

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Complejo Hormonal y Micronutrientes en Calidad del Fruto de Mandarina
(*Citrus reticulata* Blanco) CV Dancy en dos Ciclos de Producción

Por:

ANGEL EMANUEL RODRÍGUEZ RIOS

TESIS

Presentada como requisito para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Buenavista, Saltillo, Coahuila

Agosto de 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Complejo Hormonal y Micronutrientes en Calidad del Fruto de Mandarina
(*Citrus reticulata* Blanco) CV Dancy en dos Ciclos de Producción

Por:

ANGEL EMANUEL RODRÍGUEZ RIOS

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Juan José Galván Luna

Asesor Principal



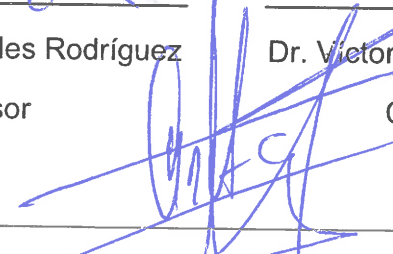
Dra. Fabiola Aureoles Rodríguez

Coasesor



Dr. Victor Manuel Reyes Salas

Coasesor



Dr. José Antonio González Fuentes
Coordinador de la División de Agronomía



Buenavista, Saltillo, Coahuila

Agosto de 2020

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Le agradezco por bendecir y guiar mi camino y permitirme lograr esta meta, dándome las fuerzas para superar todos los obstáculos y dificultades a lo largo de mi carrera. Gracias por darme la fortaleza para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi Alma Terra, Mater (UAAAN)

Le doy gracias por haberme brindado la oportunidad de formar parte de esta gran familia, por permitirme estudiar la carrera de Ingeniero Agrónomo en Horticultura y ser orgullosamente buitre de la Narro.

A La Dra. Fabiola Aureoles Rodríguez.

Le agradezco por a ver compartido sus conocimientos y sus experiencias en cuanto a las materias que imparte.

Al Dr. Juan José Galván Luna.

Le agradezco por todo el apoyo que me brindo durante mi estancia en la universidad y sus buenos consejos los cuales me sirvieron para no abandonar mis objetivos.

Al Sr. Ramiro Sepúlveda

Por las facilidades prestadas para la realización del presente trabajo en su huerta Hacienda "La Española" de Montemorelos, Nuevo León.

A la T.A. María Guadalupe Pérez Ovalle

Por su apoyo fundamental en la realización de los análisis de frutos en el laboratorio de Postcosecha del Departamento de Horticultura

DEDICATORIA

A mis padres.

Macaria Ríos Ponce y Juan Honorio Rodríguez Tolentino.

Por todo su apoyo y a mi madre en especial por ese amor tan inmenso que me demuestra a lo largo de mi vida y por sus consejos y regaños.

A mi hermana Laura Elena y mi cuñado Guillermo Soto.

Por todo su apoyo, sus consejos por haberme aguantado en su casa y haber tomado el papel de padres durante toda mi estancia en la universidad.

A mi esposa y mis hijos.

Norma Patricia Rodríguez Hernández a Emiliano y Valeria.

Por ser parte de mi vida, por acompañarme en mis buenos y malos momentos por ese amor tan grande que me dan día a día, por todo su apoyo en mis proyectos y esa dedicación a nuestra familia, y en especial a mis hijos quienes son el motor que mueve mi vida por ese amor que me dan, por acompañarme en este camino.

Al Dr. Juan José Galván Luna.

Por todo el apoyo brindado dentro y fuera de la universidad por todas las vivencias y anécdotas compartidas y por qué sin su apoyo esto no hubiera sido posible.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIA	iv
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
I INTRODUCCIÓN	9
1.1 Importancia mundial y nacional	9
1.2 La citricultura en el estado de Nuevo León	9
II. REVISIÓN DE LITERATURA	10
2.1 Crecimiento de los cítricos	10
2.2 Factores nutricionales de los cítricos	11
2.3 Reguladores del crecimiento en cítricos	12
2.4 La citricultura como industria	13
2.5 Trabajos científicos relacionados con la mandarina	15
2.6 Objetivos	17
2.7 Hipótesis	17
III MATERIALES Y MÉTODOS	18
3.1 Descripción de los tratamientos	18
3.2 Diseño experimental	19
3.3 Variables evaluadas	19

3.4	Peso del fruto	19
3.5	Diámetro polar y ecuatorial	19
3.6	Firmeza del fruto	19
3.7	Sólido solubles ° Brix	20
3.8	Grosor de la cáscara	20
3.9	Número de semillas	20
3.10	Número de gajos	20
3.11	pH	20
3.12	Peso del jugo	21
3.13	Vitamina "C"	21
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
4.1	Peso del fruto	23
4.2	Diámetro ecuatorial	23
4.3	Sólidos solubles (° Brix)	24
4.4	Firmeza del fruto	25
4.5	Volumen del jugo	26
4.6	Grosor de la cáscara	27
4.7	Peso del jugo	28
4.8	Porcentaje del jugo	29
4.9	Vitamina "C"	29
V.	CONCLUSIONES	31
VI.	LITERATURA CITADA	32

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Primer experimento (2017)	18
Cuadro 2.	Segundo experimento (2018)	18

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Peso del fruto en mandarina 'Dancy' en Montemorelos N. L. con la aplicación de un complejo hormonal y micronutrientes.	23
Figura 2.	Diámetro ecuatorial del fruto en mandarina 'Dancy' en Montemorelos N. L. con la aplicación de un complejo hormonal y micronutrientes.	24
Figura 3.	Contenido de sólidos solubles ("Brix) del fruto en mandarina 'Dancy' en Montemorelos, N. L. con la aplicación de un complejo hormonal y micronutrientes.	25
Figura 4.	Firmeza en mandarina "Dancy" con la aplicación de un complejo hormonal y micronutrientes.	26
Figura 5.	Volumen de jugo en mandarina "Dancy" con la aplicación de un complejo hormonal y micronutrientes.	27
Figura 6.	Grosor de cascara en mandarina "Dancy" con la aplicación de un complejo hormonal y micronutrientes.	28
Figura 7.	Peso del jugo en mandarina "Dancy" con la aplicación de un complejo hormonal y micronutrientes.	28
Figura 8.	Porcentaje de jugo en mandarina "Dancy" con la aplicación de un complejo hormonal y micronutrientes.	29
Figura 9.	Vitamina "C" en mandarina "Dancy" con la aplicación de un complejo hormonal y micronutrientes.	30

RESUMEN

Se evaluaron los efectos de un complejo hormonal con micronutrientes en algunas características de calidad del fruto de mandarina en Montemorelos, Nuevo León, los objetivos de este trabajo fueron cuantificar los efectos del complejo hormonal Biozyme TF® y micronutrientes en calidad de la mandarina Dancy e identificar las mejores dosificaciones que den como resultado una mayor calidad del fruto en dos ciclos de producción (2017 – 2018). Se trabajó con un suelo no salino, arcilloso, con un pH de 7.1, rico en materia orgánica, y árboles con niveles deficientes de nitrógeno, magnesio y zinc, óptimo de potasio, calcio, hierro y cobre, pero bajos en manganeso. Se usaron como fuente el complejo hormonal Biozyme TF® y micronutrientes foliares: Poliquel zinc® y Poliquel multi®. Las variables evaluadas fueron: diámetro polar y ecuatorial, peso del fruto, firmeza del fruto, grosor de cáscara, número de gajos, número de semillas, grados Brix, pH, contenido de jugo, peso del jugo, volumen de jugo y contenido de vitamina "C". Los resultados de las variables que se evaluaron muestran la inexistencia de diferencias estadísticas significativas en los tratamientos al evaluar las variables: diámetro polar, grados brix, número de gajos, número de semillas, ph del jugo, porcentaje de jugo, peso de jugo y vitamina "C". En cambio hubo diferencias estadísticas significativas en los tratamientos peso de fruto, diámetro ecuatorial y volumen de jugo y diferencias altamente significativas en la evaluación de firmeza y grosor de cáscara del fruto.

