

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

**Instituto de Ciencias Agrícolas
Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias**



**EFECTO DE VARIEDADES Y ÁCIDO NAFTALENACÉTICO
EN LOS PARÁMETROS DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD
EN MELONES CATALOUPE Y HONEYDEW**

TESIS

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS AGROPECUARIAS**

PRESENTA

FELIPE MENCHACA CEJA

DIRECTORA

DRA. CRISTINA RUÍZ ALVARADO

CO-DIRECTOR

DRA. BARBARA J. TERUEL MEDEROS

MEXICALI, BAJA CALIFORNIA

Mayo, 2018

La presente tesis “Efecto de variedades y ácido naftalenacético en los parámetros del rendimiento y calidad en melones *Cataloupe* y *Honeydew*” realizada por el C. Felipe Menchaca Ceja, dirigida por la Dra. Cristina Ruíz Alvarado, ha sido evaluada y aprobada por el comité particular abajo indicado, como requisito parcial para obtener el grado de:

Doctor en Ciencias Agropecuarias

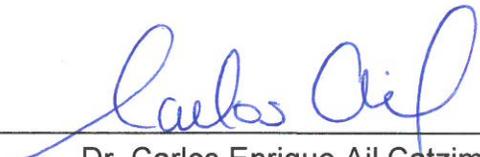
Comité Particular



Dra. Cristina Ruíz Alvarado
Directora de Tesis



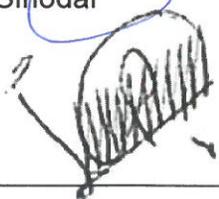
Dra. Barbara J. Teruel Mederos
Co-directora de Tesis



Dr. Carlos Enrique Ail Catzim
Sinodal



Dra. Rosario Esmeralda Rodríguez González
Sinodal



Dr. Leopoldo Partida Ruvalcaba
Sinodal

DEDICATORIA

Mi madre **Margarita Ceja Orozco**, que con su trabajo y ejemplo de vida demostró ser una gran mujer y una gran persona.

Mis hermanos: **Mario Menchaca Ceja** y **Karla Mariela Menchaca Ceja**, por el apoyo que mediaron durante todo el periodo profesional.

Javier Velazco Moya, que siempre estuvo al pendiente.

A la familia, **Alberto Lara Menchaca**, **Ana-María Menchaca Ochoa**, **Delfina Ahumada**. Ellos me ayudaron en momentos muy críticos, gracias por su cariño y en general a toda mi familia.

A la familia Ceja López (**Leticia, Fidel, Francisco, Alejandro**).

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la vida, por permitir terminar una etapa más en mi vida.

A mi familia que tanto creyó en mí, familia Menchaca y familia Ceja.

A la Universidad Autónoma de Baja California, Unidad Académica de Instituto de Ciencias Agrícolas por la oportunidad de realizar este estudio.

A CONACyT por el apoyo económico.

Agradezco muy especial al Dr. **Alejandro Manelik García López**, Dr. **Leopoldo Partida Ruvalcaba** y Al Dr. **Auri Brackmann**, por la orientación y enseñanza en todos los aspectos.

A la Dra. **Cristina Ruiz Alvarado** Incondicional que medio en todo el programa del doctorado.

Al Dr. **Carlos Enrique Ail Catzim**, Dra. **Esmeralda Rodríguez** por formar parte de mi aprendizaje y del comité tutorial de tesis.

A **Mario Corro Plasencia** por el apoyo de las semillas de melón y consejos.

A **Sandra Rojas** por el apoyo en coordinación de posgrado.

Al Dr. **Manuel Cruz Villegas** por todo el apoyo y conocimientos que me brindo en mi periodo doctoral.

A mis amigos del Instituto de Ciencias Agrícolas, Ramón Luck y su esposa. **Juan José García Gerardo**, y a todos que de corazón estuvieron siempre conmigo.

A **Gabriel Favela Delgado** y a su familia por la confianza.

A mis amigos que estuvieron en el servicio social, Francisco, Paola, Fello, Rosi, Bella, Karina.

A mis amigos de Brasil, **Fabio Thewes**, **Rogério Anese**, **Maryelle Aguiar**, **Ani Mainardi**, **Luana**, **Erani**, **Magno**, **Lucas**, **Mairane Comiran**, **Rai Schwalbert**.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Comité particular.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	viii
RESUMEN GENERAL.....	x
GENERAL ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
1.1. Problema.....	4
1.2. Justificación.....	4
I. HIPÓTESIS.....	5
III. OBJETIVOS.....	5
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
4.1. Generalidades del melón.....	6
4.2. Taxonomía del melón.....	6
4.3. Morfología del melón.....	7
4.3.1. Descripción del fruto de melón.....	7
4.4. Variedades de melón.....	8
4.5. Manejo del cultivo.....	8
4.5.1. Preparación del suelo.....	8

4.5.2. Siembra.....	8
4.5.3. Riegos.....	9
4.5.4. Consideraciones del cultivo del melón.....	9
4.6. Características de calidad.....	10
4.6.1. Calidad de meló.....	10
4.6.2. Firmeza.....	11
4.6.3. Sólidos solubles totales.....	12
4.6.4. Compuestos volátiles.....	12
4.7. Reguladores de crecimiento.....	13
4.7.1. Auxinas.....	13
4.8. Sensores para medir compuestos aromáticos.....	14
4.8.1. E- zNose.....	14
4.8.2. Sistema de 7100 zNose.....	14
4.9. Análisis multivariados.....	16
4.9.1. Análisis de componentes principales.....	17
V. Artículo 1: RENDIMIENTO Y PARAMETROS DE CALIDAD EN CULTIVARES DE MELÓN (<i>CUCUMIS MELO L.</i>) TIPO CANTALOUPE Y HONEY DEW.....	18
5.1. RESUMEN.....	18
5.2. ABSTRACT.....	19
5.3. INTRODUCCIÓN.....	19
5.4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
5.4.1. Variables de campo evaluadas.....	22
5.4.2. Variables de laboratorio.....	22
5.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
5.7. CONCLUSIONES.....	29

5.8. LITERATURA CITADA.....	30
VI. Artículo 2: RELACIÓN DEL ÁCIDO NAFTALENÁCETICO EN COMPONENTES DE CALIDAD DE MELÓN CANTALOUPE (<i>CUCUMIS MELO L</i>).....	34
6.1. RESUMEN.....	34
6.2. ABSTRACT.....	35
6.3. INTRODUCCIÓN.....	35
6. 4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	37
6.4.1. Establecimiento experimental.....	37
6.4.2. Experimento de laboratorio.....	38
6.4.2. Análisis estadístico.....	39
6.5. RESULTADOS.....	40
6.6. DISCUSIÓN.....	42
6.7. CONCLUSIONES.....	43
6.8. LITERATURA CITADA.....	44
7. CONCLUSIONES GENERALES.....	52
VIII. LITERATURA GENERAL EN INTRODUCCIÓN.....	53

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

1.	Artículo 1. Parámetros de rendimientos (frutos abortados, peso de frutos, rendimiento, longitud ecuatorial y longitud polar) en melones de tipo <i>Honeydew</i> y tipo <i>Cantaloupe</i>	24
2.	Artículo 1. Parámetros de calidad (firmeza, tono, SST) en melones de tipo <i>Honeydew</i> y tipo <i>Cantaloupe</i>	25
3.	Artículo 2. Influencia de tres tratamientos de ácido naftalenacético sobre luminosidad (L), cromaticidad (C), y ángulo de color (°Hue) en frutos de dos cultivares de melón.....	49
4.	Artículo 2. Influencia de tres tratamientos de ácido naftalenacético sobre la firmeza (N), sólidos solubles totales (SST), peso de frutos, longitud ecuatorial (LE) y longitud polar (LP) en frutos de dos cultivares de melón.....	50
5.	Artículo 2. Influencia de tres tratamientos de ANA sobre los compuestos volátiles (Isobutirato de etilo, Propionato de etilo, Acetato de etilo, Hexanoato de etilo, E-2 Nonenal) en frutos de dos cultivares de melón.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

1.	Válvula de la nariz electrónica.....	15
2.	Inyector de la nariz electrónica.....	16
3.	Artículo 1. Diagrama de dispersión de los cultivares en melones tipo <i>Cantaloupe</i> y <i>Honeydew</i> : (L-p) Longitud polar, (L-E) longitud ecuatorial, (P) peso, Sólidos solubles totales (SST), Firmeza (F), luminosidad (L), Cromaticidad (C), Coordenadas de a y b, y ángulos Hue (°H).....	28
4.	Artículo 2. Diagrama de dispersión de tres dosis de ANA, 0.1 (T1-Na), 0.2 (T2-Na) y 0.4 mg L ⁻¹ (T3-Na) sobre parámetros de calidad y compuestos volátiles (Sólidos solubles totales, Firmeza, Acetato de butilo -AB, Propionato de etilo-PE) en frutos de melón ' <i>Navigator</i> '.....	50
5.	Diagrama de dispersión de tres dosis de ANA, 0.1 (T1-T), 0.2 (T2-T) y 0.4 mg L ⁻¹ (T3-T) sobre parámetros de calidad y compuestos volátiles (Sólidos solubles totales, Firmeza, Acetato de butilo -AB, Propionato de etilo-PE) en frutos de melón.....	52

LISTA DE ABREVIATURAS

Hd	<i>Honeydew</i>
Ctp	<i>Cantaloupe</i>
Thunb	<i>'Thunderbird'</i>
ANA	Ácido naftalenacético
Nav	<i>'Navigator'</i>
ACP	Análisis de componentes principales
F1, F2	Factores
SST	Sólidos solubles totales
E-Nose	Nariz electrónica
SAW	Surface acoustic wave (superficie de onda acústica)
BE	Butanoato de etilo
AE	Acetato etilo
4-ACF	4- ácido clorofenoxi acético
ACC	1- Aminociclopropeno -1- carboxilasa
	E,Z- 2,6 nonadienal
	Z, 6 nonel-1-Oi
	Z,Z-3,6 nonadien-1-ol
L-E	Longitud ecuatorial
L-P	Longitud polar
mm	Milímetro
mg	Miligramo

kg	Kilogramo
G	Gramo
Ng	Nano gramo
t	Tonelada
ha	Hectárea
N	Newton
DDS	Días después de la siembra
DDF	Días después de floración
L	Luminosidad
C	Cromaticidad
°Hue	Ángulo Hue
GC	Cromatografía de gases
UABC	Universidad Autónoma de Baja California

RESUMEN GENERAL

Se realizaron dos experimentos: el primero fue con el objetivo de evaluar cultivares de melón tipo *Cantaloupe* y *Honeydew*, además de correlacionar las variables de respuesta con los genotipos usados, las variables utilizadas fueron: longitud polar, longitud ecuatorial, peso del fruto, rendimiento por ha⁻¹, así como, variables de calidad, sólidos solubles totales (SST), firmeza en Newton (N), luminosidad (L), cromaticidad (C), coordenadas a y coordenada b, además del tono (°Hue) de pulpa como indicador de color. Mientras que el segundo experimento fue con el objetivo de determinar la influencia del ácido naftalenacético en la calidad y en rendimiento del melón tipo *Cantaloupe* 'Navigator' y 'Thunderbird'.

Este trabajo se realizó en el campo experimental del Instituto de Ciencias Agrícolas (UABC) de Baja California México. Se trasplantaron plantas de melón tipo *Cantaloupe* y *Honeydew* para el primer experimento, mientras para el segundo experimento solo se utilizaron plantas de melón 'Navigator' y 'Thunderbird' a una distancia de 0.30 m entre plantas en camas de 2.0 m de ancho y 50 m de largo en los dos trabajos.

Se estableció un diseño completamente al azar para cada cultivar y un análisis multivariado con componentes principales. Para el primer experimento los melones de tipo *Cantaloupe* como 'Samoa', 'Pitayo' y 'Rio dulce', en su mayoría, fueron los que presentaron mayor rendimiento de frutos con 71.04, 61.84 y 59.16 toneladas respectivamente. Por otra parte las variedades 'Dreamdew', 'HMX9603', 'Melosso' y 'Summerdew' de tipo *Honeydew* presentaron rendimientos bajos con 58.10, 46.16, 24.38 y 49.06 toneladas.

En el segundo experimento, se evaluaron cuatro tratamientos, que correspondieron a tres dosis de ácido naftalenacético (ANA) (0.1, 0.2 y 0.4 mg L⁻¹) más un testigo absoluto (0.0 mg L⁻¹). Los resultados de las variables de calidad y de rendimiento están relacionados a los genotipos. Por otra parte, el ANA con dosis de 0.4 mg L⁻¹ influyó significativamente comparado con el testigo en la variable de firmeza con valores de 42.980 de fuerza Newtons, mientras que para SST la dosis de 0.1 mg L⁻¹ presentó mejor respuesta con valores de 13.628 (°Brix) en comparación a los frutos que solamente recibieron agua con valores de 12.380 °Brix. En la variable de peso de melones no presentaron diferencias significativas en comparación a las plantas consideradas como testigo.

La dosis 0.2 mg L⁻¹ de ANA incrementó la concentración de propionato de etilo con valores de 867.0 Cts para los frutos '*Navigator*', mientras que para los frutos '*Thunderbird*' no presentó diferencias. En el compuesto aromático de acetato de butil, para los frutos '*Navigator*' no presentó diferencias entre los tratamientos utilizados, sin embargo, para los frutos '*Thunderbird*' en los tratamientos 0.1, 0.2 y 0.3 mg L⁻¹ presentaron diferencia estadística con valores de 1504.0, 1240.0 y 1314.5 Cts respectivamente. Esto indica que las respuestas de los frutos dependen de las dosis, variedades y genotipos.

GENERAL ABSTRACT

Two experiments were carried; to evaluate Cantaloupe and Honeydew melon cultivars. In addition to the correlation of the response variables with the genotypes used, the variables used were, polar length, equatorial length, fruit weight, (N), luminosity (L), chromaticity (C), coordinate a and coordinate b in addition to the tone ($^{\circ}$ Hue) of the pulp as a color indicator. While the second experiment was aimed at determine the influence of NAA on the quality and performance components of *Cantaloupe* melon '*Navigator*' and '*Thunderbird*'.

This work was carried in the experimental field of the Institute of Agricultural Sciences (UABC). They were sown of *Cantaloupe* and *Honeydew* type plants for the first experiment, while for the second experiment, only '*Navigator*' and '*Thunderbird*' melon plants were used, all at a distance of 0.30 m between plants in beds 2.0 m wide and 50 m long on two works. A completely randomized design was established for each cultivar; a multivariate analysis with principal components was also used. For the first experiment, the fruits of the *Cantaloupe* type, such as '*Samoa*', '*Pitayo*' and '*Sweet River*', in the majority, were the ones that presented the highest fruit yield. On the other hand the, varieties of *Honeydew* type showed low yield with respect to the cultivars used.

In the second experiment, four treatments were evaluated which corresponded to three of NAA (0.1, 0.2 and 0.4 mg L⁻¹) plus an absolute control (0.0 mg L⁻¹). The results of the quality and yield variables are related to the genotypes. On the other hands, the NAA dose of 0.4 mg L⁻¹ had a significant influence compared to the control, in firmness variable with values of 42,980 Newton force, while for SST the dose that showed the best response was 0.1 mg L⁻¹ with values of 13,628 $^{\circ}$ Brix in

comparison with fruits that only received water with values 12,380 °Brix. In the weight variable of fruits, they not showed significant difference in comparison with the plus fruit.

The dose 0.2 mg L⁻¹ of NAA increased the concentration of ethyl propionate with values of 867 Cts for the '*Navigator*' fruits, while for the '*Thunderbird*' fruits no present differences. In the aromatic compound of butyl acetate for the '*Navigator*' no showed differences between the treatments used, however for de '*Thunderbird*' fruits, in the treatments 0.1, 0.2 and 0.3 mg L⁻¹ showed differences with values of 1504.0, 1240.0 and 1314.5 Cts respectively. This indicate that the response of fruits depend on the dose, varieties and genotypes.

I. INTRODUCCIÓN GENERAL

La producción mundial del cultivo del melón (*Cucumis melo* L.) en el año 2016 fue de aproximadamente 31 millones de toneladas (FAOSTAT, 2016), por otra parte, en México en el ciclo agrícola se obtuvo poco más de 520 mil toneladas (SIAP, 2016). Estos datos indican que México es uno de los países con mayor producción de esta hortaliza. En la región de Baja California en el mismo año se obtuvo poco más de 1476.03 toneladas, con un valor de casi 6 millones de pesos, siendo esta fruta consumida y aceptada por las personas que viven en dicho estado (SIAP, 2016). Además, poseer una alta rentabilidad que se obtiene cuando los diferentes factores se manejan adecuadamente y así cumplir objetivos que permitan generar una gran cantidad de empleos a mediano y largo (Suset, 2009).

