

# Aportes de la investigación en cítricos al manejo agroecológico del cultivo en el piedemonte del departamento del Meta, Colombia

## *Contributions of research to agroecological management in citrus cultivation in the foothills of the department of Meta, Colombia*

José Alejandro Cleves Leguízamo<sup>1</sup>, Javier Orlando Orduz Rodríguez<sup>2</sup>  
y Jorge Armando Fonseca Carreño<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ingeniero Agrónomo. MSc en Ciencias Agrarias. <sup>2</sup>Ingeniero Agrónomo. MSc en Citricultura. Doctor en Ciencias Agrarias. <sup>3</sup>Ingeniero Agrónomo. Especialista en Finanzas. Especialista en Evaluación Pedagógica. MSc en Ciencias Agrarias. Estudiante Doctorado en Agroecología.

<sup>1</sup> Profesor Asociado, Investigador Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad Seccional Duitama, Escuela de Administración de Empresas Agropecuarias. Tunja. Colombia. <sup>2</sup>Coordinador Nacional del Programa de Frutales Corpoica. C.I. La Libertad. Puerto López (Meta). Colombia. <sup>3</sup>Profesor Asistente, Investigador Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Cead Tunja. Colombia.

<sup>1</sup>clevesalejandro@yahoo.com, <sup>2</sup>jorduz@corpoica.org.co, <sup>3</sup>jorge.fonseca@unad.edu.co

### Resumen

La tecnología agrícola ha aumentado significativamente la producción fundamentada en los monocultivos. Las prácticas convencionales están llegando a márgenes de agricultura no sustentable, caracterizada por una alta contaminación ambiental, degradación de los recursos naturales, uso exagerado de agroquímicos, insumos y energía, además por una baja o inexistente rentabilidad. Por lo tanto, el proceso productivo tiene que ser reorientado, implementándose un enfoque agroecológico más ligado al medio ambiente y más sensible socialmente, en el cual se promueva el diseño de agroecosistemas sustentables con visión integradora. El objetivo de la presente revisión fue mostrar los resultados de las investigaciones desarrolladas entre 1994 y 2012, referentes a la sistemática de la producción de la citricultura bajo las condiciones del trópico bajo y específicamente en el piedemonte llanero del departamento del Meta en Colombia. Como resultado de esta revisión se

identificaron elementos faltantes para definir proyectos en futuros trabajos de investigación, para el establecimiento y desarrollo de unidades productivas sostenibles con enfoque agroecológico.

**Palabras Clave:** agroecología, citricultura, trópico bajo

### Abstract

Agricultural technology has significantly increased production by relying on monocultures. Conventional practices are reaching the limits of unsustainable agriculture, characterized by high pollution rates, natural resource degradation, overuse of agrochemicals, materials and energy; all towards low or no profitability. Therefore the production process has to be reoriented by implementing an agroecological approach more closely linked to the environment and more socially sensitive, and which promotes the design of sustainable agroecosystems with

an integrative vision. The aim of this paper is show the results of research conducted between 1994 and 2012, concerning the systematics of citrus production under tropical conditions, specifically in the foothills of Meta Department in Colombia. As a result of this review, missing elements were

identified which serve as a basis future research projects towards the establishment and development of sustainable and agroecological units.

**Keywords:** agroecology, citrus production, tropical low.

## Introducción

La citricultura en el departamento del Meta tiene una trayectoria de más de 50 años. Desde la introducción de las primeras especies por parte de colonos, se ha logrado una adecuada adaptabilidad, dando lugar a cultivares con diferentes niveles de productividad y rentabilidad entre las que se pueden destacar en orden de importancia, la naranja Valencia, la lima ácida Tahití y la mandarina Arrayana.

El área sembrada en cítricos en el piedemonte del Meta alcanzó para 2010 10.104 ha. Los terrenos cultivados provienen en su gran mayoría de tierras antes dedicadas a la ganadería extensiva. Al introducirse la siembra de cítricos se ha estimulado la biodiversidad y se han regenerado algunos conectores biológicos y recuperado en forma apreciable la conectividad del paisaje.

