

La ecofisiología de los cítricos en el trópico: el caso del Piedemonte Llanero de Colombia

Javier Orlando Orduz-Rodríguez*

Resumen

Los cítricos son un cultivo subtropical, pero se cultivan ampliamente en la mayoría de los países tropicales en el mundo. La industria cítrica más importante se realiza en el subtropico y es en donde se ha generado casi la totalidad de la información científica. En condiciones subtropicales el principal factor climático que influye sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas cítricas es la variación de las temperaturas relacionadas con el ciclo anual de las estaciones (verano-invierno), mientras que en condiciones tropicales el principal factor es la presencia o ausencia de la precipitación. En el trópico los cítricos se cultivan desde 0 a 2000 msnm. Dependiendo de la altitud las regiones cítricas tropicales se clasifican: en trópico alto (1500 a 2000 msnm), medio (800 a 1500 msnm) y bajo (0 a 700 msnm). Con los cambios de altitud, la temperatura modifica la sumatoria anual de unidades de calor acumuladas, factor de gran importancia para la escogencia de las variedades a cultivar en cada piso térmico.

* Ingeniero Agrónomo. Ph.D.
Coordinador Nacional Red
Frutales de Corpoica. C.I. La
Libertad, Villavicencio.
Correspondencia:
jorduz@corpoica.org.co

Como modelo de desarrollo del cultivo, en el centro de investigación Corpoica La Libertad, ubicado en el piedemonte del Meta (trópico bajo, suelos ácidos y terrazas altas bien drenadas), se ha venido realizando

desde el año 1997 investigación con cítricos. Este capítulo, presenta la información más relevante obtenida de los estudios de fenología, nutrición vegetal, potencial de rendimiento, requerimientos y balance hídrico, inducción de la floración, crecimiento del fruto y la respuesta de 26 genotipos de naranja a la oferta ambiental local.

Palabras clave: cítricultura tropical, crecimiento y desarrollo, genotipos de naranja, inducción floral, requerimientos hídricos, rendimientos.

Citrus´ ecophysiology in the tropic: The case of Colombian plain region´ s foothill.

Abstract

Citrus crops are subtropical, but they are widely cultivated in most of tropical countries, all over the world. The most important industry of citrus is located in the subtropical zone, and this is the place in which almost all of the scientific information has been generated. Under subtropical conditions, the main weather factor that influences the growth and development of citrus plants is the variation of the temperatures related to the annual season cycles (summer-winter). Under tropical conditions, on the other hand, the main factor is the presence or absence of rains. In tropical zones, citrus are cultivated from 0 to 2000 meters above the sea level. Depending on the altitude, regions for cultivating citrus in the tropic are classified as high tropic (1500 to 2000 meters), mid (800 to 1500 meters) or low (0 to 700 meters). With altitude changes, the temperature modifies the annual sum of heat units accumulated, a very important factor to choose the varieties to cultivate in every thermal floor.

As a development model of the crop, in the Corpoica´s La Libertad research center, located in the Meta foothills (low tropic, acid soils and well drained high terraces) research about citrus has been being made since 1997. This chapter shows the most relevant information obtained from the studies about phenology, plant nutrition, potential of performance, requirements and water balance, induction of the flowering, fruit´s growth and the response of 26 orange phenotypes to the environmental local offer.

Keywords: tropical citrus cultivation, growth and development, orange genotypes, flowering induction, water requirements, performances.

Introducción

El cultivo comercial de las especies cítricas se basa en la exaltación de los caracteres genéticos y en el conocimiento de la influencia que el medio ambiente (factores climáticos y edáficos) ejerce sobre su desarrollo. Las respuestas fisiológicas de la planta provienen de la interacción del genotipo (compuesto por la variedad y el patrón), con el ambiente, y se constituyen en los mecanismos endógenos que controlan el crecimiento y desarrollo de las plantas cítricas¹.

El resultado de la cosecha final en cítricos, está relacionado con la eficiencia de cada una de las fases fenológicas que la componen, como: inducción floral, floración, cuajado y crecimiento del fruto, pues estas son plantas de desarrollo determinado. Por tanto el estudio de la relación entre las condiciones climáticas en especial de la precipitación con el comportamiento de las fases fenológicas es fundamental para mejorar la productividad de las mismas en condiciones tropicales.

Las mayores producciones por hectárea y la mejor calidad de fruta para consumo en fresco y producción de concentrado de jugo de naranja, son obtenidas en regiones subtropicales, ubicadas entre los 25 a 40° de latitud en ambos hemisferios², estas regiones se conocen como los cinturones citrícolas; son los países ubicados allí, los principales productores mundiales que abastecen la totalidad del mercado de la exportación.

El desarrollo de la citricultura en estas regiones se ha consolidado a través de siglos de experiencia, gracias a la consolidación de las instituciones y fuertes inversiones en investigación y desarrollo tecnológico que han optimizado los sistemas productivos en estas condiciones geográficas, especialmente en el último siglo (XX).

Por otro lado, la citricultura tropical con escasas excepciones, esta orientada al autoconsumo. Su productividad media y calidad de la fruta no son equiparables a las obtenidas en condiciones subtropicales. Existe escasa tradición empresarial en el cultivo y en información científica y tecnológica. Lo anterior, señala la importancia del estudio de la ecofisiología de los cítricos en las condiciones tropicales de Colombia con el fin de mejorar las decisiones para ampliar el área de cultivo, seleccionar las mejores variedades y patrones para cada localidad, aumentar las producciones por hectárea y mejorar la calidad de la fruta. Además, en la fruticultura moderna es fundamental producir a bajos costos, ya sea para el mercado interno como para aumentar la participación de los cítricos en las exportaciones a los nichos de mercado.

Clasificación climática de las regiones cítricas tropicales

Las principales regiones cítricas están en las regiones tropicales bajas, medias y altas; las regiones subtropicales áridas y semiáridas, y las subtropicales húmedas³.

Una metodología para diferenciar las regiones cítricas, es usando el concepto de sumatoria de las unidades de calor anual. Esta se calcula tomando la temperatura media diaria a la cual se le resta 12,5°C, que corresponde a la temperatura mínima necesaria para el crecimiento de los cítricos (0 biológico) y se multiplica por el número de días del año; la sumatoria se representa como unidades anuales de calor acumuladas⁴.

En los trópicos bajos (0 a 700 msnm) es en donde se obtienen las mayores tasas de unidades de calor acumuladas debido a las temperaturas altas y permanentes. Las altas temperaturas medias aumentan la respiración en las plantas, lo que ocasiona la disminución de los niveles de sólidos solubles y de acidez en la fruta²; mientras que en las condiciones de las regiones de media altitud (800 a 1.500 msnm), la temperatura media es menor y por tanto las tasas de respiración también, lo que ocasiona que las frutas pierdan más lentamente la acidez, y en el caso de variedades tardías como la naranja Valencia la fruta madura presenta una alta acidez que afecta la calidad de consumo^{5,6}. En condiciones del piedemonte del Meta (trópico bajo) con 4930 unidades de calor acumuladas en el año, nueve meses y medio después de la antesis, la naranja Valencia obtiene bajos niveles de acidez y una relación de SST/ATT (sólidos solubles totales/acidez total titulable) superior a 9.