Palabras clave: Mandarina, calidad, fruto, fitohormonas

INTRODUCCIÓN

Importancia mundial y nacional de los cítricos

México es líder en producción de cítricos, al ubicarse como el quinto productor a nivel mundial (4.6% del total), aunque detrás de China (21%), Brasil (18%), Estados Unidos (8%) e India (6%). En el mundo, los principales países productores y exportadores de mandarina (*Citrus reticulata*) son China y España, México ocupa el lugar número 13 como productor con más de 450 mil toneladas de producción anual en promedio (FAOSTAT, 2012)

La citricultura en México es una actividad de gran importancia económica y social, se realiza en poco más de medio millón de hectáreas, en regiones con clima tropical y sub-tropical de 23 entidades federativas. De esa superficie, aproximadamente 80% se destina a los denominados cítricos dulces, cuya producción es de 4.9 millones de toneladas por cosecha, principalmente de naranja (83% del total), toronja (8%), mandarina (5%) y la tangerina (4%) (SAGARPA, 2012).

En el país se cultivan poco más de 290 mil toneladas de mandarina anualmente siendo los estados de Veracruz, Puebla y Nuevo León los principales productores de este cítrico, donde el mayor rendimiento se obtiene durante los meses de octubre a diciembre.

La citricultura en el estado de Nuevo León

La importancia de la citricultura en el estado consiste en que aporta el 14% de la producción nacional. NL tiene 2,695 huertas con 25,457 hectáreas ubicadas en los Municipios de Montemorelos, General Terán, Cadereyta, Linares, Allende y Hualahuises. Con una producción de 306,155 toneladas y valor de 237 millones 979 mil 387 pesos, esta actividad provoca una derrama económica que trae consigo la comercialización de combustibles, lubricantes, transporte y mano de obra, principalmente en la cosecha; agroquímicos y fertilizantes, sistemas de riego, plásticos, cajas de cartón, entre otros insumos y servicios, incluyendo la industrialización y comercialización (N.L.,2012).

En Montemorelos, General Terán y Cadereyta Jiménez se cosecha naranja, mandarina y toronja (355 mil toneladas al año), que representan 80 por ciento de los cultivos del estado, los cultivos principales en el estado fueron la mandarina, que ocupó el tercer lugar nacional, con 12 por ciento del volumen; la naranja se colocó en el cuarto sitio, con 6.7 por ciento, al igual que la toronja, con 5.6 por ciento de producción nacional (SAGARPA 2012).

REVISIÓN DE LITERATURA

Crecimiento de los cítricos

El fruto de los cítricos es una baya modificada denominada hesperidio, el cual surge como consecuencia del crecimiento del ovario; está formado por aproximadamente diez unidades carpelares que rodean el eje floral y al contactar entre sí forman los lóculos en cuyo interior crecen las semillas y los sacos de jugo.

El crecimiento del fruto sigue una curva sigmoideal caracterizada por tres períodos o fases bien definidas:

Fase I o período de división celular, comprendido entre la antesis y el fin de la caída fisiológica, caracterizada por un rápido crecimiento del fruto debido a la división celular, con el consiguiente aumento del número de células de todos los tejidos en desarrollo, excepto el eje central; el aumento del tamaño se debe principalmente al crecimiento de la corteza. En esta fase que dura aproximadamente dos meses queda definido el tamaño potencial del fruto.

Fase II o período de crecimiento lineal, de duración variable entre dos y seis meses según la variedad, comprendido entre el fin de la caída fisiológica hasta poco antes del cambio de color; este período se caracteriza por una expansión de los tejidos acompañada por un agrandamiento celular y la formación de un mesocarpio esponjoso, con la ausencia de división celular en casi todos los tejidos excepto el exocarpio. El aumento de tamaño se debe principalmente al desarrollo de los lóculos, en cuyo interior las vesículas de jugo llegan a alcanzar su máxima longitud y volumen y el contenido de jugo de sus células aumenta.

Fase III o período de maduración, el cual se caracteriza por una reducida tasa de crecimiento y se dan los cambios relacionados a la maduración tanto interna como externa, que si bien coinciden, están sujetos a controles distintos; en la parte externa se observa la pigmentación de la corteza debido a la degradación enzimática de las clorofilas del flavedo y la síntesis de carotenoides y en la parte interna ocurre el aumento de los sólidos solubles y la disminución de los ácidos libres en forma progresiva debido a su dilución y metabolización (Guardiola, 1992).

En 'Montenegrina', como en los demás cítricos con semillas, las hormonas sintetizadas en éstas son las que regulan el crecimiento del fruto. En la fase I las principales hormonas responsables del crecimiento de los frutos son las giberelinas 6 (Gas) (activas promotoras del proceso de división celular) y las citoquininas (estimuladoras del proceso) .

En la fase II las auxinas (promotoras del proceso de alargamiento o elongación celular), junto con las GAs (activadoras también del proceso de alargamiento celular) con un papel menos importante son las que regulan el crecimiento. Mientras que en la fase III el ABA y el etileno promueven la maduración, mientras que las GAs retrasan la degradación de clorofilas y la acumulación de carotenoides en la corteza (Agustí, 2003).

Los factores exógenos también influyen en la determinación del tamaño final del fruto y en la alternancia, entre ellos se encuentran los factores ambientales como temperatura, régimen hídrico y precipitaciones, y los factores edáficos y nutricionales.

El crecimiento de los frutos cítricos se da en el entorno de 10 a 28 °C o 30 °C, rango dentro del cual la tasa de crecimiento de los frutos se incrementa con la temperatura; temperaturas superiores a este rango pueden provocar una reducción de la tasa de crecimiento a lo largo del ciclo de desarrollo o pueden limitar el cuajado durante la fase I de desarrollo; a su vez temperaturas inferiores a 13 °C reducen la tasa de crecimiento y en forma más marcada en temperaturas por debajo de 8 °C, ocurriendo un cese del crecimiento de los frutos si se dan condiciones de temperatura inferiores a 3 °C (Agustí, 2003).