Los beneficios generados por la producción cítrica han sido de carácter ambiental con la recuperación de potreros de ganadería extensiva; laboral, dando lugar a la generación de empleos directos e indirectos; comercial, con la activación de mercados locales tanto de cítricos como los relacionados con el cultivo; financiero, con la generación rentabilidad, y social, con la activación de las relaciones socioeconómicas y mejorando las condiciones de vida de las comunidades locales.

Colombia tendrá una población de 53 millones de habitantes para el 2015 (MADR *et al.* 2010). Si se tiene en cuenta que el consumo per cápita es de 18 kilogramos de cítricos al año y que en 2012 solo se ofertan 800.000 ton/año, se calcula que para

satisfacer la demanda nacional para consumo en fresco, es necesario incrementar el área sembrada en cítricos en 15.000 ha. En este sentido, el piedemonte del Meta reúne condiciones edafoclimáticas apropiadas y puede seguir afianzando su carácter de productor de fruta, con una oferta de productos de calidad de acuerdo con los requerimientos del mercado y gusto de los consumidores.

Para cumplir con las exigencias anteriores, es preciso efectuar ajustes en los sistemas productivos. Las principales limitaciones son: baja oferta de variedades; necesidad de evaluar nuevos porta injertos y copas; ausencia de programas de limpieza de germoplasma, a pesar de la alta incidencia de virus; deficiencias en la implementación de una cultura agroempresarial. También tímidos esfuerzos en la inserción en programas de gestión de calidad con fines de certificación, poca generación de valor agregado en poscosecha, falta de caracterización de los agricultores en la región, al igual que la determinación en fincas de la Estructura Agroecológica Principal (EAP), concepto novedoso que pretende definir la integralidad de las fincas y su interconexión e interacción entre el agroecosistema, el paisaje y la sociedad. La EAP está relacionada con la comunicación, la conectividad y las funciones de lo que se llama ampliamente como la biodiversidad funcional. El nivel de interconectividad de la finca EAP y de ella con la estructura ecológica principal del paisaje, puede ofrecer mayores posibilidades de manejo y regulación biológica y climática en comparación con fincas en donde la EAP sea simple o esté desarticulada (León, 2010).

## La agroecología como ciencia

La Agroecología surge como una ciencia para enfrentar los problemas de sustentabilidad y deterioro ecológico causados por la agricultura moderna convencional (Méndez y Gliessman, 2002). La ciencia agroecológica se desarrolló en la crisis ambiental de la Revolución Verde, la cual coincidió con un alza sin precedentes en el consumo de energías no renovables (Núñez, 2005). Se considera que la Agroecología nació como una respuesta para frenar el deterioro ambiental y promover una agricultura más sostenible, revisando las prácticas de la agricultura convencional: labranza intensiva, establecimiento de monocultivos, aplicación de fertilizantes sintéticos, irrigación con deterioro de los sistemas hídricos superficiales y subterráneos, control de plagas y enfermedades con químicos y manipulación del genoma vegetal (Altieri, 1999). El uso contemporáneo del término Agroecología data de los años 70, pero la ciencia y la práctica de la Agroecología es tan antigua como el origen de la agricultura (Altieri, 1999).

La búsqueda de alternativas de producción más amigables con el ambiente, estimuló la integración de los conocimientos más avanzados de las ciencias agrícolas y ecológicas y amplió la participación del componente social, que estimula la participación de los agricultores en la resolución de sus problemáticas productivas particulares a través de la valoración los conocimientos tradicionales ancestrales y los saberes aprendidos. Gliessman (2011) indicó que la Agroecología se originó en la combinación de esfuerzos entre agrónomos y ecólogos, buscando que los resultados de los procesos de investigación tuvieran significado ecológico y aplicabilidad agrícola. El objetivo es resolver problemas cotidianos de los productores en cualquier lugar (Hecht, 1997).

En general, se puede afirmar que la base filosófica de la Agroecología es holística, es un paradigma científico interactuante, en donde los sistemas sociales, culturales y productivos se funden en un proceso de coevolución (Prager, 2002).