Los cultivares de melón que se producen en México son de tipo *Cantaloupe* y *Honeydew*. La cultura de este fruto se expande rápidamente en las regiones semi-áridas del sur de México, los estados de Coahuila, Michoacán, Guerrero y Sonora ocupan más del 50% de la producción nacional (SIAP, 2016).

Las variedades de melón que pertenecen al grupo de los *Cantaloupe* poseen forma esférica, red intensa, pulpa de coloración salmón, intensa aroma y peso promedio que varía entre 700 a 1200 g (Nicolas *et al.*, 1989; Torres, 1997). Además, poseen una calidad comercial aceptable, alto valor nutritivo y una excelente fuente de vitamina A. Los sólidos solubles totales son usados como índice de clasificación en melones, de acuerdo con su grado de dulzura, los frutos con menor de 9 °Brix son considerados no comerciables y 9 a 12° son comerciables (Gorgattineto *et al.*, 1994).

Rodov *et al.* (2002) mencionan que este tipo de melón tiene un pronunciado comportamiento climatérico, siendo que en pocos días después de la cosecha, el fruto cambia rápidamente a una maduración con ablandamiento excesivo de la pulpa con presencia de coloración anaranjado, deterioro del *flavor*, deterioro de azúcares y presencia de patógenos (Uzogara, 2000). De acuerdo con Kader

(1992), el deterioro de los productos cosechados es generalmente proporcional a la tasa de respiración.

Por otra parte, la calidad de los melones *Honeydew* está determinada por la cantidad de sólidos solubles totales, la cual debe de ser igual o mayor a 10 °Brix (*United National Commission for Europe, 2006*). Portela y Cantwell (1998) reportan que un cambio pequeño en el contenido de azúcar en melones completamente maduros es detectado durante periodos de almacenamiento. Además, se sabe que la pérdida de la firmeza es uno de los factores limitantes de la calidad, y aceptabilidad de una vida anaquel de frutas y hortalizas. Durante la maduración, el melón rápidamente pierde firmeza (*Aggelis et al., 1997*). La pérdida de la textura es relacionada con la pérdida de la presión de la turgencia del tejido, degradación de la membrana celular (*Brummell, 2006*).

Los melones muestran una alta diversidad en el desarrollo de la maduración, incluyendo genotipos climatéricos y no climatéricos (*Flores et al., 2002; Beaulieu, 2005*). Comercialmente los melones climatéricos tienen una corta vida anaquel y niveles de aroma altos que los melones no climatéricos, porque sus compuestos aromáticos son producidos por una vía dependiente de etileno. Sin embargo, existen dos rutas, una dependiente y otra independiente del etileno en melón (*Flores et al., 2002*).

Alrededor de 240 compuestos aromáticos han sido identificados en melones tipo *Cantaloupe* (cerca de la mitad son ésteres y el resto son compuestos derivados de sulfuro, aldehídos y alcoholes) (*Beaulieu y Grimm, 2001; Fallik et al., 2001; El-Sharkawy et al., 2005; Kourkoutas et al., 2006*). Por el contrario, en tipos no climatéricos muestra 42 compuestos aromáticos identificados en melones Hami (*Moshonas et al., 1993*).

Los reguladores de crecimiento de las plantas son ampliamente utilizados en la horticultura para activar el crecimiento y mejorar la producción mediante el incremento del número, tamaño y cuajado de fruto, además mejora en el crecimiento vegetativo y los atributos de la producción, además pueden

incrementar la productividad del cultivo. La cosecha en los sistemas hortícolas es a menudo dependiente de la manipulación de las actividades fisiológicas del cultivo por medio de productos químicos (Yeshitela *et al.*, 2004). Las hormonas exógenas de las plantas controlan los procesos fisiológicos y bioquímicos de las plantas (Kader, 2002). El ANA es un regulador de crecimiento conocido para estimular el crecimiento, desarrollo, procesos fisiológicos y bioquímicos de la planta (Ravi Kher *et al.*, 2005). Kano (2002) estudiaron la influencia de 4-ácido clorofenoxiacético (4-ACF) en la acumulación de sucrosa y tamaño de la célula del fruto del melón donde fue mayor los frutos tratados que los del testigo.

El procedimiento para identificar y cuantificar compuestos volátiles en los productos agrícolas puede ser complicado y de elevado costo (Vázquez *et al.*, 2003). Una alternativa es utilizar técnicas instrumentales como cromatografía de gases con viales o cromatografía de gases combinado con espectrometría de masas que puede ser usado para identificar y cuantificar componentes aromáticos de forma individual. Sin embargo, esta técnica es una alternativa que consume tiempo y de un alto costo además requiere de personal con habilidades para operar el equipo e interpretar los resultados de los análisis (Vázquez *et al.*, 2003). La nariz electrónica (E-nose) es una tecnología que tiene un potencial de explorar información en el desarrollo de los aromas, además de evaluar la maduración y vida anaquel de los frutos. El E-nose ofrece una rápida medición tanto con muestras no destructivas como destructivas para los compuestos volátiles de los frutos (McKellar *et al.*, 2005).

Los análisis de componentes principales pueden ser una herramienta útil para la diferenciación rápida de los compuestos aromáticos de las frutas y hortalizas basado en la comparación de los perfiles de compuestos volátiles (Chai *et al.*, 2012 y D`Agostino *et al.*, 2015).

1.1 Problema

A pesar de tratarse de un producto con excelente calidad, la vida útil de este tipo de melón es un reto y mantenerlos a una temperatura ideal es un procedimiento limitado.

La ampliación de la oferta en el mercado interno del melón y la recuperación de las exportaciones requieren evaluar cultivares de reciente creación, incluyendo aquellos de interés para nuevos mercados. Para esto es necesario investigar los factores de producción más apropiados y desarrollar nuevas tecnologías y estrategias, que ayude a potencializar el producto interno.

1.2. Justificación

La satisfacción del consumidor de frutos de melón depende de un conjunto de factores, esto incluyen una demanda que ésta en aumento tal como, el color de la piel y pulpa, firmeza, un balance de los azúcares y aromas, este último depende de los compuestos volátiles que son producidos durante la maduración o de la vida anaquel. Mientras tanto, las tecnologías aplicadas en campo, así como dosis de ANA u otros reguladores ayudan a mejorar el rendimiento y la calidad de los frutos.

Actualmente se desconoce el efecto que produce ANA en los parámetros de rendimiento y calidad de los frutos de melón '*Navigator*' y '*Thunderbird*'. Además de la caracterización del rendimiento y calidad de los genotipos *Cantaloupe* y *Honeydew*.

II. HIPÓTESIS

Los parámetros de crecimiento y calidad dependen de los cultivares y genotipos de cada fruto de melón.

El ANA hace que los frutos de melón mejore la calidad y el rendimiento cuándo se aplican dosis de 0.3, 0.6 y 1.2 mg. L⁻¹ de agua en la etapa de floración de las plantas de melón '*Thunderbird*' y '*Navigator*'.

Las aplicaciones de ANA afectan la producción de compuestos volátiles y calidad físico-química de los frutos de melón.

III. OBJETIVOS

- Determinar parámetros de crecimiento y calidad de melones tipo *Cantaloupe* y tipo *Honeydew*
- Determinar la respuesta que induce el ANA en la firmeza, sólidos solubles totales, y color de la pulpa en melón con dosis de 0.3 mg.L⁻¹, 0.6 mg.L⁻¹, 1.2 mg.L⁻¹.
- Determinar el efecto que induce el ANA en el tamaño, peso y compuestos volátiles de frutos de melón tratados con 0.3 mg.L⁻¹, 0.6 mg.L⁻¹, 1.2 mg.L⁻¹.
- Conocer la dosis de ANA que mejor efecto ocasionen en la calidad de los frutos de melón '*Thunderbird*' y '*Navigator*'.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Generalidades del melón

La producción en el mundo en el año 2016 del melón (*Cucumis melo* L.) fue de aproximadamente 31 millones de toneladas (FAOSTAT 2016), mientras que la producción cubre prácticamente la demanda de esta hortaliza en el mercado interno, tanto en la exportación como la importación.

En México, en el ciclo agrícola 2017, se produjeron más de 560 mil toneladas (SIAP, 2017). Estos datos indican que es uno de los países más productores de esta hortaliza. Específicamente en la región de Baja California, donde hay un alto consumo, se obtuvieron poco más de 2442.47 mil toneladas, representando un valor de casi 9 millones de pesos. Este resultado es gracias a que esta hortaliza es consumida y aceptada por las personas que viven en dicho estado (SIAP, 2017). Además, poseer una alta rentabilidad que se obtiene cuando los diferentes factores se manejan adecuadamente y así cumplir objetivos que permitan generar empleos a mediano plazo y largo plazo (Suset, 2009).

4.2. Taxonomía del melón

División	Plantae
Subdivisión	Spermatophyta
Clase	Magnoliophyta
Subclase	Metachlamidae
Orden	Magnoliopsida
Familia:	Cucurbitales
Género	Cucumis L.
Especie	Melo L.

(Robinson y Decaer-Walters, 1997).

4.3. Morfología del melón

El melón es una planta anual de las familias de las *cucurcitacea*, es una planta que tiene tallos rastreros, herbáceos, pubescentes y largos, terminados en zarcillos que le permiten trepar. Las hojas son grandes, de forma ovalada, pecioladas y en disposición alterna. Sus flores son unisexuales, encontrándose de ambos géneros, masculinos y femeninos, en la misma planta. Las flores femeninas tienen ovario ínfero y dan lugar a frutos más o menos voluminoso, esférico o alargado y lisos. La pulpa de los frutos es azucarada y de color rosa, amarillento o encarnado. Las semillas, alojadas en el interior de la pulpa, son aplastadas, de forma oval y color que van de blaquecinomarrón, al negro intenso (Robinson y Decaer-Walters, 1997).

Las hojas pueden variar de forma de unas variedades a otras, están cubiertas de fina pelusa, lo mismo que los tallos, y son ásperas al tacto, son grandes, de limbo redondeado con 3 o 4 lóbulos y algo onduladas en el borde.

Las flores son unisexuales en el mismo pie, masculinas y femeninas. Las masculinas son pequeñas y se encuentran agrupadas en número de 3 a 5; son las primeras en aparecer, las flores masculinas son mayores que las femeninas (Peñaloza, 2001).

El fruto es variable en forma, tamaño, y color dependiendo de la variedad. La superficie puede ser lisa, azucarada o verrugosa y el color blanco-amarillento, verde o moteado (Peñaloza, 2001).

Las semillas, contenidas en el interior del fruto, son aplastadas, lisas y de color amarillento o blanquecino (Peñaloza, 2001).

4.3.1. Descripción del fruto de melón

El melón *Cantaloupe*, es un fruto aromático, carnoso y de pulpa color naranja. Presenta un corto tiempo de desarrollo, del cual se distinguen la división celular, desarrollo de semillas, elongación y madurez (Salunkhe y Desai, 1984). En los primeros estadios de crecimiento de los frutos, el contenido en azúcares totales es escaso y está formado principalmente por fructosa y glucosa. A medida que los

frutos de melón van madurando, el contenido en azúcares se va incrementando hasta superar el 97% de los sólidos solubles, siendo la sacarosa el hidrato de carbono más importante con más del 50% del total de éstos (Borrego, 2001).

4.4. Variedades de melón

Charentais, Piel de sapo, Amarillo, Zuela, Rochet, Tendral, Kurkash, Hidir, Alficoz, Branco do Ribatejo, Cantaloupe, Honeydew, Sweet Ananas (Cortés, 1997).

4.5. Manejo del cultivo

4.5.1. Preparación del suelo

La preparación del terreno en el caso de cultivo acolchado difiere poco de la preparación que se hace cuando el cultivo es a suelo libre. Tanto en un caso como en otro, el fundamento de esta labor es mejorar la estructura del suelo, adecuándolo para que las semillas encuentren las condiciones óptimas para su germinación y posterior desarrollo. El suelo suele prepararse a finales de otoño, con una labor profunda de 30 a 40 cm, el objetivo es, favorecer el desarrollo radicular y que se acumulen reservas de agua cuando la siembra se está realizando en seco. Una de las prácticas, es preparar el suelo e incorporar estiércol

y parte de los abonos fosfopotásicos. Esta operación se puede realizar con un arado bisurco. Posteriormente, hacia el mes de febrero, se dan dos pases de grada con el fin de romper la capa superficial, destruir gran número de malas hierbas e incorporar el estiércol, si no se hizo en la labor anterior, en los primeros días de marzo, sobre todo, en aquellas zonas en donde la temperatura media se aproxima a los 12 °C, se incorpora resto de abonos minerales, y se marca el terreno para la siembra, procediendo enseguida al acolchado, en su caso.

4.5.2. Siembra

La siembra del cultivo en el suelo, debe realizarse en aquellos días en que la temperatura media alcance de los 12 a los 14 °C, tanto para el melón como para la sandía. Estas temperaturas suelen realizarse aproximadamente en febrero hacia mediados de marzo, quedando la germinación y el desarrollo posterior de la planta

a merced del clima de los días posteriores. El cultivo acolchado, tiene la ventaja se adapta fácilmente cuando la temperatura es óptima y, por tanto, se puede adelantar también algunos días fechas de siembra; esto equivale a poder sembrar hacia primeros de febrero, dependiendo de las condiciones de tiempo y del estado del terreno. La siembra se realiza mecánicamente y al mismo tiempo acolchado se montan sobre un mismo trabajo. Como máquina sembradora se puede utilizar cualquiera de las actividades agrícolas y es necesario usar plato o disco adecuado para conseguir la distancia oportuna entre golpes de siembra y depositar el número de semillas requerido por golpe.

4.5.3. Riego

Cuando se trata del cultivo en melón, los riegos dependerán de la fecha de siembra y requerimientos de las plantas, utilizando cada vez suficiente cantidad de agua para que el terreno quede bien empapado. Los riegos deben darse por la mañana o bien por el atardecer, cuando la temperatura de la tierra ha descendido un poco, aproximándose a la del agua. En ningún caso se mojarán los tallos, ya que esto puede originar graves enfermedades. Los riegos excesivos dan frutos de menor sabor y producen su agrietado. Los riegos efectuados durante la floración son perjudiciales por producir el corrimiento de las flores o una mala fecundación de las mismas. También deben acortarse los riegos cuando la vegetación es demasiado vigorosa. No son recomendables los riegos por aspersion. Entre dos y tres riegos, dados a tiempo, son suficientes, en la generalidad de los casos, para el normal desarrollo y maduración de los frutos. El melón necesita riegos más frecuentes, normalmente entre cuatro y seis horas. En la época de maduración conviene distanciar más los riegos, pero no suprimirlos (Abarca, 2017).

4.5.4. Consideraciones del cultivo del melón

Las semillas de plantas suelen germinar a los cinco o seis días después de sembradas y, en el caso de haber realizado acolchado plástico, permanecen debajo de él hasta que alcanzan el desarrollo suficiente para rozarlo; para que esto ocurra, lo más tarde posible, el surco de siembra debe ser profundo y que sea compatible

con la germinación. De esta forma se mantiene la planta protegida el máximo tiempo, en relación con los riesgos climáticos. Una vez que la planta está lo suficientemente crecida, lo que suele coincidir a los quince o veinte días de la nacencia, se procede a abrir el plástico alrededor de las plantas y en la parte que éstas van a tocarle, practicando en él una abertura de 10 ó 12 cm de diámetro, operación que suele realizarse con una navaja, cuchilla u otro objeto cortante. Realizada esta operación, se puede efectuar un aclareo, dejando dos semillas por golpe, de las cuales, una se eliminará posteriormente en la reposición de mallas. Alrededor de la planta definitiva se realiza un ligero aporcado con tierra del surco, con el fin de que la pérdida de humedad sea la menor posible y de que los bordes del plástico, al quedar sujetos por la tierra, no dañen a las plantas jóvenes cuando estas son movidas por el viento

4.6. Características de calidad

La calidad de un producto es muy importante para los consumidores y comerciantes, además se debe de evaluar para el supermercado. La calidad de las frutas y hortalizas es clasificada por todos los consumidores independientemente de su ingreso. La calidad de consumo es una combinación de diversas características, atributos y propiedades que hacen que un alimento se disfrute, los consumidores opinan que la apariencia y la frescura son los parámetros más importantes al inicio de la compra. Ellos seleccionan productos de tamaño, color, forma y firmeza. Estas variables son criterios de calidad importantes, aunque el color varía con el producto y la variedad. Sin embargo, existen otras propiedades de calidad de los frutos, como el olor característico deseable pues indica madurez y refleja calidad de consumo (Kader, 2007).