El régimen hídrico afecta considerablemente el tamaño de los cítricos principalmente si no se cuenta con riego asociado al cultivo. Uruguay se encuentra en una región de clima subtropical húmedo, en donde las precipitaciones promedio oscilan en torno a los 1200 mm, pero con una gran variabilidad interanual y estacional, lo que sumado a una alta evapotranspiración en los meses estivales, lleva a que el cultivo en secano se encuentre sometido durante el ciclo productivo a periodos más o menos intensos de déficit hídricos. Éstos, producidos durante el período de crecimiento del fruto, pueden provocar retrasos irreversibles en el tamaño final (Otero et al. 2009).

Factores nutricionales de los cítricos

El suelo en función de la composición mineralógica afecta el tamaño de fruto. Agustí (2003a), sostiene que en suelos arcillosos el tamaño de fruto es inferior al de suelos francos, y en suelos arenosos el tamaño de fruto es superior a este último (Quiñones et al. 2011).

Los factores nutricionales influyen también en el tamaño final del fruto y en la alternancia; el estado nutricional de las plantas está determinado por factores dependientes del suelo

(características físicas, químicas y biológicas), de la planta (pie, variedad, estado fitosanitario, cosecha previa, etc) y de las condiciones climáticas. La disponibilidad de elementos minerales en el medio se puede determinar en buena forma a través de la concentración foliar. Es así que se asocia que niveles foliares de N por debajo del rango óptimo causan un escaso cuajado y los frutos en la madurez alcanzan pequeño tamaño y corteza fina; la corrección de la deficiencia hasta llegar a valores óptimos provoca un aumento del número de frutos cosechados y del tamaño y además aumenta el contenido de jugo y vitamina C (Agustí, 2003).

Reguladores del crecimiento en cítricos

Por otro lado los reguladores de crecimiento se definen como compuestos orgánicos, naturales o sintéticos que modifiquen o inhiben el crecimiento o desarrollo de la planta, siempre que lo hagan de manera similar a como actúan las hormonas vegetales (Lluna, 2006).

Con los reguladores de desarrollo o fitoreguladores tratamos de modificar algún proceso fisiológico de la planta. Por ello tenemos que tener claro que es lo que queremos modificar. Para poder modificar debemos conocer la fisiología de la planta, teniendo en cuenta que cada variedad de cítricos es distinta y no conviene extrapolar a la ligera de una variedad a otra.

Los principales usos de los fitoreguladores utilizados en cítricos son: Aumentar la productividad, la calidad en cuanto al tamaño y mejora de la piel, etc. Otro uso importante es la desverdización de los frutos cítricos que se realiza en postcosecha.

Antes de dar tratamientos con cualquier fitoregulador a un árbol, hay que preguntarse: ¿Qué es lo que se quiere conseguir? Para ello lo primero es comprobar cuál es el estado sanitario de las plantas y si están cubiertas las necesidades hídricas y nutricionales, tener en cuenta el portainjerto, las condiciones generales del cultivo etc. Con un fitoregulador no vamos a conseguir resultados milagrosos, puede ayudar a aumentar la producción o la calidad si cultivamos en condiciones óptimas la parcela. La variabilidad de la respuesta es a veces grande. Son numerosos los trabajos que se han llevado a cabo en todo el mundo sobre estas sustancias y a veces los resultados no son concordantes. Las sustancias que se utilizan son muy pocas dentro de cada grupo. Formulaciones distintas (ácido, éster, sal amina), producen efectos diferentes, siendo la formulación más agresiva la de en forma de ácido. Para un mismo efecto con esta formulación se necesita menos concentración. En general se conoce poco sobre su transporte en la planta. Los factores del medio y cultivo, así como el estado fisiológico de la planta influyen también en la

respuesta, junto a la utilización de un adherente adecuado. Hay que respetar la dosis de caldo recomendada que oscila entre los 1.5 a 3 L/h. La época del tratamiento es importante ya que si variamos la fecha del tratamiento los efectos que obtengamos pueden ser distintos. Con la hora de aplicación hay que tener cuidado, ya que en tratamientos de verano, podemos alcanzar temperaturas en el agua de tratamiento de 35°C lo que hace a algunas hormonas muy agresivas, no siendo recomendables que superen los 28°C.

El uso de fitorreguladores en cítricos cada día está más limitado por diversas causas. Las casas comerciales no quieren tener problemas ni reclamaciones, por eso van a lo seguro y a no complicarse. Las pocas moléculas existentes pueden dar mucho juego. A nivel práctico con las existentes se puede afinar y sacarle los mejores resultados, el problema es que hay que experimentar con ellas (a nivel particular) hasta ajustar las dosis y los momentos de aplicación. Cuando se ha trabajado mucho con ellas y con gran número de variedades las posibilidades son grandes, pero se necesita tener suficientes conocimientos técnicos y experiencia para poder sacarle el máximo partido.(Porras, 2011).

El cultivo de la mandarina presenta alternancia en la producción, de manera que a cosechas abundantes de fruto pequeño siguen cosechas pequeñas de fruto grande, pero de baja calidad por lo que es necesario realizar prácticas como anillado de ramas, aclareo de frutos, pulverizaciones con reguladores de crecimiento para corregir este comportamiento productivo irregular (Gómez, 2011).

La citricultura como industria.

En México, la producción y comercialización de los cítricos representa un referente atractivo tanto para el mercado interno como para los mercados de exportación. México ocupó la quinta posición de producción a nivel mundial en 2013, sólo después de China, Brasil, Estados Unidos e India". Si bien es cierto, México no cuenta con las altas tecnologías de avance para cultivo, pero sus tierras en diversos estados han resultado sumamente fértiles, tanto que se galardonó al lado de diversas potencias económicas altamente fuertes a nivel mundial (Zayas, 2019).

La citricultura mexicana se encuentra concentrada en la región Golfo-Norte del país, particularmente en lo referente a la naranja (cítricos dulces). Adicionalmente, las huertas de naranja se concentran en la variedad "Valencia", muy apreciada por la industria juguera. Esta concentración univarietal y regional genera un problema serio de sobreoferta regional y temporal

de la producción tal que la infraestructura logística no es capaz de desplazar toda la producción a diferentes mercados, deprimiendo el precio a niveles en donde de manera frecuente, ni siquiera es posible que el productor pague los costos de cosecha. Este problema logístico ha demandado un subsidio crónico a los productores a través del programa Apoyos a la Comercialización". Esto comúnmente se conoce como sobreproducción, es decir, que se produzca demasiado producto por encima de las necesidades de compra que tiene el mercado interno y por ello se debe destinar a la exportación, pero se vuelve un problema cuando la empresa o el productor no tiene en sus manos un plan logístico para distribuir su producto como lo señala el Consejo Citrícola Mexicano, A.C. (2009).