La Agroecología se apoya en el enfoque de una agricultura más ligada al medio ambiente y más sensible socialmente, centrada no sólo en la producción, sino también en la sostenibilidad ecológica del sistema de producción y que va mucho más allá de los límites del predio agrícola (Hecht, 1997). La Agroecología encarna a la vez una estructura de ciencia, una crítica política y una propuesta para la acción (León, 2012).

Se considera que la Agroecología es una ciencia en construcción, en su formación ha sido fundamental el aporte de diferentes áreas del conocimiento de la ecología, las ciencias sociales, económicas, administrativas y fundamentalmente de la agronomía. Se distingue por su carácter integrador; en ella se aplican conceptos y principios de la ecología al diseño, desarrollo y gestión de sistemas agrícolas sustentables (Arguello, 2011). El concepto de sustentabilidad es útil porque recoge un conjunto de preocupaciones sobre la agricultura, concebida como un sistema tanto económico, como social y ambiental (Altieri, 1999).

La Agroecología abarca aspectos sociales, económicos y ambientales, dando respuesta a los problemas complejos como el cambio climático, la producción de alimentos, la crisis de energía, la globalización de los mercados, la escasez de los recursos naturales y el crecimiento demográfico; requerimientos que son resueltos a través de la investigación interdisciplinaria (Ewert *et al.*, 2009).

Los anteriores preceptos son aplicables no sólo en grandes áreas tecnificadas y con disponibilidad amplia de diversos recursos, sino también en áreas pequeñas con agricultores pobres en situación de vulnerabilidad (Altieri, 2002). La Agroecología puede mejorar la seguridad alimentaria y la conservación de los recursos naturales, la agrobiodiversidad, el suelo y el agua en cientos de comunidades rurales (Altieri, 2004).

La Agroecología también estudia las relaciones ecológicas y culturales que se dan en los procesos

agrarios, cuestiona los modelos de desarrollo y las formas culturales de apropiación de la naturaleza (León, 2007).

## Relación agroecología – agroecosistemas

Los procesos productivos con enfoque agroecológico consideran a los agroecosistemas o ecosistemas agrícolas como las unidades fundamentales de estudio y en estos sistemas las transformaciones de la energía, los procesos biológicos y las relaciones socioeconómicas son investigados y analizados como un todo (Altieri y Nicholls, 2000). Las interacciones de los componentes se pueden presentar dentro de unos límites difusos que pueden estar más allá del predio o finca (Altieri, 1999).

El agroecosistema, es un ecosistema deliberadamente modificado por el hombre con el fin de obtener bienes y servicios, con un objetivo o fin económico (Pezzani, 2010). Es el lugar donde se presentan relaciones dinámicas entre la cultura y sus medios físicos, biológicos y sociales (Gliessman, 2011), también se presentan las Interacciones entre plantas, animales, humanos y el ambiente (Dalgaard *et al.*, 2003).

León y Altieri (2010) consideran que la agroecología estudia los ecosistemas desde el punto de vista cultural y ecológico, y se privilegia el manejo integrado de los agroecosistemas. La Agroecología es la aplicación de conceptos y principios ecológicos al diseño y manejo de sistemas alimentarios sostenibles, en el cual los productores y consumidores interactúan en forma dinámica; constituyéndose como una mirada multidimensional a los agroecosistemas. (Gliessman, 2011).

La Agroecología va más allá del uso de prácticas alternativas y desarrolla agroecosistemas con una dependencia mínima de insumos, agroquímicos y energía, enfatizando sistemas agrícolas complejos en los cuales las interacciones y sinergismos ecológicos entre sus componentes lo cuales pro-

porcionan los mecanismos para que los sistemas generen su propia fertilidad de suelo, productividad y protección de la cosecha (Altieri, 1999).

## Origen de los cítricos

Todas las especies del género *Citrus* se originaron en el sureste asiático, especialmente en las vertientes de la cordillera del Himalaya, en el noreste de India, Myanmar y suroeste de China; aunque ellas muestran relaciones filogenéticas con taxas cuyas distribuciones se extienden hasta las indias orientales, Australia, China central, Japón e incluso África (Leal, 2009 y Orduz, 2010 c).