Las zonas cítricas tropicales se clasifican de la siguiente manera⁷:

- **Trópico alto:** comprendida entre los 1500 a 2000 msnm^{6,8}. Esta zona presenta baja acumulación de unidades de calor. En algunas de estas regiones se tienen selecciones regionales que se comercializan en mercados locales. Es probable que mandarinas de bajos requerimientos en calor, como las Satsuma y/o algunas selecciones de Clementina, puedan tener buen comportamiento en algunos sitios de esta región.
- **Trópico medio:** Poseen alrededor de 3000 a 3800 unidades de calor acumuladas en el año. Las regiones cítricas colombianas ubicadas en la región Andina y en los valles interandinos (trópico medio), poseen un clima bimodal. En estas condiciones se presentan dos picos de floración anual aunque se puede presentar un número mayor, dependiendo de los ciclos de precipitación, la cantidad de fruta presente en el árbol y la fertilización. La tasa

de desarrollo del fruto en el trópico medio es lenta y las frutas alcanzan un menor tamaño que las producidas en el trópico bajo⁹.

- **Trópico bajo:** Presenta un clima cálido, con alta humedad relativa en la mayor parte del año. Existen regiones que tienen periodos húmedos intercalados con periodos secos (trópicos húmedos-secos), en los cuales la humedad relativa presenta un comportamiento estacional¹⁰. Debido a la abundante precipitación y a las altas temperatura diurnas y nocturnas, las plantas alcanzan el mayor tamaño comparado con otras regiones tropicales y subtropicales¹¹. Se calcula que el tamaño que alcanza una planta en Israel en quince años, lo alcanza en Costa Rica en seis años². En estas condiciones las variedades de mejor comportamiento son las clasificadas en la región subtropical como tardías, siendo en naranja las selecciones del grupo Valencia, las toronjas, la mandarina Arrayana en Colombia y las limas ácidas, sobresaliendo la lima ácida Tahití. El tangelo Minneola presenta un comportamiento productivo intermedio pero tiene la ventaja en que en este piso térmico no tiene daños graves de *Alternaria*.

Resultados de la investigación de cítricos en el Piedemonte del Meta

Colombia inició la investigación de cítricos apenas en la década de 1930 en el Valle del Cauca la cual continuó en las décadas siguientes, ampliándose a Tolima y Antioquia. Esta información permitió consolidar el desarrollo cítrico realizado en la zona cafetera en la década de 1980. Posteriormente Corpoica inicia sus investigaciones, en el año 1996 para el piedemonte llanero (trópico bajo), y en el 2003 para la altillanura plana.

La orientación de la investigación en el Centro ha estado basada en cuatro ejes fundamentales: 1. Zonificación del cultivo y el manejo de los suelos ácidos. 2. El manejo integrado de plagas, enfermedades y malezas. 3. La evaluación del comportamiento de variedades y patrones, y 4. La interacción del genotipo con el ambiente de las principales especies cultivadas.

Dentro de la información relevante que ha sido publicada, se tienen reportes sobre el comportamiento de la mandarina Arrayana en diferentes patrones en condiciones de suelos ácidos, la inducción de la floración por estrés hídrico, fenología de las plantas y crecimiento del fruto. De la misma forma se tienen recomendaciones para la zonificación del cultivo, manejo

de correctivos, fertilizantes, densidades de plantación, coberturas y manejo integrado de plagas, enfermedades y malezas. Con el propósito de incrementar la producción por planta, mejorar la calidad de la fruta y ampliar la época de cosecha se realizan actividades de evaluación en variedades de naranja, mandarina, toronjas y otros cítricos; también se tienen experimentos en los que se evalúan nuevos patrones para naranja Valencia, tangelo Minneola y mandarina Arrayana desde 1997.

Descripción de las características ambientales del Piedemonte del Meta

El piedemonte del Meta presenta las características climáticas del trópico bajo con un régimen de precipitación monomodal, y sin modificaciones apreciables de longitud del día, ni de las temperaturas medias a lo largo del año. El Centro de Investigación La Libertad de Corpoica, está ubicado en Villavicencio (Meta) a una latitud de 4° 03' N; longitud 73° 29' W y una altitud de 336 msnm. La clasificación climática de la región corresponde a bosque húmedo tropical (IGAC, 2004), la temperatura y precipitación media anual es de 26° C y 2.918 mm, respectivamente. Se presenta exceso de humedad para el cultivo durante nueve meses (marzo a noviembre), y déficit de diciembre a febrero⁷.

Los suelos apropiados para el cultivo de cítricos en los Llanos Orientales, son aquellos que se agrupan en la clase IV (*Typic Haplustox*), conocidos como terrazas altas del piedemonte Llanero. Estos suelos presentan texturas franco arenosas a franco arcillosas con un nivel freático mayor de 3 metros; presentan un pH ácido, baja capacidad de intercambio catiónico, alta saturación de aluminio en el complejo de cambio y baja saturación de bases, además de bajos niveles de materia orgánica, fósforo y elementos menores¹²; esta es la causa de la necesaria aplicación de correctivos antes del establecimiento y periódicamente con la fertilización¹³.

Producción anual de las variedades de cítricos utilizadas comercialmente en la región

Los resultados obtenidos en la evaluación de los principales cultivares plantados en la región se muestran en la **figura 1**. La distancia de plantación utilizada fue de 8x6m (208 plantas ha⁻¹), para las tres especies (naranja Valencia, mandarina Arrayana y lima Tahití y a 9x7m (158 plantas ha⁻¹) para el híbrido tangelo Minneola. En la **figura 1**, se muestran los resultados obtenidos durante 12 años después del transplante¹⁴. En esta evaluación se utilizó el patrón

Cleopatra que es el testigo regional. Las yemas para injertar las plantas fueron tomadas de cultivos comerciales.

De acuerdo con la investigación, la lima Tahití es el material más precoz y de mayor producción en los primeros años, aunque 6 años después del transplante esta empieza a decrecer debido al daño de la tristeza de los cítricos (CTV). Por otro lado, el tangelo Minneola presenta una tardía entrada a producción lo cual esta relacionado con la necesidad que tiene de obtener polinización cruzada de otras especies en especial de mandarina².

