia, 370 p.
- Pathare, P. B., Opara, U. L., Al-Said, F. J. 2013. Colour Measurement and analysis in fresh and processed foods: a review. *Food Bioprocess Technol.* 6:36-60.
- Pautasso, M. 2009. Geographical genetics and the conservation of forest trees. *perspectives in plant ecology, evolution and systematics* 11:157-189.
- Pech, J. C., Bouzayen, M., Latché, A. 2008. Climacteric fruit ripening: ethylene-dependent and independent regulation of ripening pathways in melon fruit. *Plant Science*, 175(1): 114-120.
- Pennington, T. D. y Sarukhan, J. 2005. *Arboles Tropicales de México. Manual para identificación de las principales especies*. UNAM. México.
- Peraza, S. R., Poot, S., Torres, L. W., May, F., Sima, P., Cedillo, R. 2005. Screening of native plants from Yucatán for anti-giardia lambda activity. *Pharmaceutical biology* 43: 594-598.
- Pereira, G. F., Luiz, V., Dias, S., Brommonschenkel, H. 2008. Influência do tratamento com etileno sobre o teor de sólidos solúveis e a cor de pimentas. *Bragantia*. 67: 1031-1036.

- Pérez, B., Bringas, E., Cruz, L., Baez, S. R. 2005. Evaluación de cera comestible en mango 'Tommy Atkins' destinado a la comercialización para el turismo parte I: Efecto en las características físico-químicas. *Revista Iberoamericana de tecnología poscosecha*. 7(1): 24–32.
- Polenta, G. A., Calvete, J. J., Gonzalez, C. B. 2007. Isolation and characterization of the main small heat shock proteins induced in tomato pericarp by thermal treatment. *FEBS journal*. 274(24): 6447-6455.
- Porat, R., weiss, B., Cohen, L., Daus A., Aharoni, N. 2004. Reduction of postharvest rind disorders in citrus fruit by modified atmosphere packaging. *Postharvest biology and technology*. 33: 35-43
- Purves, Sadava, D., Heller, H.C., Orians, G.H., Hillis, D.M., 2009. *Vida*. Ed. Médica Panamericana. Buenos Aires, Argentina. 1245 pp.
- Quiping, Z., Wenshui, X. and Jiang, Y. 2006. Effects of 1-methylcyclopropene treatments on ripening and quality of harvested sapodilla fruit. *Food technology and biotechnology*. 44: 535–539.
- Quiroga, E. N., Sampietro, A. R., Soberón, J. R., Vattuone, M. A. 2008. *Etileno*. San Miguel de Tucumán, Argentina: Universidad Nacional de Tucumán.
- Raffo, M. D. Sanchez, E. E., Sozzi, G. O. 2008. Exposure to direct sunlight during the growing season delays postharvest softening of "Williams" pears and improves their response to 1-methylcyclopropene. *Acta Hortifruticulturæ*. 800: 1035-1040.
- Raya, P. J. C., Aguirre, M. C. L., Gil, V. K., Simpson, J. 2010. La domesticación de plantas en México: Comparación de la forma cultivada y silvestre de *Byrsonima crassifolia* (Malpighiaceae). *Polibotánica*. 30: 239-256.
- Rincon, J., Lopez, A., Echeverri, J. 2013. Structure and genetic diversity of a population Holstein cows of Antioquia department, using a polymorphism of bGH gene. *Revista MVZ Córdoba*, 18(1), 3346-3354.
- Riofrio, J. 2003. Manejo poscosecha del banano y plátano. CAS Comunicación y Asesoría Legal. Guayaquil–Ecuador. 34 p.
- Rivera, L. J., Vázquez, O. F. A., Ayala, Z. J. F., González, A. G. A. 2005. Efecto del corte y la temperatura de almacenamiento en la calidad de Papaya fresca