En la actualidad, las principales regiones productoras de cítricos en el mundo se encuentran localizadas en los denominados “cinturones cítricos”, correspondientes a la zona subtropical, con una latitud entre los 23,5º y 40º en los hemisferios Norte y Sur; zonas donde los ciclos anuales de crecimiento y desarrollo de las plantas están regulados por las modificaciones climáticas presentadas por la sucesión de las estaciones (Orduz y Fischer, 2007).

La metodología para diferenciar las regiones apropiadas para la citricultura, consiste en usar el concepto de sumatoria de las unidades de calor anual, que 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 (cero biológico) y se multiplica por el número de días del año; la sumatoria se presenta como unidades anuales de calor acumuladas (Orduz y Mateus, 2010)

El género *Citrus* y otros géneros relacionados pertenecen a la familia de las Rutáceas, subfamilia *Aurantioideae*. Los géneros más importantes son: *Citrus*, *Poncirus* y *Fortunela*. Siendo las especies del género *Citrus* las más importantes desde el punto de vista agronómico.

Las especies más conocidas son: *Citrus aurantiifolia* Christm Swing, (limón pajarito); *Citrus latifolia*

Tanaka (lima Tahití); *Citrus aurantium* L. (naranja amargo); *Citrus grandis* L. (pomelo); *Citrus limón* L. Burm. (limón verdadero), de escaso o nulo cultivo en el país; *Citrus paradisi* Macf. (toronja); *Citrus reticulata* Blanco (mandarina) y *Citrus sinensis* L. (naranja dulce). Dentro de este género hay híbridos interespecíficos de importancia comercial como: *C. reticulata* x *C. paradisi* (tangelo) y *C. reticulata* x *C. sinensis* (tangor).

En el género *Poncirus* está la naranja trifoliada que se usa como patrón. Este género es subtropical y es de comportamiento caducifolio. Los patrones Citranges (Troyer y Carrizo) son híbridos de *Poncirus trifoliata* con *Citrus sinensis* y los citrumelos son *P. trifoliata* con *C. paradisi*.

El tercer género es *Fortunella* y es parecido al género *Citrus*, el más conocido es el *Kumquat* usado como árbol ornamental.

Los grupos de cítricos más importantes comercialmente son las naranjas dulces, las mandarinas, las toronjas, los limones y las limas ácidas (Román, 1993). En Colombia, las variedades más cultivadas comercialmente son las mandarinas Oneco y Arrayana, y en menor proporción las ICA Jamundí, Anaime y Bolo. En naranjas se siembran diferentes clones de Valencia, Sweety, y en menor área la Salustiana, Hamlin y selecciones de materiales criollos. En limas ácidas: el limón Pajarito y la lima Tahití. En Tangelo el Minneola y algunos materiales criollos.

La producción anual de cítricos en Colombia se estima en 8.000 toneladas por año, se presentan amplias diferencias en rendimiento, producciones que pueden ser de 10 t. / ha/ año, en cultivos tradicionales, a 40 t. / ha/año, en cultivos tecnificados (Orduz, 2012).

### Generalidades de la citricultura en el departamento del Meta

La citricultura colombiana está distribuida en cuatro grandes regiones: Región Caribe (18.8%), Valles Interandinos (30%), Región Andina (42%) y los

Llanos Orientales con cerca del 10%. Se calcula que el 50% de los cítricos en el país se consumen en Bogotá (Orduz y Baquero, 2003).

La citricultura comercial en el departamento del Meta se inició en la década del 60, pero la falta de investigación científica ha impedido aprovechar al máximo las ventajas comparativas que la región posee para la producción de cítricos (Orduz, 2003). Para 2010, en el país existían 195.586 ha. sembradas en frutales, de las cuales 62.409 ha. correspondían a cítricos. En el Meta, el sector agrícola ocupa un área de 224.887 ha., de ellas 27.192 ha se agrupan en la categoría de “frutales en general” de las cuales 10.104 ha corresponden a cítricos, destacándose el área dedicada al cultivo de la naranja con 6.277 ha. Se estima de estas, el 90% corresponde a naranja Valencia y el 10% restante a otras variedades, (MADR *et al.*, 2010). Las tendencias por especie son: 60% de naranja y 20% de mandarina, casi en su totalidad de la variedad Arrayana; 10% de lima ácida Tahití y el restante 10% en tangelo Minneola (Orduz y Mateus, 2010; Mateus *et al.*, 2010).