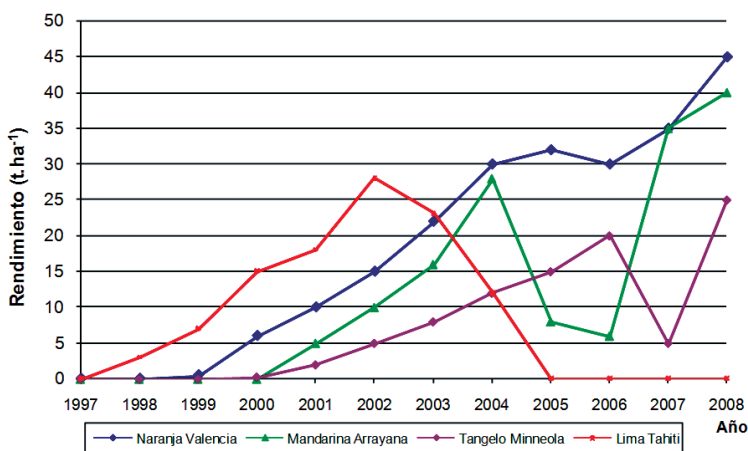


Figura 1. Rendimiento de tres variedades de cítricos y un híbrido, en el C.I. La Libertad, Villavicencio-Meta. Periodo comprendido entre 1997-2008.

Fuente: Mateus, *et al.* 2010.

Otro aspecto que esta limitando el potencial de rendimiento del tangelo es la presencia del viroide de la Exocortis (CEVd). La producción de mandarina Arrayana, presentó una caída drástica durante el octavo y noveno año después del transplante, cosechas 2005 y 2006 respectivamente. Este comportamiento estuvo relacionado con la presencia de lluvias extemporáneas durante la época seca, lo que ocasionó que se anticipara la floración por lo menos dos meses. La presencia de la principal floración durante la época seca y en ausencia de riego, originó una excesiva caída de flores y por ende una baja producción en la cosecha de esos períodos. El cultivar de mejor comportamiento productivo fue la naranja Valencia lo que señala la buena adaptación de esta variedad a las condiciones ambientales del piedemonte del Meta y a las prácticas de manejo agronómico del cultivo.

Estudios sobre la relación entre el clima y las respuestas en crecimiento y desarrollo de los cítricos en el Piedemonte del Meta

Requerimientos y balance hídrico de la mandarina Arrayana en el piedemonte del Meta

En la **figura 2**, se presenta el balance hídrico del cultivo de mandarina Arrayana. En esta se observa como las plantas soportan el estrés hídrico durante tres meses del año (de diciembre a febrero), mientras que en los demás meses la oferta hidrica es suficiente. El estrés hídrico ocasionado por dicha ausencia de lluvias, proporciona las condiciones ambientales que originan la inducción de la floración; al iniciarse las lluvias en marzo, las plantas recuperan su turgencia y reinician sus procesos de crecimiento y desarrollo con la brotación vegetativa, y el posterior desarrollo de la floración (dos semanas después de iniciarse la precipitación al finalizar la época seca). Al calcular los requerimientos de las plantas se encontró que un cultivo adulto puede estar requiriendo en promedio 1.046 mm de agua al año, que es el 77% de la evaporación total anual calculada¹⁵.

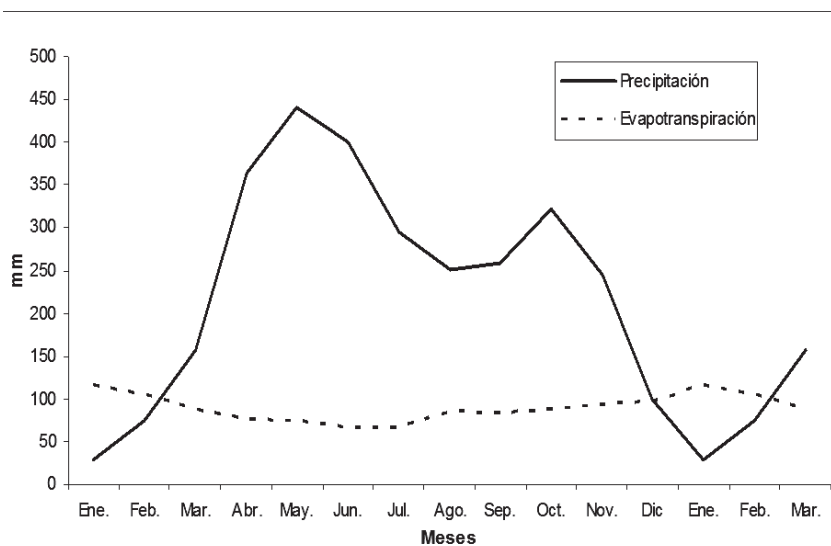


Figura 2. Balance hídrico entre la precipitación promedio anual y la evapotranspiración del cultivo de cítricos en el C.I. La Libertad, Villavicencio - Meta. Datos climáticos promedio de 20 años.

Fuente: Orduz y Fischer, 2007.

Estudio del déficit hídrico en mandarina Arrayana y su relación con la floración

En la **figura 3** se presenta la información de la precipitación, y los requerimientos hídricos estimados del cultivo de ‘Arrayana’ desde la última semana de noviembre hasta la segunda semana de marzo. En la figura se puede apreciar que el déficit hídrico se obtuvo en la primera semana de diciembre, luego en la tercera y cuarta semana del mismo mes se contabilizó una precipitación de 24 mm de precipitación. El mes de enero fue seco; en la primera semana de febrero se contabilizó 7,5 mm de precipitación (sin romper el reposo de las plantas); mientras que en la última semana de febrero se presentó una precipitación de 28,7 mm que inició el desarrollo de la brotación seguida de la floración dos semanas después. La mandarina ‘Arrayana’ presentó la principal floración después de un periodo de estrés hídrico de 90 días, acumulando un déficit de 247 mm, durante este periodo.

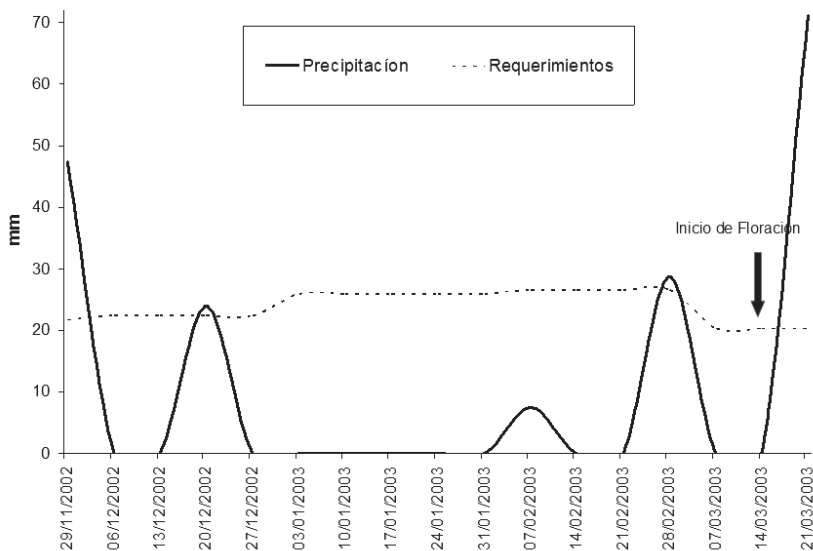


Figura 3. Requerimientos hídricos semanales de la mandarina ‘Arrayana’, precipitación y su relación con el comportamiento de la floración. C.I. La Libertad, Villavicencio – Meta. Noviembre de 2002 a marzo de 2003.