- cortada (*Carica Papaya* L. CV. "marado"). Revista Iberoamericana de tecnología postcosecha. 6(2), 83-94.
- Robayo, M. Y. D., Mendoza, L. A. G., Castro, M. A., Coronado, A. C. M., Coronado, Y. M. 2016. Análisis de la diversidad genética de la mora (*Rubus* spp.) En el departamento de Boyacá. Revista facultado de ciencias agrarias. 14(2).
- Rojas, W. 2003. Análisis multivariado en estudios de variabilidad genética. En: Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Tito L. Franco y Rigoberto Hidalgo, (eds). Boletín técnico IPGRI. 8: 85-86 pp.
- Santamaria, B. F., Díaz, P. R., Sauri D. E., Espadas, G. F.; Santamaria F. J. M., Larqué, S. A. 2009. Características de calidad de frutos de papaya Maradol en la madurez de consumo. Agricultura técnica de México. 35(3): 347-353.
- Sarria, S. D., Cock, L. S., y Cuarán, Á. M. P. 2011. Efecto de la aplicación de 1-Metilciclopropeno sobre algunas propiedades físico-químicas y organolépticas del fruto de la granadilla. Acta Agronómica. 60(3): 237-244.
- Serek, M., Woltering, E. J., Sisler, E. C., Frello, S., Sriskandarajah, S. 2006. Controlling ethylene responses in flowers at the receptor level. Biotechnology advances. 24: 368-381.
- Serna, C. L., Torres, V. L.S., Ayala, A. A. A. 2011. Efecto del empaque y del 1-MCP sobre características físicas, químicas y fisiológicas de pitahaya amarilla effect of packaging and 1 mcp on physical, chemical and physiological. Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial. 9(2): 139-149.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2015. Base de datos pecuario 2000-2015. <http://www.siap.gob.mx> (Consultado en octubre del 2016).
- Sierra, M. 2003. Productos naturales para la poscosecha de cítricos. Horticultura. 1:1-12.
- Simonetti, J. A., Arroyo, M. T., Spotorno, A. E., Lozada, E. 2014. Diversidad biológica de Chile.

- Singh, S. y R. Pal. 2008. Response of climacteric-type guava (*Psidium guajava* L.) to postharvest treatment with 1-MCP. *Postharvest Biology and Technology*. 47(3): 307-314.
- Sozzi, G. O. y Beaudry, R. M. 2007. Current perspectives on the use of 1-methylcyclopropene in tree fruit crops: an international survey. *Stewart postharvest review*. 2: 1-16.
- Taiz, L., y Zeiger, E. 2007. *Fisiología Vegetal* (Traducción de la 3ª ed. en inglés). Universidad Jaime I. Castellón de la Plana, España. 333 pp.
- Tietel, Z., Lewinsohn, E., Fallik E., Porat, R. 2012. Importance of storage temperatures in maintaining flavor and quality of mandarins, *Postharvest Biology and Technology*. 64:175-182.
- Toinoven, P. y Brummell, D. A. 2008. Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. Review. *Postharvest, biology and technology*. 48: pp. 1-14.
- Tonello De Freitas, S., Sautter, C., Silveira, A. C., Brackmann, A. 2007. Evaluación del efecto de la aplicación de 1-mcp y la conservación en atmósfera controlada sobre la calidad poscosecha de duraznos en dos estados de madurez. *Agrociencia*, 11(1): 67-72.
- Torres, C. E. E. 2008. Descriptores para la caracterización morfológica de germoplasma de nanche (*Byrsonima crassifolia* L.). Centro nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. San Andrés, El Salvador. Pp 11.
- Valdenegro, M., Fuentes, L., Herrera, R., Moya, L. M. A. 2012. Changes in antioxidant capacity during development and ripening of goldenberry (*Physalis peruviana* L.) fruit and in response to 1-methylcyclopropene treatment. *Postharvest biology and technology*. 67: 110-117.
- Valero, D. y Serrano, M. 2010. *Postharvest Biology and Technology for Preserving Fruit Quality*. CRC PressTaylor y Francis. Boca Raton, Florida, USA. 270 p
- Vázquez, C., Bátiz, A. I., Alcocer, M. I., Gual, M., Sánchez, C. 1999. Árboles y Arbustos Potencialmente Valiosos para la Restauración Ecológica y la