4.6.1. Calidad de melón

El melón es una hortaliza altamente apreciada en la dieta y en la mesa de cualquier país del mundo, ya que puede ser utilizada para el consumo fresco, postre, ensalada de frutas y jugos. Para que sea considerada esta hortaliza por el mercado y el consumidor, es necesario que cuente con tamaños adecuados, sabor dulce,

color atractivo a la vista y además, que mantenga sus características organolépticas por mucho tiempo (Kader, 2007).

El tamaño del fruto es importante, no solamente por ser un componente de la producción, sino también porque determina la aceptación del consumidor permitiendo proveer un producto de mejor precio, esto se alcanza cuando se cultivan en la época de lluvia (Monje, 2011). Sin embargo, varios factores influyen en la forma del fruto, peso, cavidad central pulpa y producción, todos estos son caracteres de importancia en el melón (Montaño y Méndez, 2009). Por lo que su evaluación es de gran interés en todo el trabajo de investigación.

4.6.2. Firmeza

Para los procesos de poscosecha, las propiedades mecánicas de las frutas y hortalizas resultantes de los ensayos reológicos e investigación se deben considerar métodos que permitan obtener adaptación, diseño, optimización de sistemas de un empaque, transporte, manejo del producto y un control de daño mecánico (Chávez y Franco, 1996). Los daños mecánicos en los melones son reconocidos como una de las principales características texturales del producto, ya que tiene notables implicaciones con la respuesta sensorial a la masticación (Bourne, 2002; Singh y Reddy, 2006).

La firmeza es la resistencia de un material a la deformación o penetración, y cada material se caracteriza por una curva de deformación en respuesta a niveles variables de fuerza o presión (Fekete, 1994). El grado de firmeza de una fruta u hortaliza cambia con el avance del proceso de maduración del fruto (Hernández *et al.*, 2005).

Algunos investigadores consideran la firmeza de un fruto como una característica textural que significa la calidad interna e externa del producto. La firmeza junto con la determinación de otras características físico-químicas, representan un parámetro importante en la evaluación objetiva en la calidad de frutos (Shmulevich *et al.*, 2003; Konopack y Plochanski, 2004).

4.6.3. Sólidos solubles totales

La dulzura del melón es uno de los principales parámetros de la calidad, además, la evaluación del valor de comercialización en melones refleja la concentración de tres tipos de azúcares principales, es decir sacarosa, glucosa y fructosa en la pulpa (Li *et al.*, 2006). El contenido de sólidos solubles totales se utiliza comercialmente como índice de calidad de las frutas y algunas hortalizas porque tiene alta correlación positiva con el contenido de azúcar. Más del 97% de los sólidos solubles totales en los frutos de melón son azúcares solubles, de los cuales la sacarosa es el azúcar predominante en los frutos maduros, lo que representa el 50% de los azúcares totales (Pharr, 1994).

4.6.4. Compuestos volátiles

El aroma de las frutas y hortalizas es uno de los parámetros que más influyen en la preferencia del consumidor y es el resultado de una mezcla compleja con amplia gama de compuesto grado de volatilidad. Una importante contribución al aroma característico de la fruta y a la percepción de su calidad general depende de los ésteres y en cierta medida de los compuestos azufrados (Verzera *et al.*, 2010; Bauchot *et al.*, 1998; Lucchetta *et al.*, 2007). Todos ellos están considerados como contribuidores del aroma del melón, pero ningún compuesto específico parece ser clave en su aroma (Shalit *et al.*, 2001; Kourkoutas *et al.*, 2005).

En los melones climatéricos, el aroma y derivados a los volátiles es un factor esencial de calidad vinculado al proceso de maduración y está controlado genéticamente (Nuñez *et al.*, 2008).

Algunas de las variedades climatéricas de melón (*Galia*, *Charentais*, y *Ananas Cucumis melo* L.), son considerados altamente aromáticas, habiéndose identificado aproximadamente 240 compuestos volátiles (Nijessen *et al.*, 1996; Kourkoutas *et al.*, 2005; Lamikanra, 2002).

Buttery *et al.* (1982), reportaron el límite de olor en un compuesto de 5 ng por kg en agua, el cual identificaron al (Z)-6-nonen-1-ol, (Z)-6- acetato de nonenilo y (Z,Z)-3,6, acetato de nonadienilo en melón *Honeydew*.

4.7. Reguladores de crecimiento

Reguladores de crecimiento de las plantas son ampliamente utilizados en la horticultura, esto es con la finalidad de activar el crecimiento y mejorar la producción mediante el incremento del número, cuajado y tamaño del fruto. Además, mejoran el crecimiento vegetativo y los atributos de la producción pueden incrementar la productividad del cultivo. Estas mismas variables en los sistemas hortícolas son a menudo dependientes de la manipulación de las actividades fisiológicas del cultivo por medios químicos (Yeshitela *et al.*, 2004). Se han realizado investigaciones que dichas sustancias controlan los procesos fisiológicos y bioquímicos de las plantas, esto incluye, el control de la dormancia, el tamaño del órgano, desarrollo del cultivo, floración, cuajado de fruto, regulación de la composición química de las plantas y el control del suministro de minerales del suelo (Yeshitela *et al.*, 2004).

4.7.1. Auxinas

La auxina es una fitohormona importante en todos los aspectos del crecimiento y desarrollo de la planta. La aplicación de esta sustancia envuelve procesos jugando un papel entre la auxina y el etileno.

Estas sustancias de las plantas son utilizadas para influir en el desarrollo de los frutos de melones. Se ha demostrado que los reguladores de crecimiento de las plantas tales como NAA, GA₃, y el ácido indol-3-butírico son constantemente usados por muchos investigadores. El NAA, es un regulador sintético que influye en el crecimiento, desarrollo y otros procesos fisiológicos y bioquímicos de las plantas (Ravi Kher *et al.*, 2005).

4.8. Sensores para medir compuestos aromáticos

El aroma es un atributo importante de la calidad de las frutas y hortalizas que están asociados con el proceso de maduración. Tradicionalmente, el aroma de los productos hortícolas se mide mediante paneles sensoriales. Un panel consiste normalmente en cinco u ocho paneles especiales para evaluar los atributos de los aromas. También pueden usarse técnicas instrumentales tales como cromatografía de gases (GC) con espacio de cabeza y combinada con espectrometría de masas (GC/ MS) para identificar y cuantificar componentes de aroma individuales. Sin embargo, los resultados obtenidos a través de la separación de los componentes volátiles no pueden dar cuenta de las características completas de los aromas complejos (Vázquez *et al.*, 2003).

4.8.1. zNose

La nariz electrónica (zNose) es una tecnología que tiene un potencial de explorar información sobre el comportamiento del aroma y evaluar la madurez de los frutos y su vida útil. El zNose ofrece una medición rápida y no destructiva de las emisiones volátiles de los frutos, además esta técnica utiliza una matriz de sensores que proporcionan un análisis instrumental (McKellar *et al.*, 2005).

4.8.2. Sistema de 7100 zNose

El software Microsense y 7100 zNose están diseñados para detectar vapor en aire, suelo, agua y otras matrices de las cuales esta relacionados. Esto incluye los compuestos orgánicos volátiles (VOC's) y compuesto semi-volatil. El análisis es especialmente sensible para la baja presión de vapor para algunas muestras. Por ejemplo, muestras que sean capaces de detectar menos de 5 pico gramos en 10 segundos.

El sistema es pequeño, contiene un sensor de alta velocidad de cromatografía de gases (GC), controles neumáticos y soporte electrónico. El sensor de cromatografía de gases está basado en válvulas de seis vías, un horno, trampa de pre-concentración, una pequeña columna de cromatografía de gases, y un detector de

superficie de onda acústica. El sistema controlador está basado en una computadora laptop donde opera el sistema.

Tres secuencias controlan la operación del instrumento; Ejemplo, inyectar, identificar y analizar. Durante la secuencia de muestras el sistema extrae en la entrada a través de una bomba.

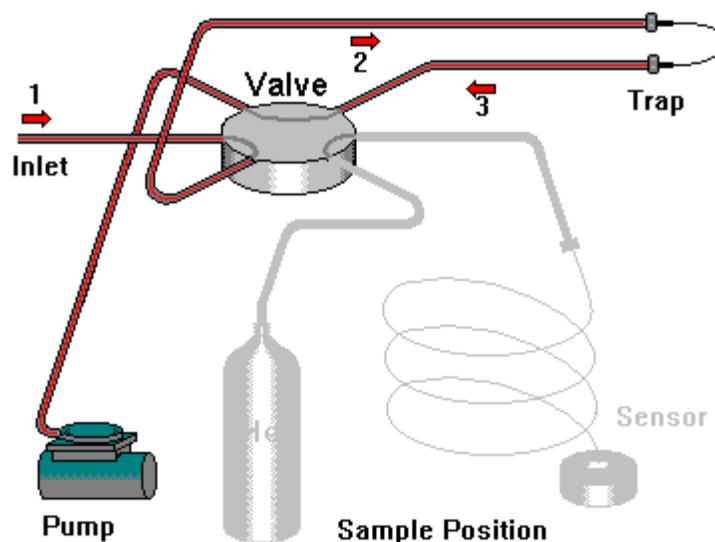


Figura 1. Descripción del sistema 7100 zNose.

La muestra pasa a través de la válvula y sobre la trampa donde los compuestos son arrastrados y absorbidos. La válvula se gira para poner la trampa en línea con la columna para la secuencia inyectada. Una vez en la línea, la trampa se calienta rápidamente por una breve ráfaga de corriente que vaporiza el material absorbido. El gas portador de helio transporta hasta la columna capilar. La columna se calienta bajo control por una computadora y separa los compuestos. La separación de columnas se consigue por medio de un recubrimiento interno de una fase líquida unida. La solubilidad de un compuesto en esta fase líquida determina el tiempo requerido para que una muestra viaje por una columna. Esta columna se llama tiempo de retención.

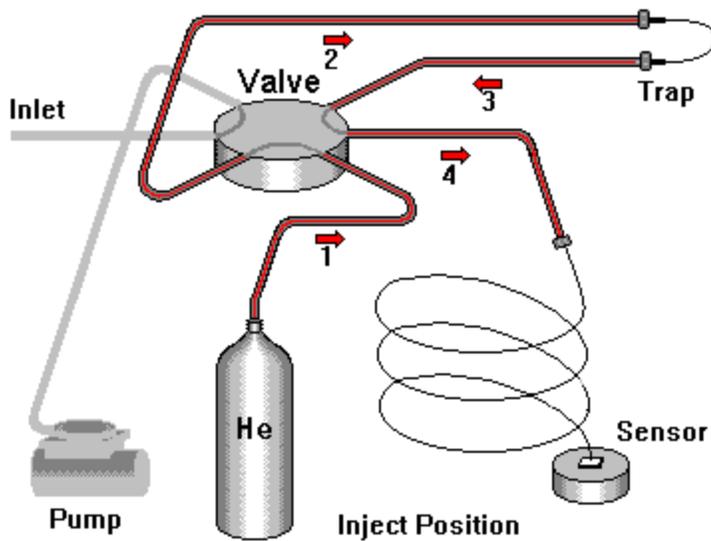


Figura 2. Descripción del sistema 7100 zNose

4.9. Análisis Multivariada

Es un conjunto de métodos estadísticos cuya finalidad es analizar simultáneamente una serie de datos multivariantes en el sentido de que hay varias variables medidas para cada individuo u objeto estudiado. Su razón de ser radica en un mejor entendimiento del fenómeno objeto de estudio.

El obtener información precisa sobre las propiedades de los suelos y frutas es esencial para la producción en la agricultura y las investigaciones del medio ambiente (Hernández y García, 2002). Las determinaciones de dichas propiedades se realizan generalmente a partir de principios y procedimientos que en su mayoría son altamente costosos, para el hombre y para el entorno porque involucran gran cantidad de tiempo, recursos financieros y se trabaja con sustancias nocivas. En la última década, varias metodologías tradicionales para la determinación de las principales propiedades de frutas, vegetales, así como en suelo y productos hortícolas, han sido sustituidas por modernas y sofisticadas tecnologías que durante la aplicación lleva implícito un considerable procesamiento estadístico de los datos para poder extraer la información valiosa de la misma (Hernández *et al.*, 2007a) El

desarrollo de estos modelos de predicción envuelven un grupo de variables interrelacionadas entre sí, lo que conlleva al uso o aplicación de los métodos de análisis multivariados durante la obtención de los mismos (Acuna y Murphy, 2007).

4.9.1. Análisis de componentes principales

EL análisis de componentes principales es una técnica estadística multivariante que tiene por objeto representar un conjunto de variables observadas en un grupo de individuos por un número pequeño de variables nuevas construidas mediante combinaciones lineales de las variables originales.

En unos estudios realizados por Wang *et al.* (2011), demostraron que la nariz electrónica tiene suficiente sensibilidad y resolución para evaluar la maduración de los frutos de tomates además pudo predecir la firmeza. Con este equipo es posible distinguir los estados rojos de tomate durante 1-5 días, 6-11 días y 14-17 días obtenidos mediante análisis de componentes principales y análisis discriminantes lineales (Wang *et al.*, 2010). Por otra parte, Lammertyn *et al.* (2003) concluyeron que mediante el uso de la nariz electrónica pudieron analizar los compuestos volátiles de remolacha, caña, trigo, trébol, menta, zanahoria y naranja en floración, los datos se obtuvieron mediante un análisis canónico discriminantes. En un estudio de Borrego *et al.* (2001) utilizando un análisis de componentes principales, demostraron que las variables de rendimiento son correspondientes a componentes de características cuantitativas del rendimiento, componentes de precocidad y componente fisiológico del rendimiento. De un punto de vista descriptivo, este procedimiento se asocia a la búsqueda de un sub-espacio o variedad lineal de dimensión reducida que tenga la propiedad de describir adecuadamente la nube de puntos asociada al espacio de las variables originales.

V. RENDIMIENTO Y PARAMETROS DE CALIDAD EN CULTIVARES DE MELÓN

(Cucumis melo L.) TIPO CANTALOUPE Y HONEYDEW

YIELD AND QUALITY PARAMETERS IN MELON CULTIVARS (*Cucumis melo*

L.) TYPE CANTALOUPE AND HONEYDEW

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar cultivares de melón tipo *Cantaloupe* y *Honeydew*, correlacionando las variables de respuesta (longitud polar, longitud ecuatorial, peso del fruto, rendimiento por ha⁻¹, sólidos solubles totales (SST), firmeza en Newton (N), luminosidad (L), cromaticidad (C), coordenadas a y b además del tono (°Hue) de pulpa). Se utilizaron plantas de tipo *Cantaloupe* y *Honeydew* para el trasplante con una distancia de 0.30 m entre plantas en camas de 2.0 m de ancho y 50 m de largo. Se utilizó un diseño completamente al azar y un análisis multivariado con componentes principales. En firmeza de frutos de melón, la mayoría obtuvieron fuerza de punción arriba de los 50 N. Además, todos los cultivares presentaron una concentración de sólidos solubles totales por arriba de 10 °Brix. Lo cual indica que el 90% de los genotipos utilizados tienen características para exportación.

Palabras clave: Componentes principales; firmeza; peso de frutos; sólidos solubles totales; tono de pulpa.

ABSTRACT

The objective of this research was with evaluated the cultivars of melon kind *Cantaloupe* and *Honeydew* and the relation with the response variable (long polar and long equatorial, fruit weight, yield of fruit per hectare). The physicochemical quality they were also evaluated (total soluble solids, flesh firmness (N), luminosity (L), chromaticity (C), coordinate a, coordinate b and tone (°Hue) of flesh such as indicator of color). Were used plants of *Cantaloupe* and *Honeydew* kind to transplantation with 0.30 m distance from plants in beds with 2.0 m wide and long

the 50 m. Was used a completely random design and multivariate analyze with component principal. In firmness of melon fruits, the most obtained puncture strength above 50 N. Furthermore, all cultivars had a total soluble solids concentration above 10 °Brix. This indicates that 90 % of genotypes used had characteristics for exportation.

Key words: Principal components, firmness, weight of fruits, *total soluble* solids, *flesh* Color.