Fuente: Orduz y Fischer, 2007.

Fenología de las plantas de mandarina Arrayana en el Piedemonte del Meta

En la **figura 4** se presenta el desenvolvimiento vegetativo de las plantas durante un ciclo anual del año 2004, en el cultivo de mandarina Arrayana en condiciones del C.I. La Libertad.

Las plantas presentaron brotaciones vegetativas durante un periodo de 9 meses. La menor brotación ocurrió en enero; mientras que en marzo, después del inicio de la temporada lluviosa, más del 90% de las ramas evaluadas presentaron brotaciones. Durante los meses de mayo y junio no se presentaron brotaciones y luego estas se reiniciaron en julio, agosto, septiembre y octubre con brotaciones mensuales de 54%, 13%, 13% y 32%, respectivamente.

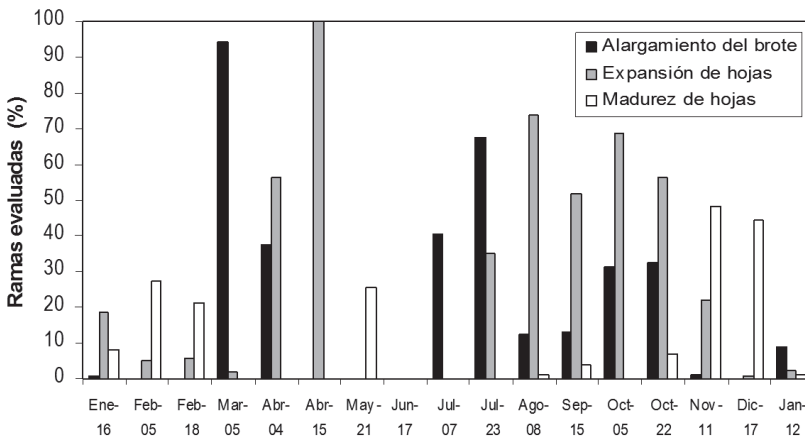


Figura 4. Evolución del desarrollo de brotes y hojas en árboles de mandarina ‘Arrayana’ en el C.I. La Libertad, Villavicencio, 2004.

Fuente: Orduz, et al., 2010.

Los cultivares de cítricos de mayor importancia comercial presentan una floración abundante. De acuerdo con Erickson y Brannaman¹⁶, se han contabilizando de 100 a 200 mil flores en un árbol adulto; sin embargo menos del 1 a 2% de estas flores llegara a fruta madura. En la **figura 5**, se observa como en el 40% de las ramas evaluadas presentaron flores en la primera semana de marzo, mientras que el porcentaje de ramas con estructuras reproductivas decreció en las lecturas siguientes evidenciando la disminución de estructuras reproductivas en el transcurso del tiempo.

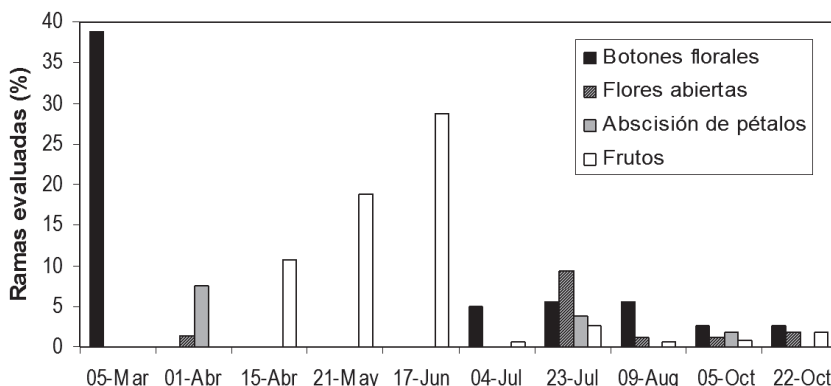


Figura 5. Evolución de las fases reproductivas en árboles de mandarina ‘Arrayana’, en condiciones del Piedemonte del Meta, Villavicencio, 2004.

Fuente: Orduz, *et al.*, 2010.

En este trabajo¹⁷ se concluyó que: 1. las plantas de mandarina Arrayana presentaron tres flujos de brotación anual, en las épocas de marzo-abril, julio-agosto y septiembre-octubre. Este comportamiento se asemeja al obtenido en regiones subtropicales y esta relacionado con el comportamiento monomodal de la precipitación en el Piedemonte del Meta. 2. La principal floración de la mandarina ‘Arrayana’ se presentó con la brotación de marzo (dos a tres semanas después del inicio de las lluvias). Este comportamiento confirma al estrés hídrico como el principal factor de la inducción floral en condiciones tropicales. 3. Además de la floración inicial se observaron flores extemporáneas durante los meses de lluvia en ausencia de estrés hídrico. Se desconoce qué factores endógenos están influyendo sobre la inducción floral en ausencia de estrés hídrico.

Duración de la floración

En el año 2003 se evaluó la duración del proceso de floración, entre la apertura de pétalos y la finalización de esta fase fenológica (caída de pétalos y de estigma). La información se presenta en la **figura 6**. La duración de esta fase fue de 9 días en el C.I. La libertad; mientras que el mismo proceso tardó en el mediterráneo español alrededor de 23 días para las primeras flores (con leves variaciones en los diferentes ciclos), entre el 15 de abril y el 7 mayo¹⁸, esto en variedades como Ellendale, Fortune y Oronules.

El ciclo total de la floración (de apertura de pétalos a antesis), es en promedio de 40 a 50 días en el mediterráneo español (1.600 u.c. acumuladas al año), y menos de 2 semanas en el Piedemonte del Meta (4.928 u.c.). Lo anterior demuestra la influencia de las altas temperaturas del trópico bajo, sobre la disminución de la duración de la fase de floración de la mandarina, y la diferencia apreciable con la duración de la misma fase en condiciones subtropicales.