Como antes se señaló, es necesario aumentar el área sembrada en cítricos en 15.000 ha y además reemplazar por lo menos 20.000 ha que terminan su ciclo productivo. Adicionalmente, existiría un déficit difícil de calcular de producción de fruta para uso en agroindustria y para la exportación, dentro del cual estarían naranjas y mandarinas para los mercados de Ecuador, Centro América y El Caribe; además de lima Tahití para Europa y Norteamérica (Mateus *et al.*, 2010).

### Descripción del piedemonte del Meta

El piedemonte llanero fue una zona de colonización importante durante el siglo XX, aunque se encuentran poblaciones que fueron fundadas en los siglos XVII y XVIII, como San Martín (Meta), Tame (Arauca) Nunchía y Támara en Casanare (Orduz y Rangel, 2002). Tiene una altitud comprendida entre las cotas 200 y 500 m.s.n.m.

La mayor superficie de estas tierras está dedicada a la ganadería con diferentes niveles de tecnificación (IGAG, 2004).

El piedemonte del Meta presenta un régimen pluviométrico monomodal, la temporada húmeda se inicia en marzo y termina en noviembre. La precipitación promedio anual oscila entre 2.500 y 3.800 mm (en promedio 2.918 mm/año), con temperatura promedio anual de 26 °C. La clasificación climática de la región corresponde a la formación bosque húmedo tropical bh-T (IGAC, 2004).

El Centro de Investigación (CI) La Libertad de Corpoica, se ubica a 4°03' N; 73°29' W, 336 m.s.n.m., precipitación promedio de 2.458 mm al año, temperatura media anual de 26 °C, humedad relativa del 80%, 1.478 horas de brillo solar anual y una Evapotranspiración Potencial de 1.106.5 mm/año.

### Aportes de la Investigación en citricultura en el piedemonte llanero

Los aportes más importantes y actualizados sobre el trópico bajo, se han originado fundamentalmente en el grupo de investigadores de Corpoica en el CI La Libertad en colaboración con estudiosos de la Universidad de los Llanos y de la Universidad Nacional, sede Bogotá, dentro de los cuales se pueden destacar los siguientes trabajos:

**1. Suelos:** El material parental está constituido por arcillas y arenas. Los suelos en su mayoría son de eficiente a moderadamente drenados, profundos a moderadamente profundos, limitados por la presencia de plintita; pertenecen a los grupos texturales fino y medio (Gutiérrez, 2004).

Los suelos recomendados para cítricos son los clasificados regionalmente como clase IV, donde se encuentran las terrazas altas ubicadas, principalmente en el piedemonte Llanero; estos suelos presentan texturas franco arenosas o franco arcillosas, se caracterizan por su excelente drenaje mayor a 3 metros. Presentan un pH ácido, baja capacidad

de intercambio catiónico, baja saturación de bases (Ca, Mg, K), además de bajos niveles de materia orgánica, fósforo y elementos menores como Boro, Zinc y Cobre. En el horizonte superior presenta alta saturación de aluminio y medio en los horizontes inferiores. La reacción es fuertemente ácida a través de todo el perfil (Sánchez y González, 1989, citados por Orduz y Baquero, 2003).

Para tener un buen desarrollo, los cítricos requieren como mínimo una profundidad de 1,5 m. Este perfil del suelo debe estar libre de cualquier obstáculo que limite el desarrollo radicular (Orduz y Baquero, 2003).

Las investigaciones han demostrado que las propiedades físicas de los suelos en el piedemonte del Meta, no presentan restricciones para el desarrollo del cultivo de cítricos. Desde el punto de vista de las propiedades químicas, antes de iniciar algún proceso productivo intensivo es definitivo efectuar un adecuado plan de aplicación de enmiendas, correctivos y diseñar un pertinente plan de fertilización con base en los resultados del análisis de suelos.