5.3. INTRODUCCIÓN

En México en el ciclo agrícola 2016 se registró una producción de 520 717.00 t de melón (FAOSTAT 2016), por ser una de las hortalizas más importantes en el gusto de los consumidores, además de su composición nutritiva, producción, superficie cultivada y popularidad. También en Baja California se sembraron 85 hectáreas en el año 2016, de las cuales se obtuvo una producción total de 1476.03 toneladas, con respecto al Valle de Mexicali se obtuvo una producción de 1,111 toneladas representando el 74%, todo esto en una superficie cosechada de 69 hectáreas (SIAP, 2016). En dicho estado se cultivan dos tipos de melones (*Cucumis melo* L.), los de tipo *Cantaloupe* y *Honeydew* dejando un valor económico de 4 391 771.89 de pesos (SIAP, 2016). Estos resultados son alcanzados por la oferta y demanda de los consumidores que utilizan esta hortaliza en su dieta básica por los diferentes usos que comúnmente le dan, tales como: postres, jugos, extractos, dulces etc. Por otra parte, el alto rendimiento y calidad hacen de esta fruta un producto ampliamente de exportación, tanto nacional como internacional, según (Laínez y Krarup, 2008). Debido a que los frutos del melón cuenta con una alta cantidad de variables morfológicas y fisiológicas que intervienen en el rendimiento y calidad, por lo que es necesario evaluar genotipos que permitan caracterizar cada uno de las variables y que además rescatar cultivares que poseen características deseables para exportación (Borrego *et al.*, 2001; Monge, 2014).

Para la determinación de las características del melón se pueden emplear parámetros de rendimiento y calidad tales como descriptores morfológicos en

relación a las características de tamaño, área longitudinal y polar, mientras que para el rendimiento se encuentra el sabor, sólidos solubles totales y color entre otras (Borrego *et al.*, 2001). Se ha propuesto el uso de análisis de componentes principales (ACP) que sintetiza la máxima variabilidad residual contenida en los datos, pudiendo tener una mejor interpretación en los números de los grupos o clases sobre el conjunto de datos (Tibshirani *et al.*, 2001).

Por otra parte, la evaluación agronómica de melón bajo condiciones de campo se clasifica en características cuantitativas de rendimiento y características de precocidad, en el cual presentaron valores altos, pero negativos para dos componentes principales, explicando una variación entre las variedades y las variables de los híbridos comerciales de ‘*primo*’, ‘*pronto*’, ‘*Challeger*’, ‘*Cheyenne*’, ‘*HiLine*’, ‘*Crusier*’, ‘*Durango*’, ‘*Apache*’, ‘*Laguna*’, ‘*Caravelle*’, ‘*Main*’, ‘*Park*’ y ‘*TopMark*’ (Borrego *et al.*, 2001).

Castaño-Nájera *et al.* (2008) explica que los análisis de componentes principales y conglomerados agrupan las características por especie y por tipo. Mientras que, por otra parte, en investigaciones de Vallone *et al.* (2013), usaron un sistema portátil de detección volátil (zNose[®] 4500), el cual fue capaz de discriminar melones de tipo Muskmelon en diferentes etapas de madurez basados en seis picos representativos cuya abundancia se correlacionan positivamente. La validación de métodos rápidos para detectar la calidad visual ha permitido una distribución estética de los frutos, además, la falta de estos métodos como el *flavor* impide el reparto de frutas más exquisitas para los consumidores (Vallone *et al.*, 2013).

El Valle de Mexicali se considera como un área privilegiada para los productores de frutas y hortalizas ya que cuenta con las condiciones de agua de riego para establecer este tipo de cultivo en la zona. Además de su ubicación geográfica unida a la frontera con Estados Unidos de Norteamérica, esto permite una rápida exportación a unos de los mercados internacionales más importantes de productos hortícolas. Por todo lo anterior, el objetivo de esta investigación fue determinar la relación entre los genotipos *Cantaloupe* y *Honeydew* sobre las características de rendimiento y sus componentes calidad de los frutos.

5.4. MATERIALES Y MÉTODOS

Establecimiento experimental. El ensayo se realizó el 14 de marzo de 2013 en el campo experimental del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), se utilizaron cultivares de melón tipo *Cantaloupe* ('*Samoa*,' '*Origami*,' '*Magno*,' '*Rio dulce*,' '*Pitayo*,' '*Thunderbird*,' '*Expedition*,' '*Navigatior*') y tipo *Honeydew* ('*Dreamdew*,' '*HMX9603*,' '*Melosso*,' '*Summerdew*'). Se estableció una parcela experimental con cuatro camas para cada cultivar en los dos genotipos, la siembra se realizó en suelo franco arcilloso en camas de 2.0 m de ancho y 10 m de largo a hilera sencilla con 0.30 m de distancia entre plantas (16,666 plantas ha⁻¹).

Se aplicó al suelo 2.0 L ha⁻¹ de Trifluralina 480 CE, para el control de maleza antes de la siembra, posteriormente, 60 días después de la siembra (dds), el control de la maleza se realizó de forma manual. Las plantas se fertilizaron con 172, 83 y 268 kg de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente hasta el periodo de cosecha (110 d), además se aplicó 67 kg de calcio y 24 kg de magnesio al inicio de la floración hasta el periodo de cosecha. La fertilización y los riegos se realizaron mediante cinta goteo (4 h diarias) con separación de 20 cm entre goteros y un gasto de 0.684 L h⁻¹. El control de mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) se hizo mediante aplicaciones de 0.5 Lha⁻¹ de Spiromesifen. Cuando las plantas formaron las primeras flores femeninas, se colocaron colmenas en la parte central del experimento para garantizar la polinización (Sánchez *et al.*, 2016). La cosecha de los frutos se realizó de forma manual entre los 90 y 110 días después del trasplante. Una vez, que los frutos de cada parcela experimental alcanzaron la madurez fisiológica (1/2 slip), se cosecharon y se trasladaron al laboratorio de Fisiología y Manejo de Poscosecha para la medición de las variables de calidad.

5.4.1. Variables de campo evaluadas

Frutos abortados: Se tomaron en cuenta todos los frutos crecimiento con color amarillo u oscuro y la unidad de medida expresó en porcentaje (%).

Rendimiento: Se contaron frutos en 10 metros cuadrados y se pesaron 10 frutos posteriormente se estimó el rendimiento por hectárea.

5.4.2. Variables de laboratorio.

Se utilizó un muestreo no destructivo de 10 frutos con madurez fisiológico como unidad experimental, para el peso se usó como unidad de medición kilogramos (kg) con una balanza digital modelo V11P3 (OHAUS®, USA), el diámetro longitudinal (DL) y transversal (DT) fueron medidos con una cinta métrica expresados en centímetros (cm).

Concentración de sólidos solubles totales: Fue determinada con un refractómetro ABBE Leica Marl II, colocando una gota de extracto de la pulpa en tres muestras de cada mitad de fruto en 10 frutos por cada cultivar. Las unidades se expresaron en °Brix (AOAC, 1998).

Firmeza: Se cuantificó por medio de la metodología propuesta por Bourne (1980), determinada en cinco puntos de la pulpa en las dos mitades de cada fruto, todo esto en 10 frutos por cultivar por medio de un texturómetro Chatillon-DF100 (North Carolina, USA), con punta tipo cilindro y diámetro de 8 mm. Las unidades se expresaron en Newtons.

Color de pulpa, se determinó con un espectrofotómetro de esfera X-Rite SP62, en las dos partes opuestas de la sección ecuatorial de cada fruto, tomado cinco puntos al azar por cada fruto. Los resultados se expresaron en luminosidad (L), cromaticidad (C), coordenadas a y b además de ángulo Hue (°H) (Minolta 1994).

Azúcares totales: Se cuantificó por medio de una extrapolación de una curva patrón de glucosa con base al método de Dubois *et al.* (1956).

Análisis estadístico: Se realizó un análisis de varianza para las variables de peso, longitud ecuatorial, longitud polar, rendimiento, firmeza, °H, SST y azúcares totales. Cuando se detectaron diferencias significativas se realizó una comparación de medias múltiples con la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$), con el paquete estadístico Statistix 8.0; además, se utilizó un análisis de componentes principales para observar la variabilidad de las variables mediante el programa XLstat versión 1.02, (2015). Para este análisis se seleccionaron las variables que presentaron diferencias significativas entre los genotipos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Tabla 1, se muestran las características de crecimiento y rendimiento de los frutos de melón. Solo los frutos de *'Dreamdew'*, *'Samoa'*, y *'Río Dulce'* presentaron valores significantes, los frutos de tipo *Cantaloupe* como *'Samoa'* fue el que presentó mayor porcentaje en frutos abortados con 5.2% seguido de *'Río Dulce'* y *'Dreamdew'* de tipo *Honeydew* con 2.2 % para ambos cultivares. El peso del fruto se vio influenciado por el cultivar y el genotipo, además, de manera general se puede observar que en el *'Dreamdew'* de tipo *Honeydew* presentó mayor peso con 1.9293 kg indicando una diferencia significativa comparado con el *'Melosso'* de tipo *Honeydew* y *'Río Dulce'* de tipo *Cantaloupe* con valores de 1.0449 y 1.2070 kg respectivamente, sin embargo, no presentó diferencia estadística en los frutos *'HMX9603'* y *'Summerdew'* de tipo *Honeydew* con pesos de 1.7311, 1.6355, de la misma manera para *'Samoa'*, *'Origami'*, *'Magno'*, *'Pitayo'*, *'Thunderbird'*, *'Expedition'*, y *'Navigator'* de tipo *Cantaloupe* con pesos de 1.5847, 1.5153, 1.3113, 1.4608, 1.7235, 1.6833, y 1.4205 kg respectivamente.

En la longitud ecuatorial de los frutos *'Dreamdew'* presentó mayor crecimiento, sin embargo, no presentaron diferencias estadísticas entre los frutos de *'HMX9603'*, *'Summerdew'*, *'Samoa'*, *'Origami'*, *'Magno'*, *'Río Dulce'*, *'Pitayo'*, *'Expedition'*, *'Navigator'*, solamente presentó diferencia significativa en los frutos *'Melosso'* y *'Thunderbird'*. El incremento del tamaño podría estar relacionado con la proliferación de células en los frutos de melón (Higashi *et al.*, 1999). Por otra parte, (Enciso y Ríos 2008; Garay *et al.*, 2008) menciona que haciendo raleo de frutos después de la floración se obtienen mayores valores de peso medio, altura y diámetro de fruto. En la longitud polar no se presentó diferencia significativa entre los cultivares utilizados (Tabla 1).

Con respecto al rendimiento, los frutos de melón tipo *Cantaloupe* y tipo *Honeydew* presentaron diferencias significativas entre los genotipos, el *'Dreamdew'* obtuvieron mejores rendimientos en comparación con los cultivares de tipo *Honeydew* (Tabla

1). Los frutos ‘*Samoa*’, ‘*Rio Dulce*’, ‘*Pitayo*’ y ‘*Thunderbird*’ presentaron mayor rendimiento en comparación con el resto de los cultivares de tipo *Cantaloupe*. En unas investigaciones de (Alvarado, 2015; Díaz y Monge, 2017) mencionan que un alto rendimiento en el cultivo del melón es debido a las densidades de siembra. Estos resultados muestran claramente que el tamaño y rendimiento de los frutos de melón probablemente están relacionados con el genotipo y los cultivares, tal como lo mencionan (Barzegeer *et al.*, 2015; Montaña y Méndez 2009), siendo que las respuestas del crecimiento en los frutos de melón dependen del genotipo.

Tabla 1. Respuesta de los cultivares tipo *Honeydew* y *Cantaloupe* con los frutos abortados, peso de frutos, rendimiento, longitud ecuatorial y longitud polar.

Variedad	Tipo	Frutos abortados (%)	Peso de 4 frutos (kg)	Longitud ecuatorial (cm)	Longitud polar (cm)	Rendimiento t ha ⁻¹
‘ <i>Dreamdew</i> ’	HD	2.2	2.1403 a	25.08 a	26.00 a	58.10 abcd
‘ <i>HMX9603</i> ’	HD	0	1.7311ab	22.60 abc	23.57 a	46.16 bcde
‘ <i>Melosso</i> ’	HD	0	1.0449 b	19.45 bc	20.67 a	24.38 e
‘ <i>Summerdew</i> ’	HD	0	1.6355ab	22.87 abc	23.60 a	49.06 abcd
‘ <i>Samoa</i> ’	C	5.2	1.5847ab	22.56 abc	23.63 a	71.04 a
‘ <i>Origami</i> ’	C	0	1.5153ab	22.07 abc	23.75 a	37.43 cde
‘ <i>Magno</i> ’	C	0	1.3113ab	21.70 abc	22.00 a	31.33 de
‘ <i>Rio dulce</i> ’	C	2.2	1.2070b	22.18 abc	22.37 a	59.16 ab
‘ <i>Pitayo</i> ’	C	0	1.4608ab	22.87 abc	23.55 a	61.84 ab
‘ <i>Thunderbird</i> ’	C	0	1.7238ab	18.01 c	21.35 a	53.34 abcd
‘ <i>Expedition</i> ’	C	0	1.6833ab	23.78 ab	19.22 a	39.27 bcde
‘ <i>Navigatior</i> ’	C	0	1.4205ab	22.87 abc	23.90 a	42.61 bcde

Medidas con letras iguales en las columnas difieren significativamente (Tukey $\alpha \leq 0.05$).

Los frutos de tipo *Honeydew* presentaron mayor firmeza que los frutos tipo *Cantaloupe*, en la Tabla 2 se observa que ‘*Dreamdew*’, ‘*HMX*

9603', 'Melosso', 'Summerdew' fueron estadísticamente diferentes en comparación con los 'Samoa', 'Origami', 'Magno', 'Rio Dulce', 'Pitayo', 'Thuenderbird', y 'Expedition'. Rose *et al.* (1998) comentan que los melones tipo *Charentais* y de tipo *Cantaloupe* muestra una rápida disminución de la firmeza durante la maduración. (Aguayo *et al.*, 2004; Harker *et al.*, 2003) Mencionan que la pérdida de la firmeza es un factor que limita la calidad de los frutos de melón, sin embargo, los melones con 30.31 de fuerza Newtons, podría ser un dato importante para el límite comercial. Por otra parte, (Cantwell, 2011) menciona que la pérdida de la firmeza es un factor que limita la calidad de los frutos debido a que la maduración en los frutos después de ser cosechados aumenta la acción de ACC sintasa induciendo la producción de etileno lo cual provoca pérdida de la firmeza (Yuan *et al.*, 2007; Yuan *et al.*, 2008; Unrath *et al.*, 2009).

Tabla 2. Respuesta de los parámetros de calidad de frutos (Firmeza, Tono, SST, Azúcares totales).

Cultivar	Firmeza (N)	Tono (°Hue)	SST (°Brix)	Azúcares totales (mg·g ⁻¹ PF)
'Dreamdew'	51.637 ab	103.11 a	14.882 a	141.53 a
'HMX 9603'	77.543 a	104.31 a	12.447 bc	119.39 bc
'Melosso'	71.494 a	104.05 a	10.047 cd	105.76 cd
'Summerdew'	71.494 a	103.89 a	12.771 b	122.33 b
'Samoa'	58.846 b	65.464 b	10.812 d	100.65 d
'Origami'	50.327 c	85.522 ab	11.671 bcd	108.91 bcd
'Magno'	48.340 d	65.846 b	10.541 d	98.050 d
'Rio dulce'	58.846 b	64.474 b	10.806 d	100.60 d
'Pitayo'	57.033 bc	64.307 b	12.753 b	119.32 bc
'Thuenderbird'	38.493 e	62.217 b	10.582 d	98.446 d
'Expedition'	38.142 e	63.083 b	10.665 d	98.238 d
'Navigator'	54.570 e	61.708 b	12.959 b	121.30 b

Medidas con letras iguales en las columnas difieren significativamente (Tukey $\alpha \leq 0.05$).

El tono (°Hue) en la pulpa de melón presentó diferencia estadística entre los melones de tipo HD y tipo *Cantaloupe*, con respecto a los melones de tipo *Honeydew* no presentaron diferencias entre los cultivares, de igual manera en los melones de tipo *Cantaloupe*, sin embargo, el '*Origami*' presentó valores similares a los de *Honeydew* (Tabla 2).

Los sólidos solubles totales fluctuaron entre 10.0 a 14.8 % para los cultivares de tipo *Honeydew* y entre 10.5 a 12.9% para los cultivares de tipo *Cantaloupe* (Tabla 2). Estos resultados podrían estar asociados a las diferentes labores que se realizan durante el crecimiento y desarrollo de las plantas de melón. En unas investigaciones de Monge, (2016), menciona que la respuesta en los SST corresponde al genotipo, sin embargo, esta puede cambiar de acuerdo a la fecha de siembra. Por otra, los azúcares totales presentaron las mismas diferencias que los SST, se considera que a partir de los 90 mg.g⁻¹ de peso fresco de pulpa de melón es un buen índice de calidad, tomando en cuenta que aproximadamente el 50 % está constituido por sucrosa, 20 % de glucosa y el 26 de fructosa (Cantwell, 2011). En unos resultados de Vallone *et al.* (2013), mencionan que la diferencia de los SST en los frutos de '*Thunderbird*', '*Navigator*' y '*Rico*' podrían deberse a los estados de madurez de cada cultivar. Además, la actividad fotosintética de la hoja y la posición del fruto en el tallo podrían tener un rol importante en los asimilados de frutos de melón (Barzegar *et al.*, 2013). Por lo antes dicho, estos resultados muestran que un buen indicador de sabor son los SST y que el mercado pide al menos de 10 °Brix para los de tipo *Cantaloupe* y de 11 a 13 °Brix para los de tipo *Honeydew* (Cantwell, 2011).