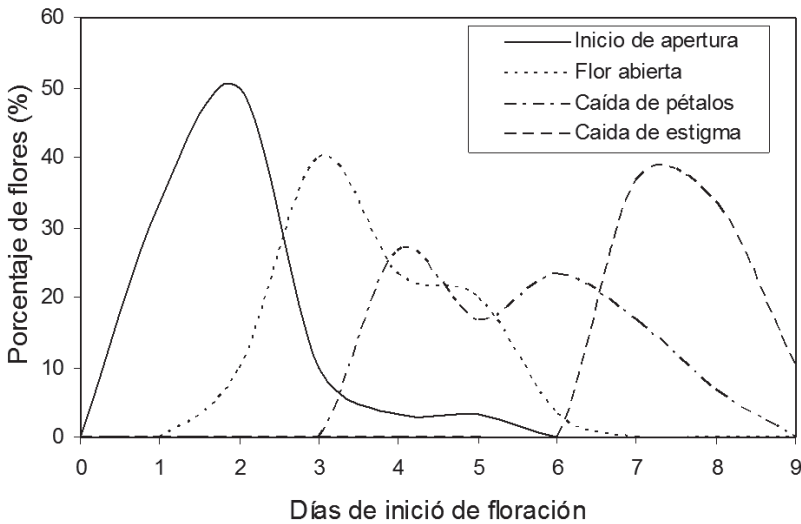


Figura 6. Estados fenológicos en la floración de mandarina 'Arrayana' en el C.I. La Libertad, Villavicencio - Meta. 2003.

Fuente: Orduz y Fischer, 2007.

Crecimiento y desarrollo del fruto de mandarina Arrayana en el Piedemonte del Meta

En la **figura 7**, se presenta la información sobre la acumulación de peso fresco, seco y la tasa relativa de crecimiento ($gg^{-1} d^{-1}$) del fruto de la mandarina Arrayana. El incremento del peso fresco del fruto es constante. El rápido aumento de peso está relacionado con las adecuadas condiciones climáticas que posee la región para la acumulación de materia seca, en especial de la temperatura y de la suficiente precipitación en esta fase de desarrollo del fruto. La disminución del peso fresco en las dos últimas lecturas puede estar relacionado con el inicio de la época seca lo que ocasionaría un déficit hídrico durante el cual la planta puede tomar agua de los frutos disminuyendo el peso fresco⁷.

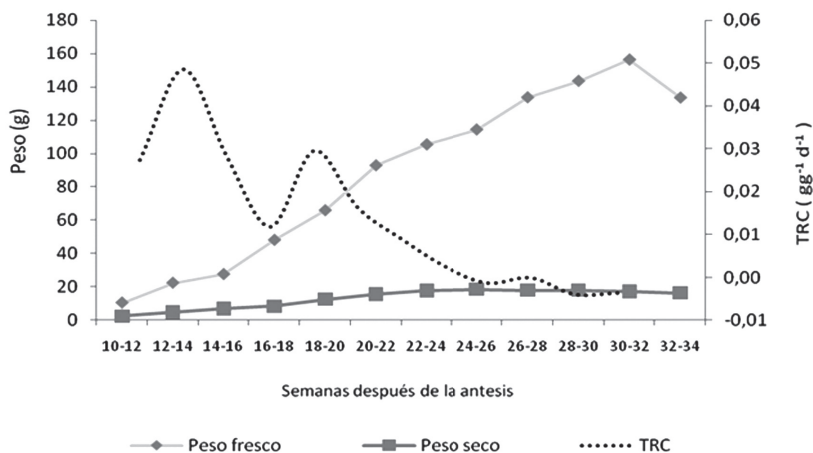


Figura 7. Acumulación de materia seca (peso seco), fresca (peso fresco) y la tasa relativa de crecimiento ($g g^{-1} d^{-1}$) en frutos de mandarina ‘Arrayana’ en condiciones del piedemonte del Meta, a partir de la 10ª semana después de la antesis (20 de junio a 23 de diciembre de 2003).

Fuente: Orduz, *et al.*, 2009.

La duración de las fases de crecimiento del fruto de la mandarina ‘Arrayana’ en las condiciones del piedemonte del Meta, fue: fase I: 5 semanas; la fase II: 5 meses; mientras que la fase III duró aproximadamente 2 meses. Los frutos pueden permanecer un mes más en el árbol sin perder la calidad de consumo. La tasa de crecimiento relativo del fruto tuvo un incremento de materia seca de 0,2 g semana promedio desde semana 12 a la 16, disminuyendo a 0,1g por semana promedio hasta la semana 27 cuando disminuye a cero. El incremento del peso fresco en los últimos 3 meses de su desarrollo fue exclusivamente por el aumento del contenido de agua¹⁹.

Comportamiento y selección de cultivares de naranja en condiciones del Piedemonte del Meta

En 1999 se establecieron 26 genotipos de naranja (variedades y selecciones regionales), en el Centro de Investigación La Libertad. Las plantas se injertaron sobre el patrón mandarina Cleopatra. A estos materiales se les llevó registros de crecimiento vegetativo, de producción y calidad de los frutos a partir del año 2004. La información de la producción anual y acumulada se presenta en la **tabla 1**.

Tabla 1. Producción anual y acumulada (Kg árbol⁻¹). Durante cinco cosechas de 2004 a 2008 de 26 cultivares de naranja. C.I. La Libertad. Villavicencio-Meta. Árboles plantados en 1999.

Variedad - selecciones regionales	2004	2005	2006	2007	2008	Producción Acumulada (Kg/árbol)
Cuban Queen	39,2	55,7	20,2	3,6	26,6	145,3
Pera de Río	4,7	42,1	53,2	8,1	23,5	131,7
Pinneapple II	16,6	25,6	27,0	6,7	38,7	114,6
Enterprise	12,6	29,1	15,9	4,4	52,2	114,1
Salerma	21,6	48,6	14,2	2,6	8,4	95,3
Naranjal Excelente	36,1	0	19,8	6,2	29,8	91,9
Madame Vinois	10,1	36,8	28,3	2,6	11,3	89,1
Galicia	8,6	28,0	19,5	1,8	24,0	81,8
Hamlin	3,7	20,3	28,2	5,4	21,1	78,7
Naranjal Ombligona	6,4	33,5	16,1	4,6	16,8	77,5
Palmira Ruby	10,5	44,0	8,4	4,1	10,0	77,0
Parson Brown	2,2	11,0	12,8	5,8	32,6	64,4
VN 8*	8,9	0	38,9	4,3	10,4	62,5
Lerma	6,1	7,4	18,4	0,0	17,4	49,4
Nativa Naranjal	5,6	3,0	11,1	4,1	19,1	42,9
Pinneapple	0,6	10,5	6,2	2,6	23,0	42,9
Rico	0,5	1,9	16,5	3,6	12,2	34,6
Salustiana	1,3	2,5	22,7	0	3,3	29,8
VN 7*	15,1	0	8,0	0,9	5,0	29,0
García Valencia	13,6	0,0	7,4	3,6	4,3	28,9
V. Washington II	3,5	2,1	6,7	1,4	8,7	22,5
V. Washington	0	0	3,6	3,4	2,2	9,2
Atwood navel	0	0	1,6	0	1,9	3,5
Moro Blood	0	0	0	0	0	0
Jaffa	0	0	0	0	0	0
Lane Late	0	0	0	0	0	0

Fuente: Orduz y Avella, 2008.