El piedemonte del departamento del Meta posee 265.000 ha de suelos clase IV, lo que asegura una amplia oferta de tierra óptima para el desarrollo de la citricultura. En la altillanura plana para este mismo fin se puede adecuar 100.000 ha. (Orduz, 2007 y Orduz, 2010 c)

**2. Clima:** Aunque los cítricos son de origen subtropical, las condiciones ambientales del piedemonte llanero presentan características favorables para el crecimiento, desarrollo y producción de fruta de buena calidad y en volúmenes adecuados. El trópico es la región ubicada entre los 23.5º de latitudes Norte y Sur. Dependiendo de la altitud las regiones se clasifican en:

- Trópico alto entre los 1.500 y 2.000 m.s.n.m.
- Trópico medio entre 800 y 1.500 m.s.n.m. con 3.000 a 3.800 unidades de calor acumuladas en el año.

- Trópico bajo entre 0 y 700 m.s.n.m., se presentan las mayores tasas de calor acumulado, debido a las temperaturas altas y permanentes, hasta llegar a las 4.930 unidades de calor en el año (Orduz, 2007 y Orduz, 2010 c).

El principal factor climático que incide en el rendimiento del cultivo de cítricos en condiciones tropicales es la precipitación. Su ocurrencia y magnitud influyen sobre la intensidad, duración y distribución de la floración y en la época de cosecha. En clima monomodal, como el del piedemonte del Meta, se presenta una floración principal al año. Por ejemplo, la mandarina Arrayana florece al inicio de las lluvias y la producción se obtiene al finalizar el año entre noviembre y enero. Esta producción estacional ocasiona una fuerte disminución de precios para los productores y desabastecimiento de la fruta en los restantes meses del año (Orduz *et al.*, 2010 b; Garzón y Orduz, 2011).

Los requerimientos hídricos necesarios para el sostenimiento del cultivo de cítricos en el trópico bajo, pueden ser determinados por medio de la metodología propuesta por la FAO (2006) utilizando la fórmula:  $ET_c = ET_o \times K_c$ ; donde  $K_c$  es el coeficiente específico para el cultivo por considerar, cuyo valor sugerido por la FAO para cítricos es 0,75 para los meses de lluvia y 0,8 para los meses secos (Orduz, 2012).

En el piedemonte del Meta se presenta un exceso de precipitación para el cultivo de cítricos durante nueve meses: de marzo a noviembre y un déficit entre diciembre y febrero (Orduz *et al.*, 2006); en esta zona los cítricos requieren 1.046 mm de agua al año que es el 77% de la evaporación total anual (Orduz y Fischer, 2007 b).

Algunos estudios han demostrado que de acuerdo con la oferta ambiental, en el piedemonte del Meta se pueden desarrollar unidades productivas en ausencia de riego (Orduz y Fischer, 2007). También es definitiva una acertada selección de variedades (copas) y patrones, con base en los re-

querimientos climáticos y edáficos requeridos por la especie por cultivar.

La pendiente natural del terreno permite evacuar con prontitud los excesos de agua. La estacionalidad de la producción limita en forma significativa la permanencia en mercados especializados, al igual que disminuye los ingresos de los productores. Desde el punto de vista fitosanitario, tener un periodo definido de floración y cosecha es una gran ventaja, pues de esta manera se evita la ocurrencia de generaciones superpuestas de flores y frutos, lo que favorece el desarrollo de plagas y enfermedades.

**3. Portainjertos y Variedades:** El cultivo de cítricos es una actividad económica con rendimientos a largo plazo. Uno de los aspectos fundamentales para obtener buenos resultados económicos es la adecuada selección de los cultivares (especie y variedad) que se van a plantar (Orduz *et al.*, 2007). Sin embargo, la principal debilidad de la citricultura llanera es la excesiva dependencia de una sola variedad por cada especie cultivada (Orduz y Avella, 2008).

El injerto es una forma de propagación asexual que se emplea en gran escala en la citricultura moderna. En esta técnica se unen segmentos de la planta madre (yema que conformará la copa) sobre tallos de plantas receptoras más resistentes y adaptadas a condiciones bióticas y abióticas particulares (patrón o portainjerto) de la misma especie o de una muy cercana. Estos individuos con características uniformes son conocidos como clones.