Los resultados de componentes principales (ACP) en los cultivares de tipo *Honeydew* y los de tipo *Cantaloupe* lograron tener una explicación con una variación total de 79.98%. El factor (CP1) explicó 54.24%, mientras que el segundo factor (CP2) explicó 25.74% (Figura 1). Los frutos de '*Expedition*', '*Navigator*', '*Pitayo*', '*Samoa*' y '*Origami*' se agrupan positivamente en el primer cuadrante del CP1, mientras que, '*Río Dulce*', '*Magno*' y '*Thunderbird*' se agrupan negativamente en el cuarto cuadrante del CP1, también se puede observar que el '*Dreamdew*' se

agrupa positivamente en el cuadrante dos del CP2, mientras que, ‘*Summerdew*’, ‘*Melosso*’ y ‘*HMX9603*’ se agrupan negativamente en el tercer cuadrante. El ‘*Dreamdew*’ mostró una correlación alta en las variables de longitud polar, longitud ecuatorial, en el peso del fruto y sólidos solubles totales manteniendo una calidad aceptable, mientras que ‘*Sammerdew*’, ‘*HMX9603*’ y ‘*Melosso*’ está más correlacionados con la firmeza y con los ángulos del color (Hue°), por el caso contrario para los furtos de ‘*Expedition*’, ‘*Navigator*’, ‘*Pitayo*’, ‘*Samoa*’, ‘*Origami*’ mostraron estar correlacionados con las variables de cromaticidad, coordenada a y coordenada b. Con respecto a los frutos de ‘*Río Dulce*’ y ‘*Magno*’ mostraron poca correlación con las variables de cromaticidad, coordenada a y coordenada b, mientras que, ‘*Thunderbird*’ presentó baja correlación para dichas variables.

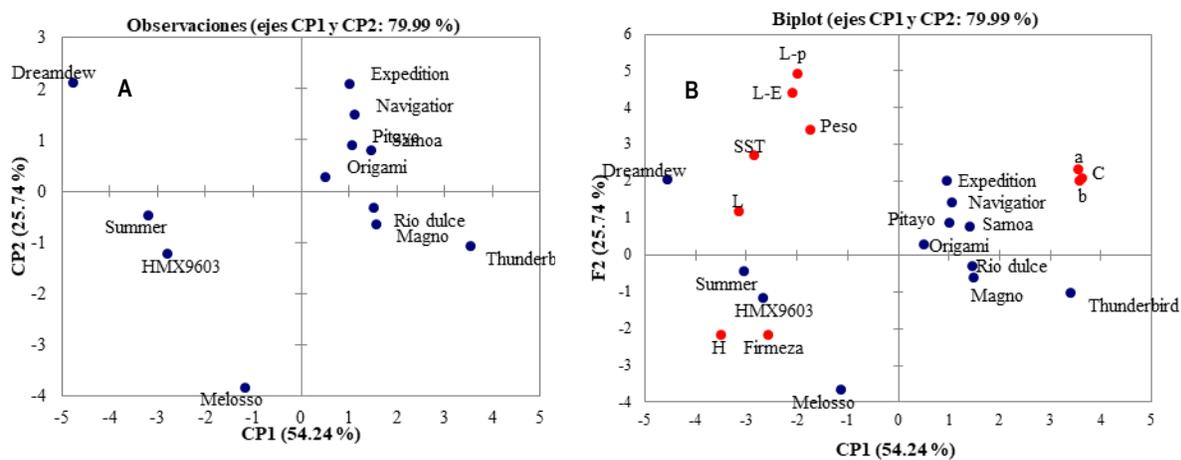


Fig 1(A)(B). Diagrama de dispersión de los cultivares en melones tipo *Cantaloupe* y *Honeydew*: (L-p) Longitud polar, (L-E) longitud ecuatorial, (P) peso, sólidos solubles totales (SST), firmeza (F), luminosidad (L), cromaticidad (C), coordenadas de a y b, y ángulos Hue (°H).

Con estos resultados se puede observar una buena discriminación entre los genotipos de *Honeydew* y *Cantaloupe*. (García *et al.*, 1998; Weihong, 1998). Mencionan que los análisis de componentes principales son útiles para determinar los mejores genotipos. Esto podría ser una alternativa para formar poblaciones sobresalientes donde puedan derivarse estrategias específicas de fito-mejoramiento y obtener variedades mejoradas. Borrego *et al.* (2001) Evaluó híbridos comerciales

de melón, 'Primo', 'Challenger', 'Cheyenne', 'Hi-Line', 'Cruiser', 'Durango', 'Apache', 'Laguna', 'Caravelle', y 'Main Park'; y 'TopMark', como testigo, y encontró que en los componentes principales en la variable de rendimientos de los cultivares utilizados corresponden a características cuantitativas precocidad y fisiológicos de la planta. En unas investigaciones de William *et al.* (2014) mencionan que los datos de un componente principal (CP1 x CP2) muestra claramente la relación que hay en tres cultivares de melón de tipo *Charentais francés* ('Cézanne', 'Escrito' y Dalton') en comparación con los melones israelíes, ambos tipos de melones formaron grupos y posiciones diferentes para la variable de vida anaquel.

5.7. CONCLUSIONES

Esta investigación demostró que las variables de longitud polar, peso y relacionadas con los genotipos influenciando el rendimiento y la calidad en los frutos de melón.

Los cultivares de tipo *Honeydew* mostraron los mejores resultados de los parámetros de sólidos solubles toles, firmeza, longitud polar y longitud ecuatorial, mientras que en los frutos *Cantaloupe* apenas hubo influencia en el color.

5.8. LITERATURA CITADA

- Aguayo, E. Escalona, V., H, Artece F (2004) Metabolic behavior and quality changes of whole and fresh processed melon. *Journal Food Science*. 69: 148-155.
- Allwood, J., W. Cheung, W. Xu, Y. Mumm, R. De Vos, C., H., R. Deborde, C. Biais, B. Maucourt, M. Berger, Y. Schaffer, A., A. Rolin, D. Moing, A. Hall, D., R. Goodacre R (2014) Metabolomics in melon: A new opportunity for aroma analysis. *Phytochemistry* 99: pp 61-72.
- Alvarado, S., T. Monge, P., J. (2015) Efecto de la aplicación de bioactivadores y del raleo manual de frutos sobre el rendimiento y calidad de melón (*Cucumis melo* L.) bajo cultivo protegido en Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 28 (4), 15-35
- A.O.A.C. (1998) (Association of Oficial Analytical Chemist). *Official Methods of Analysis*. 16th edition. A.O.A.C Internacional. Guithersburg, MD. USA.
- Barzegar, T., M. Eliyasi, M. Ghahremani, Z. (2015) 'Effect of foliar application of naphthalene acetic acid and plant thinning on sugar contents of melon (*Cucumis melo* L.) fruit cv. 'Khatooni'. *Iranian Journal of plant Physiology* 5 (2), 1281-1287.
- Borrego, F. López, A. Fernández, J., M. Murillo, M. Rodríguez, S., A. Reyes, A. Martínez, J., M. (2001) Evaluación agronómica de melón (*Cucumis melo* L.) bajo condiciones de campo. *AGRONOMÍA MESOAMERICANA* 12 (1): 57-63.
- Bourne, M., C. (1980) Textura evaluation of horticultural crops. *Hortscience*. 15(1): 51-57.
- Cantwell, M. (2011) Melon and Watermelon Ripening. *Fruit Ripening and Ethylene Management Worksshop*. University of California Davis. Flash Drive. USA. pp 1-6
- Castaño-Najera. Latournerie, M., G., L. Mendoza, E., M. Vargas, L., A. Cárdenas, M., H. (2008) Colección y caracterización de Chile (*Capsicum spp*) en Tabasco, México. *Revista Internacional de Botánica Experimental*. pp 77.
- Díaz, A., J., M. Monge, P., J., E. (2017) Efecto de la poda y la densidad de siembra sobre el rendimiento y calidad de melón Cantaloupe (*Cucumis melo* L.) cultivado bajo invernadero. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. 1: 21-29.
- Dubois, M. Gilles, K., A. Hamilton, J., K. Robers, P., A. Smith, F. (1956) Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal.Chem*. 28: 350-356.

- Enciso, G., C., R. Ríos, R. (2008) Raleo de frutos en plantas de melón (*cucumis melo* L.) del tipo reticulado cultivado en invernadero. Investigación Agraria, Vol 10: pp 55-58.
- FAOSTAT (2016) Producción. ProdStat. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Cultivos. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Fecha de consulta 16 de noviembre del 2015.
- García, E. Jamilena, M., Alvarez, J., I. Arnedo, T. Oliver, J., L. Lozano, R. (1998) Genetic relationship among melon breeding lines revealed by RAPD markers and agronomic traits. Theoret. And appl. Gen. 96 (6-7): 878-885.
- Garay, C., R., E. Ríos, R. (2008) Raleo de frutos en plantas de melón (*Cucumis melo* L.) de tipo reticulado cultivado en invernadero. Investigación Agraria Vol. 55.
- Harker, F., R. Lau, K. Gunson, F., A. (2003) Juiciness of fresh fruit: a time- intensity study. Postharvest Biology and Technology. 29: 55-60.
- Higashi, K. Hosoya, K. Ezura, H. (1999) Histological analysis of fruit development between two melon (*Cucumis melo* L. *reticulatus*) genotypes setting a different size of fruit. Journal of Experimental Botany 50: 1593-1597.
- Laínez, D. Krarup, C. (2008) Caracterización en pre y poscosecha de dos cultivares de melón reticulado de tipo Oriental (*Cucumis melo* Grupo *Cantalupensis*). Ciencia e Investigación Agraria 35: 59-66.
- Minolta. (1994) Caracterización Precisa de color (Control del color Desde la precepción Sensorial a la instrumentación). E.537205. Alemania. 1-21 pp.
- Monge, P., J. (2014) Producción y Exportación de melón (*Cucumis melo* L) en Costa Rica. Tecnología en Marcha, 27: 93-103.
- Monge, P., J. (2016) Evaluación de 70 genotipos de melón (*Cucumis melo* L) cultivados bajo invernadero en Costa Rica. InteSedes. 36: 29-34.
- Montaño, M., N., J. Méndez, N., J., R. (2009) Efecto de reguladores de crecimiento sobre el epicarpio, mesocarpo y sólidos solubles totales del fruto de melón (*Cucumis melo* L.) cv. Edisto 47. Revista UDO Agrícola 9 (2): 295-303.
- Rose, J., K., C. Hadfield, K., A. Labavitch, J., M. Bennett, A., B. (1998) Temporal sequence of cell wall disassembly in rapidly ripening melon fruit, Plant Physiol. 117 345-361.

- Sánchez, H., D., J. Fortis, H., M. Esparza, R., J., R. Rodríguez, O., J., C. De La Cruz, L., E. Sánchez, C., E. Preciado, R., P. *et al.* (2016) Empleo de vermicompost en la producción de frutos de melón y su calidad nutracéutica. *Interciencia* 41: 213-217.
- SIAP. (2017) Anuario estadístico de la producción agrícola. Servicio de Información agroalimentaria y pesca. [En línea], Disponible en <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/> [Revisado 10 de enero del 2017]. Boletín Técnico120.
- Tibshirani, R. Walther, G. Hastie, T. (2001) Estimating the number of clusters in a data set via the gap statistic. *J R Statist Soc B*; 63: 411- 423.
- Unrath, C., R. Obermiller, J., D. Green, A. McAnrtney, S., J. (2009) The effects of aminoethoxyvinylglycine and naphthalenacetic acid treatments on abscission and firmness of Scarletspur Delicious apples at normal and delayed harvest. *HortTechnology* 19: 620-625.
- Vallone, S. Sivertsen, H. Anthon, G., E. Barrett, D., M. Mitcham, E., J. Ebeler, S., E. Zakharov, F. (2013) An integrated approach for flavor quality evaluation in muskmelon (*Cucumis melo L. reticulatus group*) during ripening. *Food Chemistry* (139) 171-183.
- Weihong, G. (1998) Evaluations of main horticultural characters and selection of melon varieties. *Acta Agriculturae-Shangai*, 14 (3): 41-45.
- Xlstat 2015. Registrared trademark of addinsoft SARL. Microsoft Corporation in The United Stated and/or other countries. Obtenido de: <http://www.xlstat.com/en/Addinsoft>. Software informático.
- Yuan, R. Carbaugh DH (2007) Effects of NAA, AVG, and 1 – MCP on ethylene biosynthesis, preharvest fruit drop, fruit drop, fruit maturity, and quality of ‘Golden Supreme’ ‘Golden Delicious’ apples. *HortiSciencie* 42: 1, 101 – 105.
- Yuan, R., Li, J. (2008) Effect of sprayable 1-MCP, AVG, and NAA on ethylene biosynthesis, preharvest fruit drop, fruit maturity and quality of delicious apples. *HortiScience* 43: 1454-1460.

VI. RELACIÓN DEL ÁCIDO NAFTALENÁCETICO EN COMPONENTES DE CALIDAD DE MELÓN CANTALOUPE (*Cucumis melo* L.)

RELATION OF NAPHTHALENE ACETIC ACID ON QUALITY COMPONENT OF CANTALOUPE MELON (*Cucumis melo* L.)

6.1. RESUMEN

El objetivo fue determinar la influencia del ácido naftalenacético (ANA) en la calidad y en componentes del rendimiento de melones tipo *Cantaloupe 'Navigator'* y *'Thunderbird'*. El experimento se realizó en el campo experimental del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California. Se evaluaron tres tratamientos de ANA (0.1, 0.2 y 0.4 mg L⁻¹) más un testigo (0.0 mg L⁻¹), en un diseño de completamente al azar con cuatro repeticiones; las variables de estudio fueron peso, longitud ecuatorial, longitud polar, concentración de sólidos solubles totales (SST), firmeza de la pulpa, color de la pulpa y compuestos aromáticos. Los resultados muestran que los tres tratamientos de ANA indujeron mayor firmeza y contenido de SST en frutos de melón *'Navigator'*, mientras que para *'Thunderbird'* estos tratamientos indujeron menor firmeza y contenido de SST. Los tratamientos de ANA incrementaron la concentración de propionato de etilo y acetato de butilo en *'Navigator'*, para *'Thunderbird'* los tratamientos se relacionaron con mayor concentración de isobutirato de etilo y acetato de etilo. Los tres tratamientos de ANA no presentaron efecto significativo para peso, longitud ecuatorial y polar en comparación con el testigo. El ANA influyó en los parámetros de calidad de los frutos, pero no ocasionó efectos significativos en los componentes del rendimiento.

Palabras clave: Aromas, componentes principales, *'Navigator'*, *'Thunderbird'*.

6.2. ABSTRACT

The objective was to determine the influence of naphthaleneacetic acid (NAA) on the quality and yield components of 'Navigator' and 'Thunderbird' melons (Cantaloupe type). The experiment was carried out in the experimental field of the Instituto de Ciencias Agrícolas of the Universidad Autónoma de Baja California. Three treatments of NAA (0.1, 0.2 and 0.4 mg L⁻¹) plus a control (0.0 mg L⁻¹) were evaluated in a completely randomized design with four repetitions. The study variables were weight, equatorial length, polar length, concentration of total soluble solids (TSS), firmness of the pulp, color of the pulp and aromatic compounds. The results show that the three treatments of NAA induced greater firmness and TSS content in 'Navigator' melon fruits, while for '*Thunderbird*' these treatments induced less firmness and TSS content. In addition, NAA treatments increased the concentration of ethyl acetate propionate and butyl acetate in '*Navigator*', for '*Thunderbird*' the treatments are related to a higher concentration of ethyl isobutyrate and ethyl acetate. However, the three NAA treatments have no significant effect for weight, equatorial and polar length compared to the control for both cultivars. In conclusion, NAA influenced the quality parameters of the fruits, but did not cause significant effects on the yield components.

Key words: Aroma, principal component, '*Navigator*', '*Thunderbird*'.

6.3. INTRODUCCIÓN

El melón (*Cucumis melo* L.) es un fruto que tiene calidad alta, así como alto contenido nutricional y compuestos antioxidantes, lo que hace de una hortaliza comercialmente importante y aceptada por los consumidores (Beaulieu, 2005; Kader, 2009 y FAOSTAT, 2016). La calidad de este fruto está asociada con procesos bioquímicos, condiciones ambientales y factores bióticos que afectan el color, firmeza, sabor y aroma (Uzogara, 2000).