De acuerdo con su producción, los genotipos se clasificaron como: **1. Genotipos de alta producción:** Cuban Queen, Pera de Río, Pineapple II, Enterprise y Salerma. Además presentaron la mayor precocidad. **2. Genotipos de producciones intermedias:** Naranjal Excelente, Madame Vinois, Galicia, Hamlin, Naranjal Ombilgona, Palmira Ruby, Parson Brown y Valencia Naranjal 8. **3. Genotipos de producciones bajas:** Estos cultivares fueron: Lerma, Nativa Naranjal, Pineapple, Rico, Salustiana, VN7, García Valencia, Valle Washington II, Valle Washington y Atwood Navel. Tres de los veintiséis genotipos evaluados no presentaron producción, estos son: Moro Blood, Lane Late y Jaffa²⁰.

Calidad de los frutos

Los frutos de los cítricos son no climatéricos, por lo cuál es necesario cosecharlos con las características apropiadas para su consumo²¹.

La calidad interna de los frutos se evaluó en cada cosecha, 9 meses después del final de la antesis (caída de pétalos). La información obtenida sobre el contenido de jugo de los genotipos evaluados se presenta en la **figura 8**.

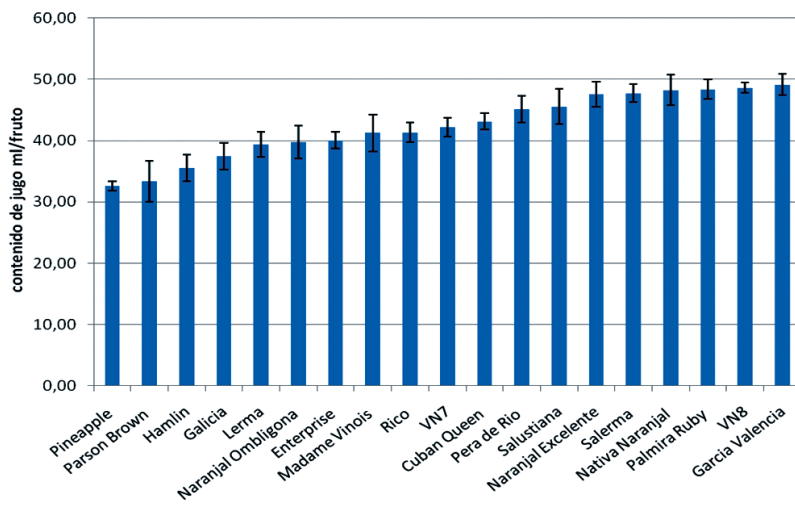


Figura 8. Contenido de jugo (%). Promedio de 5 cosechas de 23 genotipos de naranja. C.I. La Libertad. Villavicencio-Meta. Árboles plantados en 1999. Frutos cosechados nueve meses después de antesis. Medias con error típico.

Fuente: Orduz y Avella, 2008.

El porcentaje mínimo de jugo para la aceptación comercial es 40 %; genotipos que no tengan frutos con esas características deben ser descartados en el proceso de selección. Este es el caso de las Navel, Pinneapple, Parson Brown y Hamlin. Algunos frutos de estas variedades pueden tener su madurez de consumo antes de los 9 meses después de la antesis, debido a que son variedades de cosecha temprana o intermedia en condiciones subtropicales. Las variedades con las mejores producciones deben seguir en evaluación para determinar el momento óptimo de cosecha y así precisar las características de calidad.

Índice de madurez

En el **figura 9**, se observa la relación entre °Brix y % de ácido cítrico, también conocida como Ratio o índice de madurez de los frutos. Los genotipos que presentaron frutos con los valores mas bajos fueron; Salerma (8.5), Nativa Naranjal (8.9), VN8 (9.0), Naranjal Excelente (9.6), Cuban Queen (10.4), VN7 (10.5), García Valencia (10.7) y Pera de Río (10.7). Las variedades con valores mas altos fueron; Atwood navel (18.7), Naranjal Ombligona (23.3), Galicia (25.5), Valle Washington (25.7) y Parson Brown (27.6)²⁰.

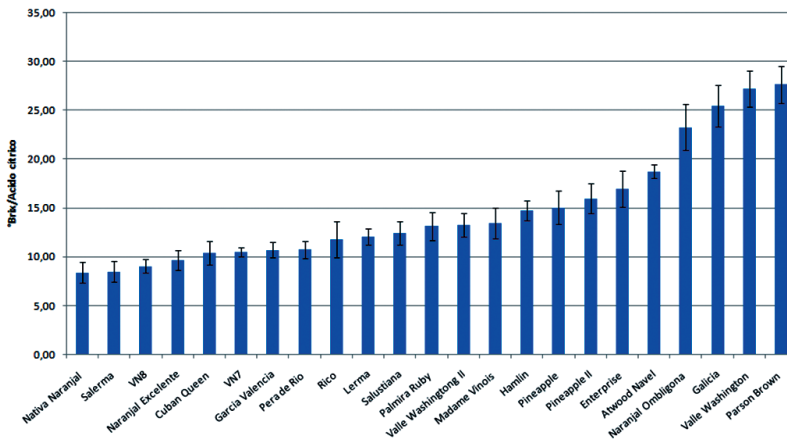


Figura 9. Índice de madurez (°Brix/% Ácido Cítrico). Promedio de 5 cosechas de 23 genotipos de naranja. C.I. La Libertad. Villavicencio-Meta. Árboles plantados en 1999. Frutos cosechados nueve meses después de antesis. Medias con error típico.

Fuente: Orduz y Avella, 2008.

Índice de madurez de 10 hasta 12 o 13 se consideran los mejores para el consumo. Los genotipos que presentan un bajo índice de madurez a los 9 meses después de la anthesis pueden tener interés para ser evaluados como variedades tardías ya que pueden permanecer en el árbol un periodo mayor antes de ser cosechados; mientras que los de mayores niveles de índice de madurez como Galicia o Enterprise pueden presentar sus mejores características de consumo entre el 7º y 8º mes lo que necesita ser evaluado para identificar variedades tempranas que permitan ampliar la época de cosecha en la citricultura llanera y del trópico bajo del país.