El sector citrícola, desde los productores hasta la agroindustria, se encuentra en un estado activo progresista, debido a sus fortalezas, que se traducen en la importancia de las características edafológicas y de benevolencia de la región, la cual genera variedades de cítricos por sus insumos de semillas, y sistemas amplios de riego, los productos obtenidos se comercializan en México y en el extranjero en lugares de mercadeo fluido y amplio como dinámica territorial económica porque existen agroindustrias cercanas, las cuales generan transformación y mayor oferta de empleo en los ramos de producción, empaque, procesamiento y comercialización. Este proceso le brinda un gran reconocimiento a los productos de la región, y coadyuva al fortalecimiento de cambios culturales cuya tradición configura la feria de los cítricos. Lo anterior establece, como ámbito de oportunidades, la existencia de un futuro promisorio con la introducción de cítricos sin semilla como plataforma de innovación tecnológica vanguardista, resultado de convenios empresariales que buscan apoyo gubernamental para la mecanización, como el uso de tractores para deshierbar. Asimismo, activa la apertura para proyectos de investigación científica con vinculación hacia espacios universitarios profesionales y técnicos, que producirán crecimiento económico y social fraguado por la citricultura y el turismo. El sector enfrenta inviernos crudos y sequías que repercuten en el rendimiento, no hay control de plagas y enfermedades, falta asistencia técnica y capacitación contra la mosca de la fruta y la inversión es nula, debido a la desconfianza provocada por las adversidades. Además, la preocupación por la injerencia constante de intermediarios y falta de unidad empresarial, la inestabilidad del capital humano por la migración, la inseguridad, los costos de la energía, el transporte y los fertilizantes. Lo gratificante de las matrices obtenidas de los informantes clave es la información común, que es un eslabón de asociacionismo al conformarse acuerdos sobre alternativas ante las problemáticas, entre las cuales destacan el manejo de información climática,

surgida de instituciones nacionales e internacionales, la nutrición y árboles sanos, las podas adecuadas, el manejo de plagas y el humedecimiento de suelos secos. Es importante utilizar tarjetas especificadoras de control de sanidad y calidad, transformar a los intermediarios en gestores sistémicos validados por productores y empresas o agroindustrias, impartir cursos de capacitación y adiestramiento anuales o semestrales con actualizaciones técnicas, así como la capacitación y adiestramiento del capital humano permanente, que fomenta las prestaciones y salarios adecuados; también la creación de programas de desarrollo regional, como educación técnica de calidad en cada región productiva, para generar el capital humano adecuado para las actividades laborales inherentes al sitio (Pantoja y Flores, 2018).

Por lo anterior se justifica la formación del recurso humano de calidad, mediante la realización de investigaciones científicas como la presente que coadyuven al fortalecimiento de la citricultura de Nuevo León, lo cual puede repercutir a nivel nacional.

Trabajos científicos relacionados con la mandarina

El grupo de mandarino común perteneciente a la especie *Citrus reticulata* Blanco, es el más cultivado a escala mundial por su amplia adaptación a las condiciones climáticas (Anderson, 1996); sin embargo, sus variedades son muy específicas en requerimientos climáticos para producir frutos de buena calidad. Las principales regiones productoras del mundo están ubicadas en el subtropico entre los 25° y 40° de latitud en ambos hemisferios. Cuando estas variedades se cultivan en condiciones tropicales presentan un comportamiento en producción y calidad diferentes al que tienen cuando se cultivan en condiciones del subtropico (Orduz, 2007).

La mandarina Dancy es la variedad más importante en la Florida, la principal característica de esta variedad, es su elevada tasa de embrionía nucelar (casi del 100%, por tal motivo, cuando Dancy es cultivada presenta un periodo juvenil mucho menor en comparación con las naranjas dulces (Davies y Albrigo, 1999).

La importancia de la firmeza radica en que es considerada uno de los parámetros más importantes para determinar tanto la calidad como el efecto del manejo poscosecha y del empaque del producto (Kays, 1998). La disminución de la firmeza del fruto en el proceso de desarrollo se ocasiona por el proceso de hidrólisis de pectina de la pared celular, debido a la reducción del contenido de polisacáridos de la pared celular; proceso en el cual participan enzimas (Landanilla, 2008). La reducción de la firmeza durante el desarrollo y la maduración en

mandarina también están asociadas a cambios en los almidones, los cuales son especialmente abundantes en el albedo, aunque también están presentes en el flavedo. A medida que la fruta crece y madura, disminuyen por el metabolismo.

Hubo diferencias estadísticas entre Arrayana y los otros dos materiales en cuanto a la firmeza de los frutos. Los mayores valores de firmeza se presentaron en la variedad Dancy y el cultivar LL053, lo que significa que el menor valor se presentó en mandarina Arrayana. Las frutas que presentan menor firmeza son más susceptibles a deteriorarse durante el manejo poscosecha (Arias y Toledo, 2000). La firmeza como indicador de maduración de frutos refleja los niveles de calidad para el consumo y está relacionada con las condiciones de transporte y manejo poscosecha del producto (Barbosa-Canovas et al. 2003). (Villalva, 2014).

Con el propósito de seleccionar cultivares de cítricos con potencial productivo y con calidad de fruta adecuada para el consumo; se evaluó el comportamiento de 13 variedades e híbridos de cítricos en condiciones del piedemonte llanero en el departamento del Meta (Colombia). Se midieron las variables de crecimiento (altura de planta, diámetro de copa), potencial productivo (rendimiento por planta y peso de fruto) y calidad del fruto (sólidos solubles totales, acidez total titulable y contenido de jugo). Los cultivares que mostraron mejor potencial productivo y de calidad del fruto fueron: mandarina 'Dancy', naranja 'Crescent Sweet', toronja 'Star Ruby', tangor 'Ellendale' y el tangelo 'Orlando'; estos pueden ser clasificados como materiales promisorios para la región. (Orduz, 2011).

Se observa actualmente un aumento en el consumo de jugo de mandarina, por esto, el objetivo de este trabajo fue evaluar las propiedades físicas del fruto y fisicoquímicas del jugo de las mandarinas Clementinas (*C. reticulata* Blanco) cv. "Clemenules" cultivadas en Santa Fe. Se realizó un análisis de correlaciones canónicas y un análisis cluster. Los resultados del análisis de correlaciones canónicas revelan que las variables del fruto y del jugo de mandarinas Clemenules no son independientes. Debido a que una elevada concentración de sólidos solubles otorga un mayor dulzor, estas mandarinas responderían a las demandas de los sectores agropecuario, industrial y de los consumidores El ancho y el alto de las mandarinas son las propiedades con mayor asociación con la masa del fruto, lo que resulta de interés para su selección. Las variables del fruto y del jugo de mandarinas Clemenules no son independientes, mientras la acidez titulable y el pH se correlacionan inversamente con los diámetros, los frutos con mayor volumen y concentración de sólidos solubles en el jugo están correlacionados con mayor masa. Teniendo en cuenta que una elevada concentración de sólidos solubles otorga un mayor dulzor, estos frutos

responderían a las demandas del sector agropecuario, industrial y de los consumidores (Nescier, 2014).