En el melón tipo *Cantaloupe*, la coloración naranja en la piel del fruto es un buen indicador de cosecha, además de una forma esférica, red intensa, pulpa de

coloración salmón, aroma intenso y peso promedio por fruto entre 700 y 1200 g (Nicolás *et al.*, 1989). La concentración de SST o °Brix se usa como índice de clasificación, por lo que melones con menos de 9 °Brix son considerados no comerciables, mientras que de 9 a 12 °Brix son los más aptos para comercialización (Bower *et al.*, 2002). En tanto que Burger *et al.* (2003) mencionan que la calidad de un fruto para el consumo no debe determinarse por una sola propiedad o un factor de forma aislada, sino por la combinación de todas las propiedades físico-químicas, por lo que muchos investigadores refieren que una de las formas para evaluar la calidad de los frutos es mediante características sensoriales, físicas y el contenido de azúcares (Burger *et al.*, 2003; Kader, 2009).

Los reguladores de crecimiento, controlan los procesos fisiológicos y bioquímicos de las plantas, lo que impacta en la dormancia, tamaño del fruto, desarrollo del cultivo, floración, cuajado del fruto, regulación de la composición química de las plantas y el suministro de minerales (Cutler y Bonetta, 2009). Por ejemplo, la giberelina (GA₃) estimula el alargamiento de las células (Dugardeyn *et al.*, 2008), el ácido-3-indolacético (AIA) activa el crecimiento de las plantas y el ANA regula el flujo de metabolitos (Ravi *et al.*, 2005, Montaña y Méndez *et al.*, 2009). Además, el ANA reduce la abscisión de los frutos, y aumenta la maduración de los frutos cosechados (Yuan y Carbaugh, 2007; Unrath *et al.*, 2009, Brackmann *et al.*, 2014). La aplicación de ANA en el cultivo de guayaba (*Psidium guajava* L.) reduce la caída del fruto e incrementa el rendimiento (Iqbal *et al.*, 2009). Mientras que en el cultivo de melón (cv Edisto 47), la aplicación de 100 mg·L⁻¹ de ANA, 14 días después de floración (DDF), induce mayor volumen del fruto, rendimiento y la concentración de sólidos solubles totales (Montaña y Méndez, 2009). Mientras que Barzegar *et al.* (2015) reportan que la aplicación del ANA aumentó de forma significativa el contenido de glucosa, fructosa y sucrosa en el melón cv. *Khatooni*.

El aroma de los frutos melón es resultado de mezclas complejas de compuestos volátiles (COV), que están fuertemente asociado con la maduración climatérica y es muy importante en la calidad de la fruta (Beaulieu y Grimm, 2001; Jordan *et al.*, 2001; Shalit *et al.*, 2001). Los frutos climatéricos, como el melón *Cantaloupe*, tienen corta vida de anaquel y despiden más aroma que los no climatéricos, ya que

algunos compuestos aromáticos son producidos solamente por rutas dependientes de etileno (Wang *et al.*, 2011). Al respecto, Beaulieu *et al.* (2001) reportan la presencia de 240 compuestos volátiles relacionados a la calidad del fruto del melón tipo *Cantaloupe*. Aunque existe evidencia del efecto del ANA sobre la producción de los cultivos y el incremento en la calidad de los frutos, pocos estudios relacionan a este fitorregulador con los componentes de calidad de melones tipo *Cantaloupe*, por tal motivo el objetivo del presente estudio fue determinar la relación del ANA sobre la calidad y los componentes de rendimiento en frutos de melones '*Navigator*' y '*Thunderbird*' de tipo *Cantaloupe*.

6.4. MATERIALES Y MÉTODOS

6.4.1. Establecimiento experimental. El ensayo se realizó de febrero a junio de 2014 en el campo experimental del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California, se utilizaron los cultivares de melón '*Navigator*' y '*Thunderbird*' de tipo *Cantaloupe*, de los cuales se establecieron cuatro parcelas experimentales para cada cultivar, el trasplante se realizó en suelo franco-arcilloso en camas de 2.0 m de ancho y 10 m de largo a hilera sencilla con 0.30 m de distancia entre plantas para tener una densidad de 16 666 plantas ha⁻¹.

Cada parcela experimental consistió de 80 m² donde se aplicaron los tratamientos de 0.1, 0.2 y 0.4 mg L⁻¹ de ANA y un testigo (0 mg L⁻¹), realizando tres aplicaciones de cada tratamiento, la primera aplicación se realizó al inicio de la floración femenina, mientras que la segunda y tercera aplicación se realizó en intervalos de ocho días. Se empleó como fuente del fitoregulador el producto comercial Amcotone H, 0.45% IA kg⁻¹. Los tratamientos se aplicaron con una bomba manual con capacidad de 15 L y boquilla tipo abanico. Una vez que los frutos de cada parcela experimental alcanzaron la madurez fisiológica (1/2 slip), se cosecharon y se trasladaron al laboratorio de Fisiología y Manejo de Poscosecha para la medición de las variables de calidad.

Antes de la siembra se aplicó al suelo 2.0 L·ha⁻¹ de Trifluralina 480 CE, para el control de maleza, posteriormente el control de maleza se realizó de forma manual. Las plantas se fertilizaron con 172, 83 y 268 kg por hectárea de nitrógeno, fósforo y

potasio respectivamente durante el ciclo del cultivo (110 días), también se aplicaron 67 y 24 kg de calcio y magnesio a partir de los 60 días después del trasplante al inicio de la floración hasta el periodo de cosecha. La fertilización y los riegos se realizaron mediante cinta de riego por goteo (4 h diarias) con separación de 20 cm entre goteros y gasto de 0.684 L ha⁻¹. El control de la mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) se realizó mediante aplicaciones de Spiromesifen a razón de 0.5 L ha⁻¹. Cuando las plantas tuvieron las primeras flores femeninas, se colocaron colmenas en la parte central del experimento para garantizar la polinización (Sánchez *et al.* 2016).

6.4.2. Experimento de laboratorio. Se utilizó un muestreo no destructivo con cinco frutos frescos como unidad experimental para el peso, diámetro longitudinal (DL) y transversal (DT) fruto. El peso se determinó con una balanza digital modelo V11P3 (OHAUS®) usando como unidad de medición kilogramos (kg), mientras que los diámetros, polar (DT) y longitudinal (DL) se midieron en centímetros (cm), que se midieron con una cinta métrica. Para determinar la concentración de SST, firmeza de pulpa, color de pulpa y compuestos volátiles, se utilizó un muestreo destructivo de cinco frutos frescos como unidad experimental. La concentración de SST se determinó con un refractómetro ABBE Leica Marl II, colocando dos gotas de extracto de pulpa del fruto, para reportarlo en °Brix (AOAC 1998). La firmeza de pulpa se determinó en cinco puntos de la pulpa de las dos partes opuestas de la sección ecuatorial de cada fruto con la metodología propuesta por Bourne, (1980), con un texturómetro Chatillon-DF100 (North Carolina), con punta tipo cilindro y diámetro de 8 mm, las unidades se expresaron en *Newtons*.

El color de la pulpa se determinó con un espectrofotómetro de esfera X-Rite SP62, en las dos partes opuestas de la sección ecuatorial de cada fruto por tratamiento, tomado cinco puntos de lectura de forma al azar por cada fruto. Los resultados se expresaron en luminosidad (L), cromaticidad (C) y ángulo Hue (°H) (Minolta 1994).

Los compuestos volátiles se midieron con una nariz electrónica con un sensor de superficie de onda acústica (zNose 7100). Se utilizaron 3 g de pulpa fresca en cada fruto analizado, posteriormente se depositó en un vial de cristal de 40 mL sellado

con papel encerado (Parafilm) durante media hora hasta lograr la estabilización de los compuestos volátiles (COV) a temperatura del laboratorio. Previo a la lectura de los análisis en frutos, se utilizó el programa MicroSense para leer la información de los COV, también se conectó la nariz electrónica a un tanque de gas helio de alta pureza con 99.99% mediante un controlador de presión, además se calibró la nariz electrónica por medio de una solución estándar (alcanos C6-C14), obteniendo los principales compuestos aromáticos de la muestra de un fruto tipo *Cantalopue*, previamente se originó una huella de aromas, utilizando rangos de temperatura estandarizado los cuales fueron: espacio de onda acústica 60°C, columnas 40 °C, válvula 165 °C, salida 200 °C, columna máxima 200 °C, trap 250 °C, y caudal de flujo 3.5 ccm. Posteriormente se tomó un vial que contenía una muestra de fruta colocando una jeringa estéril en la tapa del vial que permitió que la bomba succionara aromas producidos, luego se utilizó gas helio para conducir los compuestos volátiles hacia el sensor de la nariz electrónica, los resultados se expresaron en Cts.

6.4.3. Análisis estadístico. Se realizó un análisis de varianza con un diseño experimental completamente al azar para las variables peso, longitud polar, longitud ecuatorial, SST, firmeza de pulpa, color de pulpa y compuestos volátiles, cuando se detectaron diferencias significativas se realizó una comparación de medias múltiples con la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$), con el paquete estadístico Statistix 8.0. Se realizó un análisis de componentes principales para observar las diferencias de las variables mediante el programa XLstat versión 1.02, para el análisis se seleccionaron las variables que presentaron diferencias significativas entre tratamientos.

6.5. RESULTADOS

En la Tabla 1, se observa que los tres tratamientos de ANA no afectaron de forma significativa la luminosidad y los ángulos °Hue de la pulpa de los frutos del melón '*Navigator*' en comparación con los frutos del tratamiento testigo con una probabilidad de $\alpha \leq 0.05$. Para el melón '*Thunderbird*', el tratamiento de 0.4 mg L⁻¹ disminuyó 2.8, 3.5 y 2.8% la luminosidad de la pulpa de los frutos en comparación

con los tratamientos de 0.1, 0.2 y 0 mg L⁻¹, respectivamente. Este mismo tratamiento (0.4 mg L⁻¹) disminuyó 1.7% los ángulos °Hue con respecto a la dosis de 0.2 mg L⁻¹ y no tuvo diferencias significativas con respecto al testigo y los frutos con 0.1 mg L⁻¹ de ANA.

Los frutos del melón '*Navigator*' cosechados de plantas tratadas con 0.4 mg L⁻¹ de ANA presentaron 20.9% más firmeza de pulpa los frutos del tratamiento testigo (Tabla 2), en general las aplicaciones de los tratamientos de ANA produjeron mayor firmeza en los frutos de melón '*Navigator*'. Mientras que en los melones '*Thunderbird*' sucedió lo contrario, los frutos del tratamiento testigo (0 mg L⁻¹) tuvieron la mayor firmeza en comparación con los frutos de plantas tratadas con 0.4 mg L⁻¹, lo que sugiere un efecto negativo de los tratamientos de ANA con la firmeza de los frutos. El ANA indujo mayor concentración de SST en el melón '*Navigator*' en los tratamientos de 0.1 y 0.4 mg L⁻¹, con incrementos de 10.1 y 6.8% en comparación con el testigo. Mientras que en el contenido de SST disminuyó en el melón '*Thunderbird*', con respecto el testigo.

Los tratamientos de ANA no tuvieron efecto significativo en el peso, longitud ecuatorial y polar del fruto en ambos cultivares de melón. En el melón '*Navigator*' tuvo valores promedios de 1.4827 kg, 45.695 cm, y 23.475 cm para peso, longitud ecuatorial y longitud polar, respectivamente, mientras que en los melones '*Thunderbird*' los valores fueron de 1.2947 kg, 42.77 cm, y 22.907 cm para el peso, longitud ecuatorial y polar de los frutos, respectivamente. Estos resultados sugieren que los frutos del melón '*Navigator*' fueron un 14.5% más pesados, un 6.8% más grandes de diámetro ecuatorial y un 2.5% mayor de diámetro polar, que los frutos del melón '*Thunderbird*'.

En la Tabla 3 se observa que el tratamiento con 0.2 mg L⁻¹ de ANA, incrementó la concentración de propionato de etilo en los frutos del melón '*Navigator*', al compararlo con el tratamiento testigo. En tanto que los tratamientos con 0.2 y 0.4 mg L⁻¹ de ANA indujeron mayor concentración de acetato de butilo aumentando 332.0 y 265.5 %, con relación a los tratamientos con 0.4 y 0 mg L⁻¹ de ANA. Mientras que estos mismos tratamientos no tuvieron efecto significativo en la concentración isobutirato de etilo, acetato de etilo, hexanato de etilo y E-2 nonenal

en los frutos del melón '*Navigator*' con respecto al testigo. Para el melón '*Thunderbird*', las dosis de 0.1, 0.2 y 0.4 mg L⁻¹ de ANA indujeron mayor concentración de isobutirato de etilo con 259, 299 y 319 % y acetato de etilo con 260, 214 y 227 % en comparación a los frutos del testigo. Mientras que para los compuestos aromáticos; propionato de etilo, acetato de butilo, hexanato de etilo y E-2 nonenal no se encontraron diferencias estadísticas con los frutos testigos.

El análisis de componentes principales muestra que los melones '*Navigator*', que los primeros dos componentes principales explican el 87.65% de la variación total de las variables analizadas (Figura 1). Mientras que para los melones '*Thunderbird*' los primeros dos componentes principales explican el 93.91% del total de la variación de las variables (Figura 2). Para el cultivar '*Navigator*', los primeros dos componentes principales indican que los frutos provenientes de plantas tratadas con ANA muestran un comportamiento diferente en comparación con los frutos de las plantas testigo, presentando mayor contenido de sólidos solubles totales, firmeza, acetato de butilo y propionato de etilo (Figura 1). Resultados similares se observan en los melones '*Thunderbird*', indicando los primeros dos componentes principales que los frutos provenientes de plantas tratadas con 0.2 y 0.4 mg L⁻¹ de ANA tuvieron un comportamiento diferente en comparación con los frutos de las plantas testigo y del tratamiento con 0.1 mg L⁻¹, presentando los frutos de las plantas testigo del melón '*Thunderbird*' la mayor firmeza y característica de color (°Hue) (Figura 2).

6.6. DISCUSIÓN

Los tratamientos de ANA indujeron mayor firmeza en los melones '*Navigator*', mientras que en los frutos de melones '*Thunderbird*' no tuvieron los mismos efectos de firmeza. Al respecto algunos estudios, indican que las aplicaciones de ANA aumentan la maduración en los frutos, debido a la acción de ACC sintasa que induce la producción de etileno (Yuan y Carbaugh 2007; Unrath *et al.* 2009; Brackmann *et al.* 2014); este efecto del ANA pudo haber incrementado la maduración de los frutos de los melones '*Thunderbird*', lo que indujo menor firmeza de fruto. La respuesta obtenida en los melones '*Thunderbird*', coincide con los resultados obtenidos por Yuan y Li (2008), quienes con la aplicación de 20 mg L⁻¹ de ANA tuvieron menor firmeza de fruto en manzanas '*Red Delicious*'. Mientras que Marini *et al.* (1993), indican que la aplicación de ANA estimula la maduración y se reduce la firmeza de los frutos de manzana '*Red Delicious*'. En tanto que el efecto positivo del ANA en los melones '*Navigator*', se puede deber a las características genotípicas del cultivar, lo que coincide con Menezes *et al.* (1998), quienes señalan que la diferencia de firmeza en frutos de melón puede deberse a la dosis ANA y al genotipo evaluado.

Los resultados muestran que los tres tratamientos de ANA aplicados pueden aumentar la calidad de fruto en el melón '*Navigator*', mejorando el contenido de SST del fruto, lo que coincide con Montaña y Méndez (2009a), quienes registraron mayor contenido de SST en frutos de melón cv Edisto 47, con aplicaciones de ANA a los 14 d después de la floración, m

ientras que Barzegar *et al.* (2015) mencionan que el aumento de la dosis de ANA en frutos de melón, incrementa la concentración de SST. En el presente estudio con la concentración de 0.4 mg L⁻¹ de ANA se obtuvo la mayor concentración de SST en el melón '*Navigator*'. Es probable que la mayor concentración de SST pueda atribuirse a una mayor eficiencia fotosintética de las hojas y al aumento de la translocación de los asimilados dentro de los frutos, en respuesta a la estimulación hormonal provocado por el ANA.