Selección de variedades e híbridos comerciales de cítricos en condiciones del Piedemonte Llanero de Colombia (2000 – 2009)

En el año 2000 se estableció el ensayo para evaluar el comportamiento de 13 variedades e híbridos comerciales de las principales especies de cítricos en las condiciones del piedemonte llanero, con el fin de seleccionar cultivares para la futura recomendación de nuevas variedades a los agricultores de la región.

A partir del año 2004 se tomó registro del crecimiento de las plantas, la producción y la calidad del fruto. Obteniendo los siguientes resultados:

Producción:

Nueve de los 13 materiales evaluados inician su producción en el año 2004, aunque es hasta el 2005 que uno de ellos logra una producción de importancia comercial. Es posible que el patrón mandarina Cleopatra este relacionado con la tardía entrada en producción, al transmitir esta característica al material sobre el cual se injerta²².

Los materiales considerados como los de mejor adaptación a las condiciones de la región, son los cinco que se encuentran al final de la **tabla 2**, los cuales presentaron la producción acumulada más alta.

Calidad de los frutos

En la **figura 10** se presenta el peso promedio de fruto fresco para cada cultivar.

Por su bajo peso y tamaño, unido a las bajas producciones y problemas sanitarios (en el caso del Page), se consideró que los tangelos Page y Pear,

Tabla 2. Producción promedio anual y acumulada (Kg árbol⁻¹) de seis cosechas en trece cultivares de cítricos plantados en el año 2000. C.I. La Libertad. Villavicencio-Meta.

Cultivares/años	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Producción acumulada
Valencia Midknighth	1,0	18,7	36,5	14,4	20,5	7,5	98,6
Valencia Delta		12,8	26,4	8,8	44,8	10,5	103,3
Cara - Cara Navel	3,2	17,3	31,5	27,4	23,2	1,6	104,2
Tangelo Minneola		1,8	10,0	37,6	49,1	28,5	127,0
Toronja Rio Red	3,4	79,7	8,6	13,7	26,3	7,8	139,6
Tangelo Pear	14,9	3,7	57,4	17,0	43,3	10,0	146,4
Tangor Ellendale	3,2	4,8	5,5	6,2	121,6	50,0	191,2
Valencia Rhode Red		3,7	32,2	110,4	31,1	18,2	195,6
Naranja Crescent Sweet		3,3	19,3	115,1	137,4	18,8	293,9
Toronja Star Ruby	14,5	24,5	72,6	69,8	80,5	40,5	302,4
Tangelo Page	9,6	18,4	27,1	97,2	118,5	59,8	330,6
Tangelo Orlando	17,0	3,4	37,9	148,3	215,4	8,9	430,8
Mandarina Dancy	24,5	9,2	87,0	102,2	305,6	17,6	546,2

Fuente: Orduz, *et al.* 2010

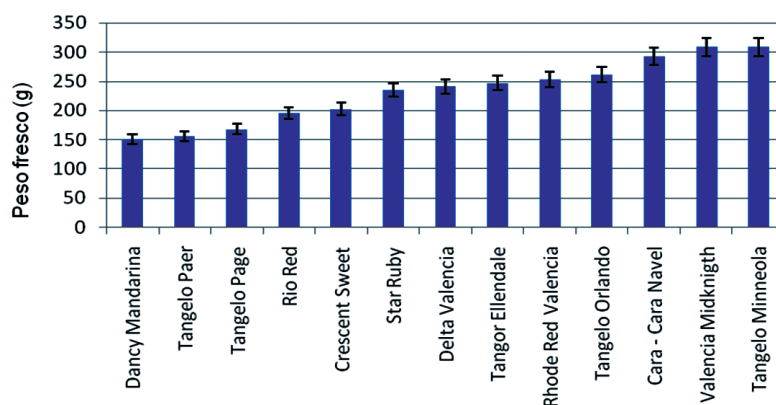


Figura 10. Peso promedio de frutos (g) en trece variedades e híbridos comerciales de cítricos en el C.I. La Libertad. Promedio de 5 cosechas. Villavicencio-Meta. (Árboles establecidos en el año 2000. (Medias con error típico).

Fuente: Orduz, *et al.* 2010

no presentaban atributos de interés para continuar con su proceso de desarrollo como variedades en las condiciones tropicales, pues normalmente el consumidor espera que el tangelo tenga un mayor tamaño que las otras especies cítricas.

Índice de madurez

En la **figura 11**, puede observarse el índice de madurez obtenido para los 13 materiales evaluados.

Los valores clasificados como mejores para el consumo -entre 10 y 13-, lo obtuvieron los siguientes cultivares: la Valencia Delta, los tangelos Page, Orlando y Minneola, el tangor Ellendale y la mandarina Dancy; seguidos de las Valencias Rhode Red y Midknight que estuvieron entre 8 y 8.4%. Río Red y Star Ruby presentaron los índices más bajos; sin embargo estos resultados corresponden a una buena calidad de fruta para esta especie. Por ultimo las naranjas Crescent Sweet y Cara Cara navel presentaron los mayores valores de índice de madurez entre 17 y 20, lo que indica que son frutas de madurez temprana y su cosecha puede hacerse alrededor de 6 a 7 meses después de la caída de pétalos.

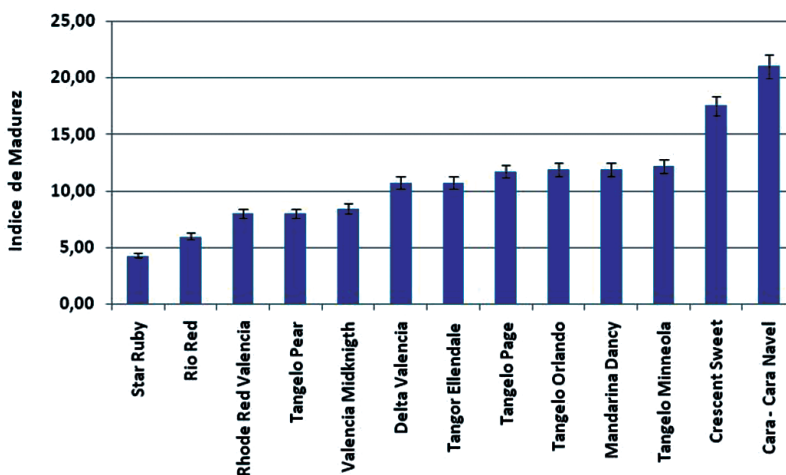


Figura 11. Índice de Madurez de trece cultivares de cítricos establecidos en el año 2000 en el C.I. La Libertad. Villavicencio-Meta. (Medias con error típico).

Fuente: Orduz, *et al.* 2010

Finalmente por su comportamiento deficiente en las principales variables evaluadas se descartan los cultivares de naranja Cara-Cara navel, la toronja Rió Red, el clon evaluado de tangelo Minneola y el tangelo Pear²³.