- Reforestación. CONABIO. Instituto de Ecología. Universidad Nacional Autónoma de México. DF, México. 311 pp.
- Velázquez, D. M., Romero, W. C., Lara, E. G., Martínez, A. I., Díaz, J. M. B., Díaz, B. B. 2016. Cambios fisicoquímicos poscosecha en tres cultivares de pepino con y sin película plástica. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 4: 909-920.
- Velázquez de K. I. 2006. Guía Técnica Manejo Postcosecha de Nanche (*Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K.). Ministerio de Agricultura y Ganadería. Programa Nacional de Frutas del Salvador. Santa Tecla, El Salvador. 14 pp.
- Verdugo, L. G. y Riffo, M. O. 2003. Efecto de inhibidores de etileno en postcosecha de flores cortadas de *Lilium*. *Ciencia Investigación Agrícola*. 30: 89-95.
- Vicent, A. R., Costa, M. L., Chaves, A. R., Civello, P. M. 2005. Effect of heat treatments on cell Wall degradation and softening in strawberry fruit. *Postharvest biology and technology*. 38:213-222.
- Villalobos, A. M. G., Biasi, W.V., Mitcham, E. J., Holcroft, D. 2011. Fruit temperature and ethylene modulate 1-MCP response in "Bartlett" pears. *Postharvest biology and technology*. 60: 17-23.
- Vinson, S. B., William, H. J., Frankie, G. W., Shrum, G. 1997. Floral lipid chemistry of *Byrsonima crassifolia* (Malpighiaceae) and a Use of Floral Lipids by Centris Bees (Hymenoptera: Apidae) *Biotropica* 29: 76-83.
- Wang, A., Yamakake, J., Kudo, H., Wakasa, Y., Hatsuyama, Y., Igarashi, M., Kasai, A., Li, T.Z. y Harada, T., 2009. Null mutation of the MdACS3 gene, coding for a ripening-specific 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase, leads to long shelf life in apple fruit. *Plant Physiol*. 151: 391-399
- Watkins, C. B. 2006. The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. *Biotechnology advances*. 24: 389-409.
- Watkins, C. B. 2008. Postharvest effects on the quality of horticultural products: using 1-MCP to understand the effects of ethylene on ripening and senescence processes. *Hortscience*. 768:19-32.

- Watkins, C. B., James, H., Nock, J. F. 2010. Preharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) to control fruit drop of apples, and its effects on postharvest quality. *Hortscience*. 877:365-374.
- Watkins, C. B. y Nock, J. F. 2005. Effects of delays between harvest and 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatment, and temperature of treatment, on ripening of air- and controlled atmosphere-stored apples. *Hort Science*, 40 (7): 2096 - 2101.
- Wei, J.M., Qi, X. D., Guan, J. F., Zhu, X. Q. 2011. Effect of cold storage and 1-MCP treatment on post-harvest changes of fruit quality and cell wall metabolism in sweet cherry. *Food Agriculture Environ*. 9: 118-122.
- Whitman, F. F., Blaydes, D. F., Devlin, R. M. 1971. *Experiments in Plant Physiology*. Van Nostrand Reinhold C. New York, USA. 245 p.
- Wills, R., McGlasson, B., Graham, D., Joyce, D. C. 1998. *Postharvest: an introduction to the physiology & handling of fruit, vegetables & ornamentals*. 4th ed. Wallingford: New South Wales University Press, USA. 262p.
- Wills, R., McGlasson, B., Graham, D., Joyce, D. 2007. *An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit, Vegetables and Ornamentals*. *Postharvest Biology and Technology*. 227.
- Wu, C., X. Du, L. Wang, W. Wang, Q. Zhou, and X. Tian. 2009. Effect of 1-methylcyclopropene on postharvest quality of Chinese chive scapes. *Postharvest Biology and Technology*. 51: 431-433.
- Tovar, G., Mata, M. de O. M. Garcia, B., Galindo, H. S., Montalvo, G. E. 2011. Efecto de emulsiones de cera y 1-metilciclopropeno en la conservación poscosecha de guanábana. *Revista Chapingo. Serie horticultura*. 17 (spe1): 53-61.
- Xu, S., Chen, X., Sun, D. W. 2001. Preservation of kiwifruit coated with an edible film at ambient temperature. *Journal of food engineering*. 50(4): 211-216.
- Yam, K. L. y Papadakis, S. 2004. A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces. *Journal of food engineering*. 61:137-142
- Zanella, A., 2003. Control of apple superficial scald and ripening a comparison between 1-methylcyclopropene and diphenylamine postharvest treatments,

initial low oxygen stress and ultra-low oxygen storage. *Postharvest biology and technology*. 27: 69–78.

Zheng, Q., Song, J., Campbell, P. L., Thompson K., Li L., Walker B. 2013. A proteomic investigation of apple fruit during ripening and in response to ethylene treatment. *Journal of proteomics*. 93: 276–294.

VIII. APÉNDICE

A1. Resultado de la prueba de medias para las variables fisiológicas: Pérdida fisiológica de peso, color, sólidos solubles totales, acidez titulable, relación sólidos solubles totales/ácidez titulable (SST/AT) y firmeza en frutos con diferentes concentraciones de 1-MCP (0, 300, 600 y 900 ppm) almacenados durante siete días en refrigeración.