El patrón influye sobre 20 o más características frutícolas dentro de las cuales están: la altura, el vigor y el enraizamiento de la planta; la tolerancia a los factores abióticos como déficit hídrico, bajas temperaturas, salinidad y acidez de los suelos, exceso de agua; resistencia o tolerancia a enfermedades sistémicas (CTV, ECV, Psoriasis y Xiloporosis) o *Phytophthora* (Orduz, 2012).

Dentro de los principales patrones se tiene el Mandarin Cleopatra usado para propagar naranja,

mandarina y tangelo en los Llanos Orientales. Este patrón ha mostrado ser tardío en entrar a producción, pero una vez en ella la fruta en estados iniciales es de buena calidad, su comportamiento respecto a la tolerancia a enfermedades se considera como bueno.

La mandarina 'Arrayana' (*Citrus reticulata* Blanco) es la principal variedad cultivada en Colombia y en la región de los Llanos Orientales, donde existen alrededor de 1000 hectáreas ubicadas casi en su totalidad en el piedemonte del Meta (Orduz *et al.*, 2010 b). La evaluación de portainjertos dio como resultado que el CPB 4475 (Citrumelo Swingle) fue el patrón con mayor producción de frutos, seguido de Volkameriana y SxE; igual resultado se presentó en la evaluación de eficiencia productiva. En cuanto a calidad de fruta todos los patrones evaluados mostraron valores similares con excepción de Volkameriana, el cual indujo menor calidad en el contenido de SST. Por otro lado, frutos de mayor tamaño se obtuvieron con Volkameriana y CPB 4475, seguido de SxE y, en último lugar, se situó el patrón Cleopatra, que presentó bajos rendimientos debido a las pérdidas de floración por lluvias extemporáneas en la época seca (Orduz *et al.*, 2006).

La variedad de naranja de mejor comportamiento productivo es la Valencia, lo que señala la buena adaptación de esta variedad a las condiciones ambientales del piedemonte del Meta. En el CI La Libertad se determinó que el portainjerto SxE fue el patrón que presentó mayor longevidad y aparentemente mejor tolerancia a CTV. Otra ventaja que tiene es que debido a su menor tamaño es posible aumentar en más del 20% la densidad de la plantación pudiéndose sembrar hasta 300 plantas/ha. Con el patrón Cleopatra sólo se alcanza la cifra de 208 plantas/ha. Además el uso retrasa la entrada en producción de los cultivares (Orduz y Avella, 2008). Otra limitación importante es la disminución del tamaño de la fruta cuando los árboles tienen más de 10 años de trasplantados (Orduz, 2012).

En el piedemonte del departamento del Meta existen alrededor de 700 ha cultivadas en lima Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka). Los patrones más utilizados son el limón Volkameriana (*Citrus volkameriana* Pasquale) y en menor porcentaje el mandarino Cleopatra (*Citrus reticulata* Blanco), el cual no es recomendado por su alta susceptibilidad al virus de la tristeza (Quiroga *et al.*, 2010).

Los resultados demuestran que se debe ampliar la evaluación de portainjertos y copas, así como de nuevas variedades.

El cultivo de cítricos con fines comerciales exige prácticas agronómicas y de manejo que sean adecuadas para cada zona en particular, de tal forma que permitan la viabilidad económica de los sistemas productivos (Mateus *et al.*, 2010).

Según los estudios económicos realizados por los anteriores autores, la mejor producción y rentabilidad se presentó en la naranja Valencia con una TIR (rentabilidad promedio generada, retribución al capital invertido) del 34,31%; para Lima Tahití del 30,93%, para Tangelo Minneola del 17,08% y para Mandarina Arrayana del 13,88%.

Al estimarse el Valor Presente Neto (V.P.N.), a una tasa del 12%, se encontró que la naranja Valencia obtuvo una utilidad neta de \$15.800.000 /ha. y una relación Beneficio-Costo (retorno en dinero obtenido por cada unidad monetaria invertida) de 3,23. Los VPN para la Lima Tahití, el Tangelo Minneola y la mandarina Arrayana fueron de \$4.960.000, \$3.200.000 y \$1.050.000, respectivamente; mientras que la relación B-C fue de: 2,04, 1,36% y 1,11% (Gutiérrez y Orduz, 2010).