Conclusiones

- Los cultivos de cítricos en el trópico se ubican en zonas altas, medias y bajas de acuerdo a la altura sobre el nivel del mar y su influencia sobre la temperatura media. Estos factores climáticos son importantes para la selección de especies y variedades a cultivar.
- La presencia o ausencia de precipitación es el principal factor climático que influye sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas de cítricos en el trópico.
- En suelos ácidos de terraza alta del piedemonte del Meta una vez se ha realizado la corrección de la acidez y la fertilización de forma apropiada los principales factores que limitan el potencial de rendimiento son: el virus de la tristeza en lima Tahití, patrones tardíos en naranja Valencia, polinización cruzada en tangelo Minneola y deficiencias en el cuajado del fruto en mandarina Arrayana debido a las floraciones extemporáneas en la época seca.

Agradecimientos

El autor expresa su agradecimiento a: Dr. Jaime Triana Restrepo director del C.I. La Libertad de Corpoica en Villavicencio por su apoyo para construir y desarrollar el programa de investigación en cítricos y frutas tropicales en los Llanos; al personal administrativo de CORPOICA C.I. La Libertad. A Heberth Velásquez, Capitolino Ciprian, Alfredo Pardo, David López y Melba Mora, por el acompañamiento, y apoyo durante tantos inviernos y veranos cuidando, cosechando y evaluando los árboles y frutos; a los estudiantes de tesis y pasantía en las actividades de investigación. A los financiadores, en especial el Ministerio de Agricultura y el Fondo Nacional de Fomento Hortofrutícola; finalmente a las Ing. Agrónomas: Diana Mateus y Claudia Calderón por sus contribuciones de los últimos años en las actividades del programa de investigación de cítricos en los llanos orientales.

Referencias bibliográficas

1. AGUSTÍ, Manuel. Citricultura. 2^a ed. Barcelona: Ediciones Mundi-Prensa, 2003. 422 p.

2. DAVIES, F. S. y ALBRIGO, L. G. Citrus. Wallingford, U.K.: CAB International, 1994. 254 p.
3. DAVIES, F. S. An overview of climatic effects on citrus flowering and fruit quality in various parts of the world. En: Proceedings of Citrus Flowering and Fruit short course. University of Florida: IFAS - Citrus Research and Education Center, 1997. p. 1-4.
4. MENDEL, K., The influence of temperature and light on the vegetative development of citrus trees. En: Proceedings of the First International Citrus Symposium. 1969. 1. p. 259-265.
5. MONCADA, J.; RÍOS-CASTAÑO, D. y TORRES, R. Calidad de frutos cítricos en Colombia. En: Agricultura Tropical. 1968. Vol. 24. p. 518-526.
6. RÍOS-CASTAÑO, D. y CAMACHO, S. Cítricos. En: Frutales. Manual de Asistencia Técnica No. 4. Tomo 1. 2. Ed. Bogotá. Instituto Colombiano Agropecuario, 1980. p 23-124.
7. ORDUZ, J. Estudios ecofisiológicos y caracterización morfológica y molecular de la mandarina 'arrayana' (*Citrus reticulata* Blanco) en el piedemonte llanero de Colombia. Tesis doctoral. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2007. 130 p.
8. SÁNCHEZ, L. A.; JARAMILLO, C. y TORO, J. C. Fruticultura colombiana-Cítricos. Manual de asistencia técnica No. 42. Cali: ICA y SENA, 1987. 97 p.
9. FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS. El cultivo de los cítricos. Manizales: Litografía Cafetera , 1990. 28 p.
10. LYDOLPH, Paul E. The climate of the Earth. Totowa, New York, USA: Rowman and Allanheld Pub, 1985. 402 p.
11. REUTHER, W. Citrus. En: Ecophysiology of tropical crops. ALVIM, P. y KOZLOWSKI, T. (eds.). New York: Academic Press, 1977. p. 409-439.
12. SÁNCHEZ, L. F. y GONZÁLEZ, F. Una aproximación sobre el presente y futuro de la Orinoquia Colombiana. En: Revista SIALL. 1989. Vol. 6, No. 2. p. 39-49.
13. ROMÁN, C. Limitaciones y ventajas de los suelos de los Llanos orientales para el establecimiento de frutales. En: Suelos ecuatoriales. 1996. Vol. 26, No. 1. p. 54-61.
14. MATEUS, D.; *et al.* Evaluación económica de la producción de cítricos cultivados en el Piedemonte del Departamento del Meta durante 12 años. En prensa. 2010.
15. ORDUZ, J., y FISCHER, G. Balance hídrico y estudio de la influencia del estrés hídrico en la inducción y desarrollo de la floración de la mandarina

- “Arrayana” en el piedemonte llanero. En: *Agronomía Colombiana*. 2007. Vol.25, No.2. p. 255-263.
16. ERICKSON, L. C. y BRANNAMAN, B. L. Abscission of reproductive structures and leaves of orange trees. En: *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 1960. Vol. 75. p. 222-229.
 17. ORDUZ, J.; CASTIBLANCO, S.; CALDERÓN C. Y VELASQUEZ, H. Selección de variedades e híbridos comerciales de cítricos en condiciones del Piedemonte Llanero de Colombia (2000 – 2009). En prensa. 2010.
 18. BONO, R.; SOLER, J. y BUJ, A. Parámetros de calidad de los cítricos: el problema de las semillas. En: *Revista Comunitat Valenciana Agraria*. Nº 16. 2000. p. 7-15
 19. ORDUZ, J.; MONROY, H.; FISCHER, G. Y HERRERA, A. Crecimiento y desarrollo del fruto de mandarina Arrayana’ (*Citrus reticulata*) ‘en condiciones del piedemonte del Meta, Colombia. En: *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. 2009. Vol. 3, No. 2. p. 149-160
 20. ORDUZ, J. y AVELLA, F. Comportamiento de 26 cultivares de naranja en condiciones del piedemonte del Meta, Colombia. En: *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. 2008. Vol. 2, No. 2. p. 157-172.
 21. AGUSTÍ, Manuel. Prólogo en: *Histología y Citología de cítricos*. TADEO, F.; MOYA, J. L., IGLESIAS, D.; TALÓN, M. y PRIMO-MILLO, E. Valencia, España: Generalitat Valenciana, 2003. 99 p.
 22. CASTLE, W. S. Citrus rootstocks. En: ROM, R. C. y CARLSON, R. C. (eds.). *Rootstocks for fruit crops*. New York: John Wiley and Sons, 1987. p. 361-369.
 23. ORDUZ, J.; MONROY, H. y FISCHER, G. Comportamiento fenológico de la mandarina ‘Arrayana’ en el piedemonte del Meta, Colombia. En: *Agronomía Colombiana*. 2010. Vol. 28, No. 1. p. 63-70.