Variable	1-MCP			DDA ¹			DDA			
	0	300	600	1	2	3	Variable	1	2	3
PFP ²	0	0.000	2.938 a ³	4.503 a	SST ³	10.197 a	9.445 a	8.250 a		
	300	0.000	1.841 a	3.273 a		9.500 a	9.820 a	8.833 a		
	600	0.000	1.945 a	3.947 a		9.300 a	8.280 a	9.200 a		
	900	0.000	1.522 a	2.635 a	AT ⁴	9.087 a	8.800 a	9.000 a		
Luminosidad	0	71.090 a	69.950 a	70.000 a	AT ⁴	0.330 a	0.330 a	0.330 a		
	300	72.370 a	70.200 a	69.940 a		0.300 a	0.310 a	0.310 a		
	600	71.450 a	70.280 a	71.450 a		0.290 a	0.290 a	0.300 a		
	900	71.120 a	71.680 a	71.040 a		0.320 a	0.330 a	0.330 a		
Matiz	0	48.805 a	48.726 a	48.870 a	RSST/AT	30.909 b	28.635 b	25.002 b		
	300	50.286 a	50.266 a	50.210 a	⁵	32.667 a	31.681 a	28.500 a		
	600	45.145 a	43.651 a	45.150 a		30.091 b	28.563 b	26.832 b		
	900	44.120 a	44.447 a	44.870 a	Firmeza	29.334 b	29.269 b	24.260 b		
Índice de saturación	0	48.805 a	48.726 a	48.870 a		17.547 b	16.727 b	13.160 b		
	300	50.286 a	50.266 a	50.206 a		20.833 a	17.720 a	13.830 a		
						45.150				
	600	45.145 b	43.651 b	b		21.967 a	18.793 a	15.020 a		
	900	44.120 b	44.447 b	b		24.233 a	18.360 a	15.630 a		

¹Días después del almacenamiento en refrigeración, ²Pérdida fisiológica de peso, ³Sólidos solubles totales;

⁴Acidez titulable; ⁵Relación sólidos solubles totales/ácidez titulable. Letras iguales en cada columna no son estadísticamente iguales

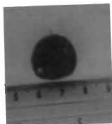
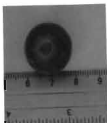
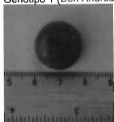
A2. Resultado de la prueba de medias para las variables fisiológicas: Pérdida fisiológica de peso, color, sólidos solubles totales, acidez titulable, relación sólidos solubles totales/ácidos titulable (SST/AT) y firmeza en frutos con diferentes concentraciones de 1-MCP (0, 300, 600 y 900 ppm) almacenados durante 10 días en refrigeración.

Variable	1-MCP (ppm)	DDA ¹		DDA	
		1	2	Variable 1	2
PPF ²	0	0.000	2.049 a ³	SST ³	9.267 a
	300	0.000	2.191 a		10.467 a
	600	0.000	2.572 a		9.133 a
	900	0.000	2.134 a		10.067 a
Luminosidad	0	48.710 a	48.160 a	AT ⁴	0.335 a
	300	51.510 a	49.770 a		0.291 ab
	600	50.240 a	50.470 a		0.268 b
	900	49.480 a	46.340 a		0.268 a
Matiz	0	96.880 a	98.340 a	RSST/AT ⁵	27.645 b
	300	102.990 a	99.000 a		39.031 a
	600	99.240 a	99.770 a		34.059 a
	900	98.340 a	99.010 a		37.540 a
Índice de saturación	0	49.120 b	48.680 b	Firmeza	12.970 a
	300	54.470 a	50.410 a		15.100 a
	600	55.980 a	53.250 a		14.140 a
	900	50.050 b	46.930 a		14.780 a

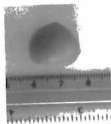
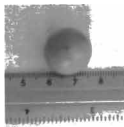
¹Días después del almacenamiento en refrigeración; ²Pérdida fisiológica de peso; ³Sólidos solubles totales; ⁴acidez titulable; ⁵Relación sólidos solubles totales/ácidez titulable. Letras iguales en cada columna no son estadísticamente iguales

A3. Genotipos utilizados en la Fase 2

Genotipo 1 (Don Andrés)



Genotipo 2 (Bonito)



Genotipo 3 (Yareli)