Los frutos provenientes de plantas tratadas con 0.1, 0.2 y 0.4 mg L⁻¹ del ANA tuvieron un incremento en los compuestos aromáticos en ambos cultivares, los

melones '*Navigator*' tuvieron mayores niveles de acetato de butilo y propionato de etilo, y los melones '*Thunderbird*' presentaron los mayores niveles de isopropionato de etilo y acetato de etilo. Estos resultados coinciden con los reportados por Vallone *et al.* (2013) quienes reportan que estos melones presentan ésteres y aldehídos como el grupo más abundante de compuestos volátiles, pero los compuestos de menor intensidad son el acetato de etilo y acetato de butilo. La diferencia en los tipos de compuestos aromáticos entre el '*Navigator*' y '*Thunderbird*' probablemente se relaciona con la variedad y los procesos de maduración de los frutos (Aubert y Chanforan, 2007). De acuerdo con Maroto (1990) los factores como; la dosis de regulador de crecimiento, el material vegetativo, el cultivar y las condiciones ambientales pueden influir en la respuesta de las plantas y los frutos. Al respecto, Senesi *et al.* (2005) mencionan que las concentraciones altas de acetato de etilo están asociadas con un alto grado de maduración.

6.7. CONCLUSIONES

Los tratamientos de ANA no tuvieron efecto significativo en el peso, la longitud ecuatorial y polar de los frutos de los cultivares de melón evaluados. El uso de ANA en dosis de 0.1 y 0.4 mg L⁻¹, incrementa la firmeza, sólidos solubles totales y cromaticidad de los frutos de los cultivares de melón '*Navigator*', sin alterar el peso, la longitud ecuatorial y polar de los frutos de melón.

6.8. LITERATURA CITADA

- AOAC (1998) Official Methods of Analysis. Association of Oficial Analytical Chemist. 16th edition. AOAC Internacional. Guithersburg, MD. USA.
- Aubert, C. Chanforan, C. (2007) Postharvest changes in physicochemical properties and volatile constituents of apricot (*Prunus armeniaca* L.) Characterization of 28 cultivars. Journal of Agricultural and Food Chemistry 55: 3074-3082.
- Barzegar, T., M. Eliyasi, M. y Ghahremani, Z. (2015) Effect of foliar application of naphthalene acetic acid and plant thinning on sugar contents of melon (*Cucumis melo* L.) fruit cv. 'Khatoon'. Iranian Journal of plant Physiology 5: 1281-1287.
- Beaulieu, J., C. Grimm, C., C, (2001) Identification of volatile compounds in cantaloupe at various developmental stages using solid phase microextraction. Journal of Agricultural and Food Chemistry 49: 1345-1352.
- Beaulieu, J. (2005) Within-season volatile and quality differences in stored fresh cut Cantaloupe cultivars. Journal of Agricultural and Food Chemistry 53: 8679-8687.
- Bourne, M., C. (1980) Texture evaluation of horticultural crops. HortScience 15: 51-57.
- Bower, J. Holford, P. Latché, A. Peach, J., C. (2002) Culture conditions and datechment of the fruit influence the effect of ethylene on climacteric respiration of melon. Postharvest Biology and Technology 26:135-146.
- Brackmann, A. Thewes, F., R. Anese, R., O. Both, V. (2014) Effect of growth regulators on Brookfield apple gas diffusion and metabolism under controlled atmosphere storage. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 49: 323-329.
- Burger, Y. Saar, U. Distelfeld, A. Katzir, N. Yeselson, Y. Shen, S. y Schaffer, A., A. (2003) Development of sweet melon (*Cucumis melo* L.) genotypes combing high sucrose and organic acid content. Journal of the America Society Horticultural Science 128: 537-540.
- Dugardeyn, J. Vandenbussche, F. Van Der Straiten, D. (2008) To grow or not to grow: What we can learn on thylene-gibberellin cross-talk by in silico gene expression analysis. Journal of Experimental Botany 59: 1-16.

- FAOSTAT, (2012) Producción ProdStat Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Cultivos. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Fecha de consulta 16 de noviembre del 2015.
- Jordan, M., J. Shaw, P., E. Goodner, K., L. (2001) Volatile components in aqueous essence and fresh fruit of *cucumis melo* cv *Athena* (muskmelon) by GC-MS and GC-O. Journal of agricultural and Food Chemistry 49: 5929-5933.
- Lqbal. M. Khan, M., Q. Din-UD, J. Rehman, K. Munir, M. (2009) Effect foliar application of NAA on fruit drop, yield and physico-chemical characteristics of guava (*Psidium guajava* L.) Red Flesh cultivar. Journal of Agricultural Research 47: 259-269.
- Kader, A. (2009) Postharvest Technology of Horticultural Crops. Third Ed. University of California. Agriculture and Natural Resources Publication. CA, USA. 535p.
- Marini, R., P. Byers, R., E. Sowers, D., L. (1993) Repeated applications of NAA control preharvest drop of 'Delicious' apples. Journal Horticultural Science 68:247-253.
- Maroto, J., V. (1990) Elementos de horticuultura general. Mundi –press. Madrid. España. 343 p.
- Mella, R., A. Dahal, P. Yang, H. Bradford, K., J. 1997. Quantification of GA₃ regulated in RNA abundance in Tomato seeds using tissue printing. In: Ruthland (ed). Encyclopaedia of Plant Physiology. 292-295 p.
- Menezes, J., B. Chitarra, A., B. Chitarra, M., I., F. Bicalho, U., O. (1998) Qualidade pós-colheita de melão tipo Galia durante a maturação e o armazenamento refrigerado. Horticultura Brasileira 16: 159-164.
- Minolta, (1994) Precise Color Communication. Color control from feeling to instrumentation. Minolta Ltd co. Osaka, Japan. 18p.
- Montaño, M., N., J. Méndez, N., J., R. (2009a) Efecto del ácido indol-3- acético y ácido naftalenacético sobre el largo y ancho del fruto de melón (*Cucumis melo* L.) cultivar Edisto 47. Revista UDO agrícola 9: 530-538.

- Montaño, M., N., J. Méndez, N., J., R. (2009b) Efecto de reguladores de crecimiento sobre el epicarpo, mesocarpo y sólidos solubles totales del fruto de melón (*Cucumis melo* L.) cv. Edisto 47. Revista UDO agrícola 9: 295-303.
- Nickell, L., G. (1978) Plant growth regulators. Chemical Engineering News 56: 18-34.
- Nicolás, M., Z. Fernández, P., C. Arias, S., B. Martínez, P., R. (1989) El melón. Ed Madrid: Mundi-Prensa. 173p.
- Ravi, K., H. Shanoo, H. Wail, V., K. (2005) Effect of foliar application of GA3, NAA and CCC on physico-chemical characteristics of guava cv. Sardar. Haryana Journal of Horticultural Sciences 34: 31-32.
- Sánchez, H., D., J. Fortis, H., M. Esparza, R., J., R. Rodríguez, O., J., C. De La Cruz, L., E. Sánchez, C., E. (2016) Empleo de vermicompost en la producción de frutos de melón y su calidad nutracéutica. Interciencia 41: 213-217.
- Senesi, E. Di Cesare, L., F. Prinzivalli, C. Lo Scalzo, R. (2005) Influence of ripening stage on volátiles composition, physicochemical indexes and sensory evaluation in two varieties of muskmelon (*Cucumis melo* L. var *reticulatus* Naud). Journal Science Food and Agriculture 8: 1241-1251.
- Shalit, M. Katzir, N, Tadmor, Y. Larkov, O. Burger, Y. Shalekhet, F. (2001) Acetyl-CoA: alcohol acetyltransferase activity and aroma formation in ripening melon fruits. Journal of Agricultural and Food Chemistry 49: 794-799.
- Unrath, C., R. Obermiller, J., D. Green, A. McCartney, S., J. (2009) The effects of aminoethoxyvinylglycine and naphthaleneacetic acid treatments on abscission and firmness of 'Scarletspur Delicious' apples at normal and delayed harvests. Hort. Technology 19: 620-625.
- Uzogara, S., G. (2000) The impact of genetic modification of human foods in the 21st century. Biotechnology Advances 18: 179-206.
- Vallone, S. Sivertsen, H. Anthon, G., E. Barrett, D., M. Mitcham, E., J. Ebeler, S., E. (2013) An integrated approach for flavor quality evaluation in muskmelon (*Cucumis melo* L. *reticulatus* group) during ripening. Food Chemistry 139: 171-183.

- Wang, Y., H. Behera, T., K. Kole, C. (2011) Genetics, genomics and breeding of cucurbits. CRC Press. 113-137
- Yuan, R. Carbaugh, D., H. (2007) Effects of NAA, AVG, and 1-MCP on ethylene biosynthesis, preharvest fruit drop, fruit drop, fruit maturity, and quality of 'Golden Supreme' 'Golden Delicious' apples. HortScience 42: 101-105.
- Yuan, R. Li, J. (2008) Effect of sprayable 1-MCP, AVG, and NAA on ethylene biosynthesis, preharvest fruit drop, fruit maturity and quality of delicious apples. HortScience 43: 1454-1460.

Tabla 1. Influencia del ácido naftalenacético sobre la luminosidad (L), cromaticidad (C), y ángulo de color (°Hue) en frutos de dos cultivares de melón.

Dosis de ácido naftalenacético	<i>'Navigator'</i>			<i>'Thunderbird'</i>		
	L	C	°Hue	L	C	°Hue
Testigo (0 mg L ⁻¹)	65.985 a	39.060 a	61.648 a	66.159 a	37.603 a	61.436 ab
0.1 mg L ⁻¹	65.587 a	40.725 a	60.377 a	66.159 a	37.603 a	61.436 ab
0.2 mg L ⁻¹	67.308 a	36.723 b	62.548 a	66.666 a	35.320 b	62.036 a
0.4 mg L ⁻¹	66.651 a	39.563 a	60.361 a	64.321 b	38.543 a	61.019 b

Medias con la misma letra en la columna son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Tabla 2. Influencia del ácido naftalenacético sobre la firmeza (N), sólidos solubles totales (SST), peso de frutos, longitud ecuatorial (LE) y longitud polar (LP) en frutos de dos cultivares de melón.

Dosis de ácido naftalenacético	Firmeza (N)	SST (°Brix)	Peso de frutos (kg)	Longitud Ecuat (LE)	Longitud Polar (LP)
<i>'Navigator'</i>					
Testigo (0 mg L ⁻¹)	35.548 b	12.380 b	1.4332 a	44.980 a	23.600 a
0.1 mg L ⁻¹	41.456 ab	13.628 a	1.4749 a	46.000 a	22.400 a
0.2 mg L ⁻¹	35.408 b	12.348 b	1.5188 a	45.300 a	23.900 a
0.4 mg L ⁻¹	42.980 a	13.228ab	1.5038 a	46.500 a	24.000 a
<i>'Thunderbird'</i>					
Testigo (0 mg L ⁻¹)	39.646 a	11.932 a	1.2003 a	42.140 a	22.020 a
0.1 mg L ⁻¹	36.808 ab	11.384ab	1.4196 a	43.700 a	23.900 a
0.2 mg L ⁻¹	36.684a b	10.596 b	1.2258 a	42.160 a	22.510 a
0.4 mg L ⁻¹	33.684 b	12.064 a	1.3330 a	43.080 a	23.200 a

Medias con la misma letra en la columna son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

Tabla 3. Influencia del ácido naftalenacético sobre los compuestos volátiles de frutos de dos cultivares de melón.

Dosis de ácido naftalenacético	Isobutirato de etilo (Cts)	Propionato de etilo (Cts)	Acetato de etilo (Cts)	Acetato de butilo (Cts)	Hexanoato de etilo (Cts)	E-2 Nonenal (Cts)
‘Navigator’						
Testigo (0 mg L ⁻¹)	2289.0 a	544.7 b	1340.8 a	1836.8 b	5231.5 a	1256.5 a
0.1 mg L ⁻¹	2363.1 a	705.5 b	1095.5 a	4026.9 ab	5009.0 a	1061.8 a
0.2 mg L ⁻¹	2438.0 a	867.0 a	823.0 a	6099.8 a	4787.3 a	855.0 a
0.4 mg L ⁻¹	1597.8 a	403.5 b	1405.8 a	4878.8 a	4262.7 a	968.2 a
‘Thunderbird’						
Testigo (0 mg L ⁻¹)	471.0 b	546.4 a	578.0 b	2670.0 a	6799.5 a	976.2 a
0.1 mg L ⁻¹	1224.2 a	990.4 a	1504.0 a	4287.3 a	1944.9 a	824.4 a
0.2 mg L ⁻¹	1410.0 a	845.2 a	1240.0 a	3129.8 a	2784.5 a	928.0 a
0.4 mg L ⁻¹	1503.5 a	624.0 a	1314.5 a	3869.5 a	3495.3 a	985.2 a

Medias con la misma letra en la columna son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha \leq 0.05$).

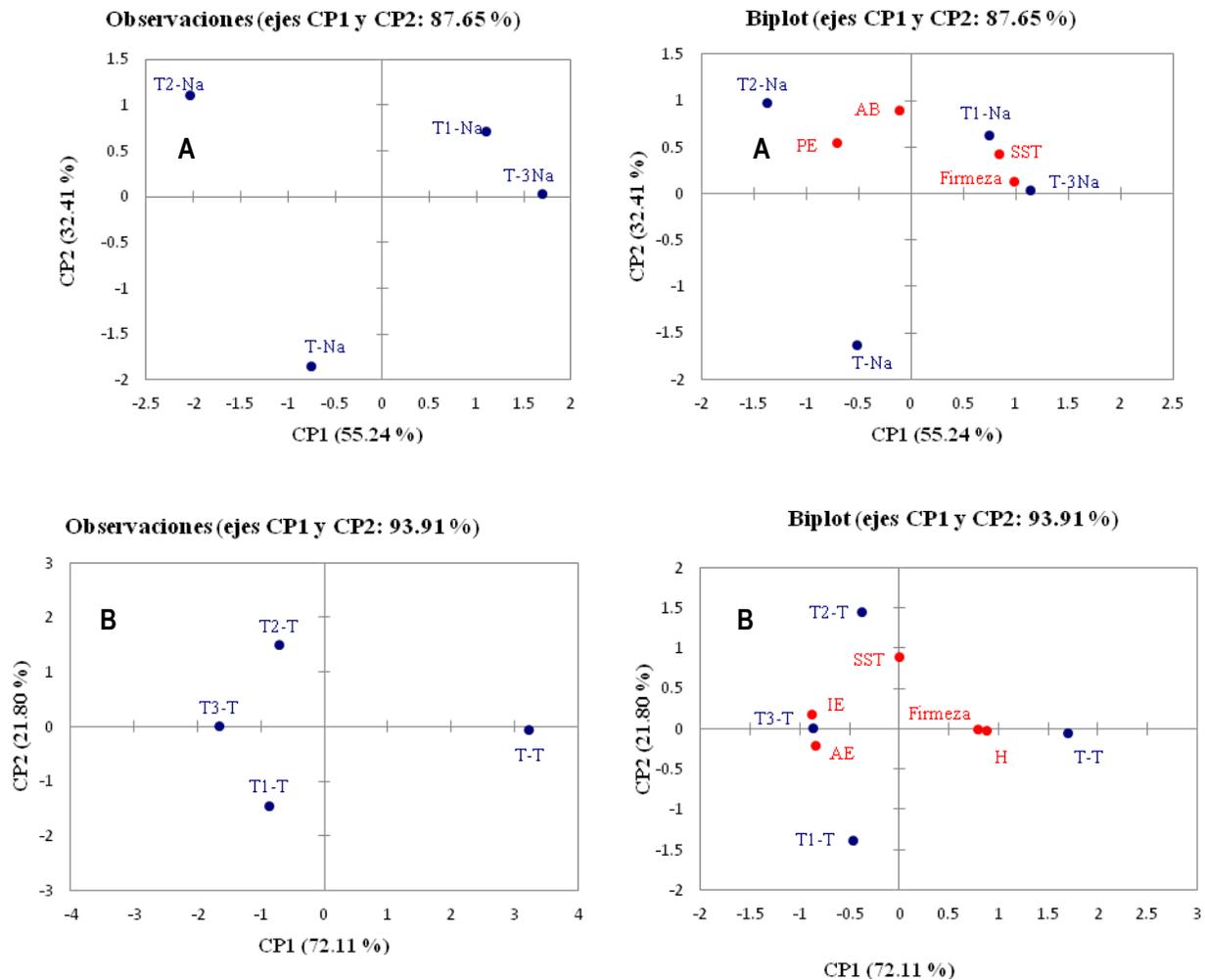


Figura 1. Diagrama de dispersión de diferentes dosis de ácido naftalenacético, 0.1 (T1-Na), 0.2 (T2-Na) y 0.4 mg L⁻¹ (T3-Na) sobre parámetros de calidad y compuestos volátiles en frutos de melón 'Navigator' (A) y 'Thunderbird'(B).

VII. CONCLUSIONES GENERALES

Los cultivares de tipo *Honeydew* tuvieron mejores resultados en la evaluación de los sólidos solubles totales, firmeza, longitud polar y longitud ecuatorial, en comparación con los frutos de los cultivares *Cantaloupe*.