En relación a los materiales utilizados Biozyme TF es un producto natural clasificado como regulador del crecimiento vegetal que al aplicarlo a las plantas en desarrollo, acelera su crecimiento e incrementa el número y tamaño de frutos y con ello aumenta el rendimiento así como la calidad de la cosecha (Arysta, 2014). En trabajos realizados durante 4 etapas experimentales en naranja "Valencia" concluyeron que la aplicación de Bionex 2.0 mL⁻¹ + Biozyme TF 2 mL⁻¹ + Foltron Plus 0.5 mL⁻¹ incrementa considerablemente el peso de fruto, así como algunas variables que mejoran la calidad, como sólidos solubles totales, color a*, color b*, diámetro polar, diámetro ecuatorial, contenido de jugo, pH, y número de gajos. (Galván, *et.al.*, 2016).

Poliquel multi es un fertilizante foliar quelatado de alta solubilidad, formulado con un complejo de varios agentes quelatantes o secuestrantes que acomplejan el Magnesio, Hierro, Manganeseo y Zinc. Su aplicación permite prevenir las deficiencias nutricionales de los elementos menores y balancea la nutrición general de las plantas, para obtener mejores rendimientos y calidad de cosecha (Arysta, 2014). Trabajando con toronja se encontró que los efectos del complejo hormonal Biozyme* TF y los micronutrientes poliquel zinc y poliquel multi, se reflejaron con más efectos positivos en cuanto a las variables; peso del fruto, firmeza del fruto y % de ácido cítrico puntualizando con lo siguiente: El tratamiento de 8 mL⁻¹ de Biozyme* TF más 20 mL⁻¹ de poliquel zinc fue el que obtuvo los mejores resultados en cuanto a las variables evaluadas (Galván *et.al.*, 2014).

Objetivos

Con base en los resultados obtenidos en naranja y toronja se cuantificaron los efectos del complejo hormonal "Biozyme ® TF" y micronutrientes en el rendimiento y calidad de la mandarina Dancy para identificar las mejores dosificaciones que den como resultado un mayor rendimiento y calidad de la mandarina Dancy en dos ciclos de producción (2017 – 2018).

Hipótesis

Los resultados de la aplicación del complejo hormonal y micronutrientes en mandarina tendrán resultados similares a los encontrados en naranja y toronja.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se realizaron iniciando en plena floración y caída de pétalos hasta la cosecha recolectando los frutos para su análisis en el laboratorio del departamento de Horticultura de la UAAAN, se utilizaron árboles de mandarina de 15 años de edad con un diseño de plantación rectangular a 8 x 4 m de distancia entre hileras y árboles respectivamente, con una altitud de 423 msnm y una precipitación de 600 a 1000 mm.

Se trabajó con un suelo no salino, arcilloso, con un pH de 7.1, rico en materia orgánica, con una densidad aparente de 1.19 gr/cm³, árboles con nivel deficiente de nitrógeno, magnesio y zinc, óptimo en cuanto a las concentraciones de potasio, calcio, hierro y cobre; bajo en manganeso, con riego rodado y agua proveniente del río.

Descripción de los tratamientos

Cuadro 1. Primer experimento (2017)

Tratamiento	Cantidad aplicada por producto				
	Agua	Bionex	Biozyme TF	Poliquel Zinc	Poliquel Multi
1	8 L				
2	8 L	16 mL ⁻¹	0.5 mL ⁻¹		
3	8 L	16 mL ⁻¹	1.0 mL ⁻¹	2.0 mL ⁻¹	
4	8 L	16 mL ⁻¹	0.5 mL ⁻¹	3.0 mL ⁻¹	
5	8 L	16 mL ⁻¹	1.0 mL ⁻¹		6.0 mL ⁻¹

Cuadro 2. Segundo experimento (2018)

Tratamiento	Agua	Bionex	Biozyme TF	Poliquel Zn
1	8 L			
2	8 L	16 mL ⁻¹	0.5 mL ⁻¹	
3	8 L	16 mL ⁻¹	1.0 mL ⁻¹	
4	8 L	16 mL ⁻¹	0.5 mL ⁻¹	2.0 mL ⁻¹
5	8 L	16 mL ⁻¹	1.0 mL ⁻¹	3.0 mL ⁻¹

Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar, 5 tratamientos con 4 repeticiones obteniendo un total de 20 observaciones en cada experimento, 40 unidades experimentales en total, representadas cada una por un árbol, utilizando la prueba Tukey ($P \leq 0.05$) con el paquete estadístico SAS (2000).

Variables evaluadas

Se usaron como fuente de complejo de fitohormonas:

Biozyme TF® y fertilizantes foliares como Poliquel Zn, PoliquelMultide igual manera se utilizó un adherente y estabilizador de pH Bionex.

Las variables evaluadas fueron peso de fruto (PF), diámetro polar (DP), diámetro ecuatorial (DE), firmeza del fruto (F), grados °Brix (GB), número de gajos (NG), número de semillas (NS), volumen de jugo (VJ), grosor de la cascara (GC), pH del jugo, peso del jugo (PJ), contenido de jugo en % (CJ) y contenido de vitamina C (VC).

Peso del fruto

Se pesó cada fruto de manera separada utilizando una balanza electrónica de presión marca OHAUS SCOUT y los resultados fueron reportados en gramos.

Diámetro polar y ecuatorial

Se tomó cada uno de los frutos de manera separada y se les determinó el diámetro polar y diámetro ecuatorial, para esto se utilizó un vernier con caratula de reloj con escala en mm, se tomaron 2 lecturas ecuatoriales y se sacó un promedio de las 2 lecturas lo mismo se realizó con las medidas de los diámetros polares los resultados se reportaron en mm.

Firmeza del fruto

De cada fruto se determinó su firmeza, la evaluación se hizo en 2 lados de posición opuesta, para realizar esta práctica se le quito la cascara al área donde se introdujo el penetrómetro manual marca EFFEGI FT 011 con puntilla de 8 mm de diámetro provisto

de un punzón. Se realizaron 2 lecturas por muestra los resultados fueron expresados en Kg/cm² necesarios para penetrar el fruto.

Sólido solubles ° Brix

De los frutos de cada tratamiento se determinaron los sólidos solubles totales, colocando una gota de jugo de cada fruto en un refractómetro tipo Abbè (American Optical Co). Se realizó en un cuarto con suficiente ventilación a una temperatura ambiente de 24°C. Los resultados se expresan como porcentaje de sólidos solubles presentes en el fruto.

Numero de gajos

Cada mandarina fue partida a la mitad contando el número de gajos posteriormente se anotó la cantidad que contenía cada fruto.

Numero de semillas

Cada mandarina fue partida a la mitad y se extrajeron las semillas con unas pinzas de laboratorio posteriormente se contaron las semillas y se anotó la cantidad de semillas extraídas por cada fruto.

Volumen de jugo

Se midió el volumen en una probeta el resultado se expresó en ml.

Grosor de cascara

Una vez que se le extrajo el jugo a las mandarinas se tomó la lectura del grosor de la cascara utilizando un vernier con caratula de reloj escala en mm, se tomaron 2 lecturas de 2 lados opuestos, se promedió y los resultados fueron reportados en mm.

pH

Para la medición de esta variable se utilizó tirillas indicadores de pH.