Los cultivares '*Dreamdew*', de tipo *Honeydew* podría ser unos de los cultivares que se consideren para un mercado de exportación, ya que cumplen con variables de calidad.

Los frutos '*Navigator*', '*Expedition*' y '*Thunderbird*' de tipo *Cantaloupe* fueron los cultivares que mejor respuesta tuvieron en las características de calidad y rendimiento evaluadas.

El uso de ANA incrementa los parámetros de calidad como el color de la pulpa, firmeza y sólidos solubles totales, en frutos de melón '*Navigator*'. Sin embargo, no altera los componentes del rendimiento (peso, longitud ecuatorial y polar de los frutos). Los efectos en los componentes de calidad dependen de la dosis del ANA y del cultivar.

Los frutos de '*Thunderbird*', '*Navigator*', '*Samoa*' y '*Pitayo*' pertenecientes a los frutos de tipo *Cantaloupe* son los que alcanzan mejores rendimientos y SST, mientras que, los cultivares '*Dreamdew*' '*Summerdew*' de tipo *Honeydew* son los que mejor respuesta presentan en rendimiento y SST.

Con respecto al ANA, la aplicación de 0.4 mg L^{-1} podría ser una alternativa para mejorar el rendimiento y calidad en los frutos de '*Thunderbird*', '*Navigator*', *Samoa*, '*Pitayo*' pertenecientes a los de tipo *Cantaloupe* y '*Dreamdew*' '*Summerdew*' de tipo *Honeydew*. De acuerdo con estos resultados, se podría recomendar a los agricultores el uso del ANA y de los cultivares ya mencionados en el Valle de Mexicali.

VIII. LITERATURA GENERAL EN INTRODUCCIÓN

- Abarca, R., P. (2017). Manual de manejo agronómico para cultivo de melón (*Cucumis melo L.*). Boletín INIA. N01. Santiago pp 61-65.
- Acuna, A., M. Murphy E., G. (2007). Espectroscopia infrarroja y análisis multivariable para predecir la densidad de la madera de pino oregón. *Bosque*, 28 (3): 187-197.
- Aggelis, A. John, I and Grierson D. (1997). Analysis of physiological and molecular changes in melon (*Cucumis melo L.*) varieties with different rates of ripening. *J. Exp. Bot.* 48: 769-778.
- Barzegar, T., M. Eliyasi, M. y Ghahremani, Z. (2015) Effect of foliar application of naphthalene acetic acid and plant thinning on sugar contents of melon (*Cucumis melo L.*) fruit cv. 'Khatooni'. *Iranian Journal of plant Physiology* 5: 1281-1287.
- Bauchot, D., A. Mottram, D., S. Dodson, A., T. John, P. (1998). Effect of aminocyclopropane 1-carboxylic acid oxidase antisense gene on the formation of volatile esters in cantaloupe Charentais melon (cv. Védraçais). *J. Agric. Food Chem.* 46: 4787-4792.
- Beaulieu, J., (2005). Within-season volatile and quality differences in stored fresh-cut cantaloupe cultivars. *J. Agric. Food Chem*, 53, 8679-8687.
- Beaulieu, J., C. Grimm, C., C, (2001) Identification of volatile compounds in cantaloupe at various developmental stages using solid phase microextraction. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49: 1345-1352.
- Beaulieu, J. (2006). Volatile changes in cantaloupe during growth, maturation, and in stored fresh-cuts prepared from fruit harvested at various maturities. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 131, 127-139.
- Borrego, F. López, A. Fernández, J., M. Murillo, M. Rodríguez S., A. Reyes, A. Martínez, J., M. (2001). Evaluación agronómica de melón (*Cucumis melo L.*) bajo condiciones de campo. *AGRONOMÍA MESOAMERICANA* 12 (1): 57-63.

- Bourne, M. (2002). Food texture and viscosity. New York: Academia Press. 2ed.
- Brummell, D., A. (2006). Cell Wall disassembly in ripening fruit. *Funct. Plant Biol.* 33: 103-119.
- Brackmann, A. Thewes, F., R. Oliveira, A., R. Both, V. Linke, J., W. Schultz, E., E. (2014). Aminoethoxyvinylglycine: isolated and combined with other growth regulators on quality of Brookfield apples after storage. *Scientia Agricola*. Pp 221-228.
- Burger, Y. Saar, U. Distelfeld, A. Katzir, N. Yeselson, Y. Shen, S. y Schaffer, A., A. (2003). Development of sweet melon (*Cucumis melo* L.) genotypes combining high sucrose and organic acid content. *Journal of the American Society Horticultural Science* 128: 537-540.
- Buttery, R., G. Seifert, R., M. Ling, L., C. Soderstrom, E., L. Ogawa, J., M. y Turhbaugh, J., G. (1982). Additional aroma components of honeydew melon. *Journal of Agricultural and food Chemistry*, 32, 674-676.
- Chai, Q. Wu, B. Liu, W. Wang, L. Yang, C. Wang, Y. Fang, J. Lui, Y. Li, S. (2012). Volatiles of plums evaluated by HS-SPME with GC-MS at the germplasm level. *Food Chem.* 130. pp 432-440.
- Chávez, S. y Franco, H. (1996). Propiedades biomecánicas de los frutos, caso zarzamora. En: Memoria IX Curso de Actualización, Frutales con futuro en el Comercio Internacional. Fundación Salvador Sánchez Colín. CICTAMEX, S.C. México.
- Culter, S. Bonetta, D. (2009). Plant Hormones. Methods and Protocols. Second Edition. pp 21-38.
- D'Agostino, M., F. Sanz, J. Sanz, M., L. Giuffrè, A., M. Sicari, V. Soria, A., C. (2015). Optimization of solid-Phase Microextraction method for the Gas Chromatography-Mass Spectrometry analysis of blackberry (*Rubus ulmifolius* Schott) fruit volatile`s, *Food Chem.* 178. pp 10-17.

- Cortés, V., N. (1997). Los tipos de melón comerciales, En: Melones. Namesny A. Compendios de horticultura. Ediciones de Horticultura, Zaragoza España. Primera edición. pp: 35-40.
- El-Sharkawy, I. Manríquez, D. Flores, F., B. Regad, F. Bouzayen, M., Latché, A. Pech, J., C. (2005). Functional characterization of a melon alcohol acyltransferase gene family involved in the biosynthesis of ester volatiles. Identification of the crucial role of a threonine residue for enzyme activity. *Plant Mol. Biol.* 59, 345-362.
- Fallik, E., Alkali-Tuvia. S. Horev, B. Copel, A. Rodov, V. Aharoni, Y. Ulrich, D. Schulz, H. (2001). Characterisation of Galia melon aroma by GC and mass spectrometric sensor measurements after prolonged storage. *Postharvest Biol. Technol.* 22, 85-91.
- FAO/STAT. (2016). Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Producción. ProdStat. Cultivos. [En línea]. Disponible en <http://http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor> [Revisado el 10 de marzo de 2018].
- Fekete, A. (1994). Elasticity Characteristics of fruits. *Acta Hort.* 368, 199-205.
- Flores, F. El-Yahyaoui, F. de Billerbeck, G. Romojaro, F. Latché, A. Bouzayen, M. Pech, J., C. Ambid, C. (2002). Role of ethylene in the biosynthetic pathway of aliphatic ester aroma volatiles in Charentais Cantaloupe melons. *J. Exp. Bot.* 53, 201-206.
- Gorgattineto, A. Gayet, J., P. Bleinroth, E., W. Matallo, M., Garcia, E., E., C. Garcia, A., E. Ardito, E., F., G. Bordin, M., R. (1994). Melão para exportação: procedimentos de colheita e de pós-colheita. Brasília, DF: Embrapa-SPI/FRUTEX, 37 p.
- Hernández, A. García, A. (2002). A review about nondestructive technologies for fruit quality evaluation. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 11 (3): 31-38.

- Hernández, G. Antihus, W. Jun and García Pereira, Annia. (2005). Impulse response of pear fruit and its relation to Magness-Taylor firmness during storage, *Postharvest Biology and Technology*, 35, 209-215.
- Hernández, A. García, A. Wang, J. (2007). Using electronic nose technique to monitoring tomato maturity states during shelf live. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 16 (1) 24-30.
- Iqbal, M. Khan, M., Q. Din-Ud, J. Rehman, K. Munir, M. (2009). Effect of foliar application of NAA on fruit drop, yield and physic-chemical characteristics of guava (*Psidium guajava* L) Red Flesh cultivar. *J. Agric. Res.* 4 (3): 259-269.
- Kader, A., A. (1992). *Postharvest technology of horticultural crops*. California: University of California. p 519.
- Kader, A., A. (2007). *Tecnología Poscosecha de Cultivos Hortofrutícolas*. California: University of California p 37.
- Kano, Y. (2002). Relationship between sucrose accumulation and cell size in 4-CPA-treated melon fruits (*Cucumis melo* L) *Journal for Horticultural Science Biotechnology*. 77: 546-550.
- Konopacka, D. Plochanski, W., J. (2004). Effect of storage conditions on the relationship between apple firmness and texture acceptability. *Postharvest Biology and Technology*, 32 (2), 205- 211.
- Kourkoutas, D. Elmore, J., S. Monttram, D., S. (2006). Comparison of volatile compositions and flavor properties of cantaloupe, Galia and Honeydew muskmelons. *Food Chem.* 97, 95-102.
- Lamikanra, O. Richard, O., A. (2002). Effect of storage on some volatile aroma compounds in fresh-cut *Cantaloupe* melon. *J. Agric. Food Chem.* 50: 4043-4047.
- Lammertyn, J. Veraverbeke, E., A. Irudayaraj, J. (2003). ZNose™ technology for the classification of honey based on rapid aroma profiling. *Science Direct*. P. 1-9.

- Li, Z. Yao, L. Yang, Y. Li, A. (2006). Transgenic approach to improve quality traits of melon fruit. *Scientia Horticulturae*, 108: 268-277.
- Lucchetta, L. Manrique, D. El-sharkawy, I. Flores, F., B. Sanchez- Bel, P. Zouine, M. Ginies, C. Bouzayen, M. Rombaldi, C. Pech, J., C. Latché, A. (2007). Biochemical and catalytic properties of melon. Sulfur-containing ester formation, regulatory role of CoA-SH in activity, and sequence elements conferring substrate preference. *J. Agric. Food Chem.* 55: 5213- 5220.
- Mckellar, R., C. Rupasinghe, H., P.V. Lu, X. Knight, K., P. (2005). The electronic nose as a tool for the classification of fruit and grape wines from different Ontario wineries. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 85: 2391-2396.
- Monje, P., J., E. (2011) Aspectos económicos en la producción de melón en taller de producción de melón en invernadero. Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica,
- Montaño, M., N., J, Méndez NJR (2009) Efecto de reguladores de crecimiento sobre el epicarpio, mesocarpio y sólidos solubles totales del fruto de melón (*Cucumis melo* L.) cv. Edisto 47. *Revista UDO Agrícola* 9 (2): 295-303.
- Moshonas, M., G. Shaw, P., E. Baldwin, E., A. Yuen, W., (1993). Volatile and non-volatile components in Hami melon (*Cucumis melo* L.). *Lebensm. Wiss. Technol.* 26, 577-589.
- Nicolas, M., Z. Fernandez, P., C. Arias, S., B. Martínez, P., R. (1989). El melón. Ed Madrid: Mundi-Prensa. p 173.
- Nijssen, L., M. Visscher. C., A. Maarse, H. Willemsens, L., C. Boelens, M., H. (1996). In volatile compounds in food- qualitative and quantitative data (7th ed). Zeist, The Netherlands: TNO Nutrition and Food Research Institute.
- Nuñez-Palenius, H., G. Gómez-Lim. M. Ochoa-Alejo, N. Grumet, R. Lester, G. Cantliffe, D., J. (2008). Melon fruits: genetic diversity, physiology, and biotechnology features. *Crit. Rev. Biotechnol.* 28:13-55.

- Peñaloza, A., P. (2001). Semillas de hortalizas. Manual de producción. Ediciones Universitarias de Valparaíso. Valparaíso. Chile. 161 p.
- Pharr, D., M. (1994). Melon: biochemical and physiological control of sugar accumulation. *Encyclopedia of Agricultural Science*, 3: 25-37.
- Portela, S., I. and Cantwell, M., I. (1998). Quality changes of minimally processed honeydew melons stored in air or controlled atmosphere. *Postharvest Biol. Technol.* 14: 351-357.
- Ravi, k., H. Shanoo, B. and Wail, V., V. (2005). Effect of foliar application of GA₃, NAA and CCC on physico-chemical characteristics of guava cv. Sardar. *Haryana Journal of Horticultural Sciences*, 34 (1-2): 31-32.
- Rodov, V. Horev, B. Vinokur, Y. Copel, A. Aharoni, Y. Aharoni, N. (2002). Modified-atmosphere packaging improves keeping quality of Charentais-type melons. *HortScience* 37: 950-953.
- Robinson, R. W., Decker- Walters, D. S. (1997). Cucurbits. CAB international. First edition. pp: 66-67.
- Salunkhe, D., K. Desai, B., B. (1984). Postharvest biotechnology of vegetables. CRC. Press Inc. Boca Raton Florida, Primera edicion. pp: 71.
- Shalit, M. Katzir, N. Tadmor, Y. Larkov, O. Burger, Y. Shalekhet, F. Lastochkin, E. Ravid, U. Amar, O. Edelstein, M. Karchi, Z. Lewinsohn, E. (2001). Acetyl-CoA: alcohol acetyltransferase activity and aroma formation in ripening melon fruit. *J. Agric. Food Chem.* 49: 794-799.
- Shmulevich, I. Galili, N. and Howarth, M., S. (2003). Nondestructive dynamic testing of apples for firmness evaluation. *Postharvest Biology and Technology*, 29, 287-299.
- SIAP. (2016). Anuarios estadísticos de la producción agrícola. Servicios de Información Agroalimentaria y pesquera. [En línea]. Disponible en <http://>

<http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>
[Revisado el 10 de marzo del 2018].

- Singh, K. Reddy S., B. (2006). Post-harvest physic-mechanical properties of orange peel and fruit, *Journal of Food Engineering*, 73, 112-120.
- Suset, A., H., M. Taymer, M. Maybe, C. Duquesne, P. Iglesias, J., M. Yuseika, O. Mesa, A., M., M. Ramírez, W. (2009). La proyección estratégica participativa como alternativa de cambio en unidades básicas de producción cooperativa de la provincia de Matanzas. *Agrodesarrollo II. Simposio Científico- Técnico*. pp 1-7.
- Torres, J., M. (1997). Los tipos de melón comerciales. In: Vallespir, A.N. ed. *Melones*. Madrid. Ediciones de Horticultura, S, L. pp. 13-20.
- United Nation Economic Commission for Europe. (2006). *Melon. UNECE Standard FFV-23 Concerning Marketing and Commercial Quality Control of MELONS 2006 edition*. United Nations. New York.
- Uzogara, S., G. (2000). The impact of genetic modification of human foods in the 21st century. *Biotechnol. Adv.* 18, 179-206.
- Vázquez, M., J. Lorenzo, R., A. Cela, R. (2003). The use of an electronic nose device to monitor the reopening process of anchovies. *International Journal of Food Science y Technology* 38: 273-284.
- Verzera, A. Dima, G. Tripodi, G. Ziino, M. Lanza, C., M. Mazzaglia, A. (2010). Fast quantitative determination of aroma volatile constituents in melon fruits by headspace-solid-phase microextraction and gas chromatography mass spectrometry. *Food Anal. Methods* 4: 141-149.
- Unrath, C., R. Obermiller, J., D. Green, A. McCartney, S., J. (2009). The effects of aminoethoxyvinylglycine and naphthaleneacetic acid treatments on abscission and firmness of Scarletspur Delicious apples at normal and delayed harvest. *HortTechnology* 19: 620-625.

- Wang, J. Zhou, Y. (2010). Electronic-nose technique: Potential for monitoring maturity and shelf life of tomatoes. *New Zealand of Agricultural Research*, 50: 1219-1228.
- Wang, Y., H. Behera, T., K. Kole, C. (2011). *Genetics, Genomics and Breeding of Cucurbits*. CRC Press.
- Yeshitela, T. Robbertse, P., J. and Stassen, P., J., C. (2004). Paclobutrazol suppressed vegetative growth and improved yield as well as fruit quality of Tommy Stkins mango (*Mangifera indica*) in Ethiopia. *N.Z.J. Crop Hortsci.* 32 (3): 281-293.
- Yuan, R. Carbaugh D., H. (2007). Effects of NAA, AVG, and 1-MCP on ethylene biosynthesis, preharvest fruit drop, fruit maturity, and quality of 'Golden Supreme' and 'Golden Delicious'. *HortScience* 42: 101- 105.