Peso del jugo

Se extrajo el jugo de cada mandarina exprimiéndola de manera manual el jugo obtenido de cada mandarina fue pesado en una balanza electrónica de precisión marca OHAUS SCOUT y los resultados se expresaron en gramos.

% de jugo

Estos datos se obtuvieron con la siguiente formula.

Peso de jugo _____ x 100= porcentaje de jugo

Peso de la mandarina.

Vitamina C

La mezcla de jugo se introdujo en un matraz, se puso en la parrilla de agitación por 5 minutos esto se hizo para homogenizar el jugo.

Se determinó el contenido de vitamina C de cada uno de los tratamientos pesando 20 gr de jugo de mandarina y colocándola en un mortero se agregó 10 ml de HCl al 2 %, a la mezcla se le agregaron 100 ml de agua destilada y se homogenizo, se filtró en un embudo con una gasa, el filtrado se midió en un matraz Erlen Meyer luego se procedió a medir el volumen exacto posteriormente se agregaron 10 ml del filtrado en otro matraz, en una bureta marca pírex de 50 ml se colocó una cantidad conocida de reactivo de Thielmann.

Se tituló con este reactivo hasta la aparición de una coloración rosa, se anotó el volumen gastado del reactivo Thielmann.

Se calculó el contenido de vitamina C mediante la siguiente formula.

$mg / 100 gr = \frac{ml \text{ gastados de reactivo de Thielmann} * 0.088 * VT * 100}{VA * P}$

VA * P

Dónde:

0.088 = miligramos de ácido ascórbico equivalentes a 1 ml de reactivo de Thielmann.

VT = Volumen total en ml del filtrado de vitamina C en HCl.

VA = Volumen en ml de la alícuota valorada.

P = Peso de la muestra en gramos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Peso del fruto:

De acuerdo al análisis de varianza hubo diferencias altamente significativas entre los tratamientos para esta variable, (figura 1); el tratamiento 4 (0.5 mL^{-1} del complejo hormonal y 3.0 mL^{-1} de Poliquel zinc) presenta un incremento de 25.737 g comparando con el testigo. Lo anterior confirma los resultados obtenidos por (Tolentino, 2010) que obtiene un incremento de 20.94 g inferior al de este experimento. Presentándose la misma tendencia en el experimento realizado en el segundo año de estudio. Valores menores a los encontrados por Villalva (2014), debido probablemente a la falta de raleo o aclareo de frutos.



Figura 1. Peso del fruto en mandarina 'Dancy' en Montemorelos N. L. con la aplicación de un complejo hormonal y micronutrientes.

Diámetro ecuatorial:

De acuerdo con análisis de varianza se encontró que hubo diferencia altamente significativa entre los tratamientos, (figura 2) resultando el mejor tratamiento el 4 (0.5 mL^{-1} del complejo hormonal

y 3.0 mL⁻¹ de Poliquel zinc) con mayor diámetro ecuatorial, presenta una media de 6.17 cm mayor que el testigo con una media de 5.73 cm. Comparando con el testigo sin aplicación existe un incremento de 0.44 cm. Lo anterior confirma los resultados obtenidos por (Rodríguez, 2008) en donde obtiene un incremento de 1.8 cm superior al obtenido en este experimento. Resultados que concuerdan con Nescier (2014) quien señala que el volumen con la contribución de los sólidos solubles está correlacionado con la masa. Así el mayor contenido de sólidos solubles determina la masa del fruto. Además, la acidez titulable y el pH están correlacionados inversamente con los diámetros del fruto en la variedad Clemenules.

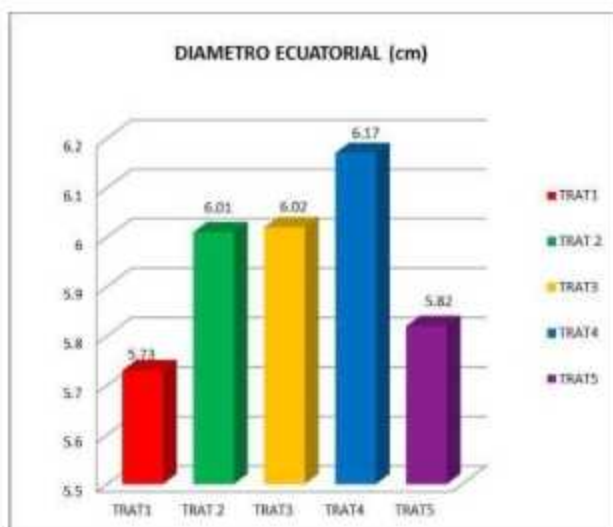


Figura 2. Diámetro ecuatorial del fruto en mandarina 'Dancy' en Montemorelos N. L. con la aplicación de un complejo hormonal y micronutrientes.

Sólidos solubles (° Brix):

En esta variable no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos para la concentración de azúcares (°Brix) (figura 3); sin embargo el que resulta mejor es el tratamiento 4 (0.5 mL⁻¹ del complejo hormonal y 3.0 mL⁻¹ de Poliquel zinc) presentando una media de 11.5 °Brix el cual es mayor al compararlo con el testigo que tiene como media 11.1 °Brix, resultados que superan los trabajos experimentales realizados por (Guardiola et al, 2000) obteniendo una media de 9.025 °Brix, Vázquez, (2009) con una media de 10.20 °Brix, (Tolentino, 2010) una media de 10.9°Brix y (Mateus y Orduz, 2015) con una media de 10.8 °Brix.

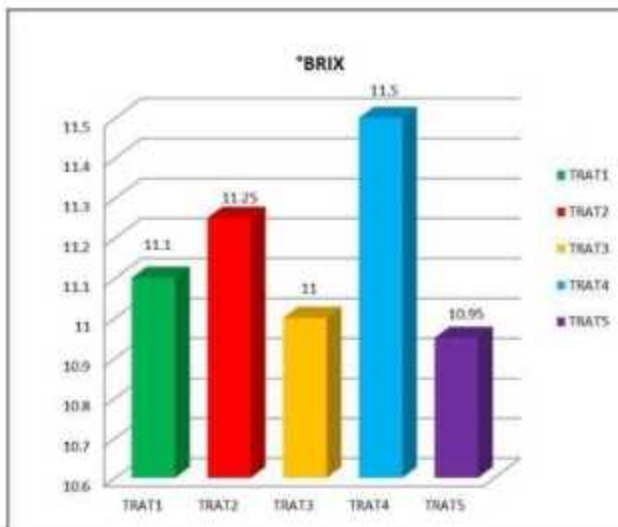


Figura 3. Contenido de sólidos solubles ("Brix) del fruto en mandarina 'Dancy' en Montemorelos, N. L. con la aplicación de un complejo hormonal y micronutrientes.

Firmeza del fruto.

En cuanto a esta variable se puede observar en la (figura 4) de acuerdo al análisis de varianza se encontraron diferencias significativas, los mayores resultados se obtienen con el tratamiento 2 (0.5 ml de Biozyme) y el 4 (0.5 ml del complejo hormonal y 2 ml de Poliquel zinc) obtuvieron los mayores resultados, por lo que es importante señalar que la firmeza (dureza) es esencial para la mandarina, lo anterior confirma (Tolentino, 2010), donde obtiene una media de 4.6175 kg/cm² superior al de este experimento, quien menciona que estos valores disminuyen a medida que el fruto madura.



Figura 4. Firmeza en mandarina "Dancy" con la aplicación de un complejo hormonal y micronutrientes.

Volumen del jugo:

Al evaluar la variable de volumen de jugo (figura 5) se encontraron diferencias significativas siendo el tratamiento 4 el más alto en la prueba de medias, resultando superior al reportado por Villalva (2014) de 40.8 ± 1.6 y posteriormente el tratamiento 2, rindiendo muy poco el tratamiento 1 (testigo). Estos datos concuerdan con Orduz (2011) quién menciona que la mandarina 'Dancy' obtuvo 38% de jugo, cifra apropiada para este fruto, teniendo en cuenta que la mandarina 'Arrayana', injertada sobre el mismo patrón, desarrolló 39% de contenido de jugo (Orduz-Rodríguez et al., 2009); mientras que para 'Ponkan', la mandarina más cultivada en Brasil, se reportó apenas 27,4% en promedio (Stenzel et al., 2003).



Figura 5. Volumen de jugo en mandarina "Dancy" con la aplicación de un complejo hormonal y micronutrientes.

Grosor de la cáscara:

En la evaluación estadística del grosor de cascara (figura 6) se encontraron diferencias altamente significativas sobresaliendo el tratamiento 4 seguido del tratamiento 2 y siendo el tratamiento 1 (testigo) el más bajo.



Figura 6. Grosor de cascara en mandarina "Dancy" con la aplicación de un complejo hormonal y micronutrientes.

Peso del jugo:

En la evaluación de la variable de peso de jugo (figura 7), estadísticamente se obtuvo que no hay diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, pero numéricamente existen diferencias mínimas entre los tratamientos sobresaliendo el tratamiento 4 seguido del tratamiento 2 y siendo el más bajo el tratamiento 1 (testigo).

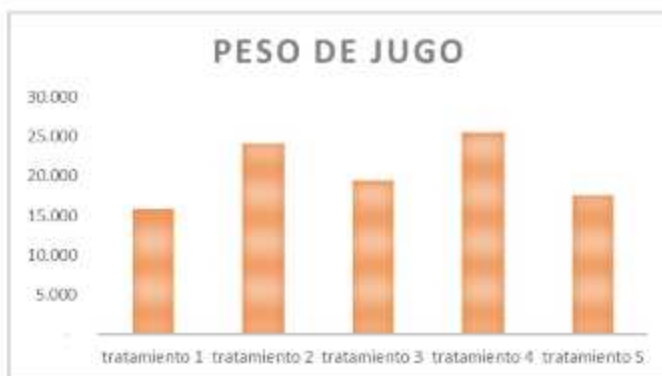


Figura 7. Peso del jugo en mandarina "Dancy" con la aplicación de un complejo hormonal y micronutrientes.

Porcentaje del jugo:

En la evaluación estadística del porcentaje de jugo (figura 8) no se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados



Figura 8. Porcentaje de jugo en mandarina "Dancy" con la aplicación de un complejo hormonal y micronutrientes.

Vitamina "C":

En la evaluación de la variable de vitamina "C" (Figura 9) estadísticamente no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, pero numéricamente si hay diferencias mínimas siendo el tratamiento 4 el más alto seguido del tratamiento 2 y siendo el más bajo el tratamiento 5.

En cuanto al contenido de vitamina C en mandarina "Dancy" que se obtuvo una media estadística de 28.26 en la evaluación, el cual no supera a otros cítricos como lo reporto (Vázquez, 2009) en naranja valencia el cual presentaba una media de 72.59.

(Gutiérrez, 2000) indica que al transcurrir el tiempo disminuye el contenido de vitamina C, esto concuerda con (Martínez, 1991) en el cultivo de toronja en variedad Mars. Agustí (2004) mencionan que autores como Eaks y Naveret, (las condiciones climáticas); Cohen (la luz);

Embleton, et, al. Sinclair (la fertilización y el patrón) son factores que determinan el contenido de vitamina "C" en los frutos.

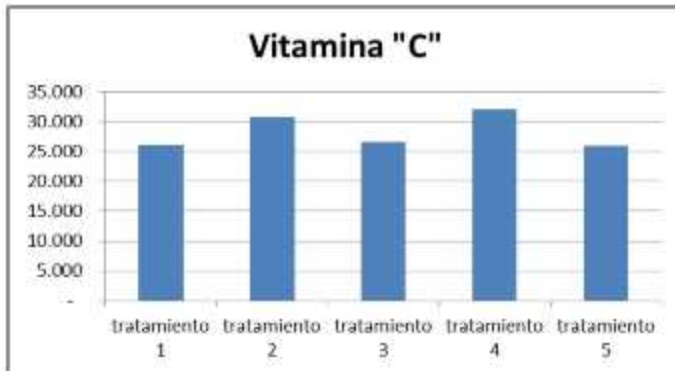


Figura 9. Vitamina "C" en mandarina "Dancy" con la aplicación de un complejo hormonal y micronutrientes.

En cuanto a la evaluación de ph en mandarina "Dancy" no se obtuvieron ninguna diferencia entre los tratamientos con la aplicación del complejo hormonal y micronutrientes. Dando un valor de 3.0 lo cual es menor que otros cítricos, con el mismo complejo hormonal y micronutrientes, como lo presenta (Tolentino, 2010) en naranja valencia tardía el cual obtuvo un ph de 3.2635.

CONCLUSIONES

Los efectos del complejo hormonal (Biozyme) y el micronutriente (Poliquel zinc), presentan efectos positivo y progresivo en algunos parámetros de calidad de la mandarina Dancy, encontrándose como mejores dosis 0.5 mL^{-1} de Biozyme y 3.0 mL^{-1} de Poliquel Zn en el primer experimento y 0.5 mL^{-1} de Biozyme y 2.0 mL^{-1} de Poliquel Zn en el segundo experimento, mismas que afectaron favorablemente en peso de fruto, diámetro polar y ecuatorial, volumen de jugo, grosor de cascara, peso de jugo, vitamina "C" y en cierto porcentaje en aumento de firmeza.

LITERATURA CITADA

Agustí M, 2003. Citricultura. 2ª. ed. Madrid, Mundi-Prensa. 422 p.

Agustí M. 2004. Fruticultura. Ediciones Mundo-Prensa. Madrid Barcelona. España.

Arias CJ, Toledo J. 2000. Manual de manejo poscosecha de frutas tropicales (papa, piña, plátano, cítricos). Aspectos Generales. "Técnicas mejoradas de poscosecha, procesamiento y comercialización de frutas". FAO.

ARYZTA LifeScience, 2014. Catálogo de productos agroquímicos.

Barbosa-Cánovas B, Fernandez-Molina J, Alzamora S, Tapia M, López-Malo A, Chanes J. 2003. Handling and preservation of fruits and vegetables by combined methods for rural areas. Technical Manual FAO Agricultural Services Bulletin, no. 149. Roma. 99 p.

Consejo Citricola Mexicano, A.C. (2009) "Estudio orientado a identificar las necesidades de Infraestructura logística en la cadena de suministro de cítricos para la exportación de jugo a los mercados meta identificados", Tamaulipas. Consultado el día 21 de junio del 2019 en: http://www.sagarpa.mx/agronegocios/Documents/Estudios_promercado/CITRICOLA.pdf

Davies, F. S. y L.G. Albrigo. 1999. Citricos. CAB international. Wallingford, U.K. Editorial Acribia S.A. 283 p.

Durón N. L. J.; Valdez G.; Núñez M. J. H.; Martínez D. G.; 1999. Cítricos para el Noreste de México. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRICOLAS Y PECUARIAS INIFAP. Pág. 42-147-25.

García. E. 1998. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. ISBN-UNAM, México. 98 p.

Gutiérrez .H.R. del C. 2000, Desfasamiento de la producción de naranja en Montemorelos Nuevo León. Tesis Maestría. U.A.A.A.N. Saltillo, Coahuila, México.

FAOSTAT (2012) Producción mundial de mandarina

<http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=339&lang=es>

Galván Luna Juan José, Fabiola Aureoles-R. y Victor Reyes-Salas. 2016. Complejo hormonal con micronutrientes en naranja Valencia. Libro ISBN: 978-3-659-70361-4. Editorial Académica Española.

- Galván Luna Juan José, Marco A. Bustamante García, Víctor M. Reyes Salas, Fabiola Aureoles Rodríguez, Andrés Martínez Cano, Ma. Guadalupe Pérez Ovalle y Floriberto Jaimes Cedillo. 2014. Efecto de un complejo hormonal y micronutrientes en toronja (*Citrus Paradisi Macf*). Congreso SOMECTA, 2014. Roque, Celaya, Gto.
- Gómez G. 2011. El cultivo de la mandarina (*Citrus reticulata*) en el municipio de Martínez de la Torre Veracruz [tesis]: Universidad Veracruzana.
- Guardiola, J. 2000. Regulation of flowering and fruit development: Endogenous Factors and exogenous manipulation. Proc. Citrus Int Soc 1: 342-346.
- Kays S. 1997. Postharvest physiology of perishable plant products. Exon Press. Athens, GA, 532p.
- Landanilla MS. 2008. Fruit morphology, anatomy and physiology. Capítulo 2-7. Citrus fruit. Biology, Technology, and Evaluation. First edition. Academic Press. India.
- Lluna D. R.; 2006. Hormonas vegetales: crecimiento y desarrollo de la planta, tecnología de la producción. Citado el 2 de septiembre del 2010 de: <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Reguladores%20genea>
- Mateus-Cagua D, Orduz-Rodríguez JO. 2015 Mandarina Dancy: una nueva alternativa para la citricultura del piedemonte llanero de Colombia. Corpoica Cienc Tecnol Agropecu. 16(1): 105-112.
- Nescier, I., Santini, Z. G., Alsina, D., Gariglio, N., Althaus, R. 2014. Calidad de mandarinas Clemenules. Revista FABICIB • año 2014 • volumen 18 • PÁGS. 128 a 134.
- N. L., 2012. Plan Rector del Sistema-Productor Cítricos, 2012. Estado de Nuevo León.
- Orduz-Rodríguez JO, Castiblanco S, Calderón C, Velásquez H. 2011. Potencial de rendimiento y calidad de 13 variedades e híbridos comerciales de cítricos en condiciones del piedemonte llanero de Colombia. Rev Col Cienc Hort, 2011; 5 (2):171-185.

- Ordúz-Rodríguez, J.O., H. Monroy, G. Fischer y A. Herrera A. 2009. Crecimiento y desarrollo del fruto de mandarina (*Citrus reticulata*) 'Arrayana' en condiciones del piedemonte del Meta. Colombia. *Rev. Colomb. Cienc. Hortíc.* 3(2), 149-160.
- Otero, A.; Goñi, C.; Castaño, J.P. 2009. Condiciones climáticas en el ciclo productivo 2008-2009. In: *Reduciendo incertidumbres; el riego en la productividad de los cítricos*. Montevideo, INIA. pp. 2-12 (Actividades de Difusión no. 576).
- Pantoja Zavala, G., & Flores Vichi, F. (2018). El sector cítrico de Nuevo León: caracterización del sistema agroalimentario como plataforma de integración del productor con la agroindustria. *Región Y Sociedad*, 30(71).
- Porras, Castillo, I., 2011. Aplicaciones de fitoreguladores en cítricos. *PHYTOMA España* N° 230 Junio/Julio 2011
- Quiñones, A.; Martínez-Alcántara, B.; Martínez, J. M.; Forner-Giner, M.; Iglesias, D.; Primo-Millo, E.; Legaz, F. 2011. Date of ¹⁵N-labeled potassium nitrate in different citrus-cultivated soils: influence of spring and summer application. *Water Air and Soil Pollution*. 223: 2209-2222.
- SAGARPA. (2012) Importancia nacional de cítricos. www.sagarpa.gob.mx/importancia/nacional/citricos.pdf
- Stenzel, N., C. Neves, J. Gomes y C. Medina. 2003. Performance of Ponkan mandarin on seven rootstocks in Southern Brazil. *HortScience* 38(2), 176-178
- Rodríguez, Víctor A. - Martínez, Gloria C. - Mazza, Silvia M. - Alvarenga, Luis - Ortiz, María L. 2008. Reguladores de Crecimiento, su Efecto sobre la Productividad de Mandarinas Clemenules. Facultad de Ciencias Agrarias – UNNE. Sargento Cabral 2131 - (3400) Corrientes – Argentina.
- SAS Institute. 2000. SAS / STAT version 8.0. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA
- Tolentino C. A. 2010. Uso de un complejo hormonal y micronutrientes en dos momentos de la floración en naranja "valencia" Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coah., Méx.

- Vázquez R. F. 2009. Uso de un complejo hormonal y micronutrientes en naranja "valencia" Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coah., Méx.
- Villalva Campos L., Aníbal O. Herrera, Arévalo, Javier Orlando Orduz-Rodríguez. 2014. Parámetros de calidad en la etapa de desarrollo y maduración en frutos de dos variedades y un cultivar de mandarina (*Citrus reticulata* Blanco). ORINOQUIA - Universidad de los Llanos - Villavicencio, Meta, Colombia. Vol. 18 - No 1 - Año 2014.
- Zayas Barreras Imelda, 2019. Administración y distribución de productos cítricos en la Región del Évora, Sinaloa. Revista electrónica sobre cuerpos académicos y grupos de investigación. Vol. 6 N. 12 Julio-diciembre 2019. <https://orcid.org/0000-0002-5643-5711>.