Las anteriores cifras indican que el cultivo de cítricos en el piedemonte del Meta presenta resultados económicos altamente satisfactorios con la naranja Valencia, intermedios con Lima Tahití y Tangelo Minneola y bajo con Mandarina Arrayana.



**4. Manejo de Coberturas:** Las zonas donde se establecen cítricos en el departamento del Meta, son de tradición ganadera. Orduz *et al.*, (2011) evaluaron gramíneas y leguminosas forrajeras como coberturas en los huertos y como fuentes adicionales para la alimentación del ganado. Los resultados indican que en etapas de establecimiento (60 d.d.e.) la mejor cobertura se alcanzó con *Arachis pinto* (89,6%), seguido por *Brachiaria dictyoneura* cv. pasto llanero (86,0%) y el valor más bajo fue el de *Brachiaria brizantha* cv. Toledo (62,0%).

En relación con la biomasa producida por las gramíneas, este autor indica que *Panicum maximum* fue la cobertura que obtuvo la mayor producción acumulada de materia seca con 56.792 kg/ha, seguido por *B. brizantha* con 26.532 kg/ha y *B. dictioneura* cv. pasto llanero con 23.257 kg/ha. Dentro de las leguminosas *A. pinto* obtuvo una producción acumulada de 25.891 kg/ha de M. S., seguido por *D. ovalifolium* con 11.165; las menores producciones de biomasa acumulada se obtuvieron con los tratamientos convencionales (guadaña y herbicida).

En evaluaciones de diferentes cultivares de ecotipos promisorios de *Arachis pinto*, Rincón y Orduz (2006) establecieron que *A. pinto* CIAT 18.744 y 18.748 sobresalieron por el mayor número y longitud de estolones que les permitieron alcanzar una cobertura del 80% a la edad de 8 meses, superior al Maní Forrajero Perenne (30%). Estos ecotipos produjeron más materia seca (670 kg/ha) que el testigo (109 kg/ha).

Los estudios demostraron que el uso de coberturas es una alternativa viable para ser establecida en las calles del cultivo de cítricos, ya que de esta manera se genera materia orgánica que puede servir como suplemento alimenticio en dietas de animales o también se puede incorporar a los suelos. En general, se puede afirmar que la implementación de coberturas mejora la conectividad biológica, las propiedades físico-químicas de los suelos al disminuir la erosión, la

evaporación, y la compactación; e inciden en el mejor uso del agua, lo que disminuye los costos de producción.

Es muy importante tener en cuenta que un suelo con adecuada labranza que evite el volteo y con disponibilidad permanente de cobertura vegetal, se convierte en un sumidero de carbono lo cual trae grandes beneficios ambientales.

**5: Poscosecha:** Orduz y Velásquez (2003), evaluaron la calidad del fruto de naranja Valencia injertada sobre el patrón Cleopatra y determinaron un peso promedio del fruto de 257 g con diámetros de 7,69 y 7,62 cm. Las características reunidas en estas evaluaciones mostraron que esta variedad, bajo las condiciones del trópico bajo, alcanza estándares importantes de calidad (SST,% jugo). En evaluaciones posteriores Orduz y Avella (2008), determinaron que las variedades con mejores contenidos promedios de jugo fueron: García Valencia (49,13%), Nativa Naranjal (48,3%), Valencia Naranjal 2 (48,29%), Naranjal Excelente (47,6%) y Salustiana (45,6%).

Las naranjas del Grupo Navel (ombligonas), no se utilizan para la agroindustria por su alto contenido de limonina, que confiere un sabor amargo al jugo. En el piedemonte llanero este grupo presenta bajos rendimientos y deficiente calidad de la fruta.

En relación con las mandarinas, en el CI La Libertad se observó que las variedades Satsuma, Ponkan, California y Oneco presentaron problemas en la calidad externa del fruto (deformación); su rango de adaptación es limitado y no son recomendadas en condiciones de trópico bajo. Las variedades Dancy y Arrayana, como producto de 50 años de aclimatación, mostraron una excelente adaptación a las condiciones del trópico bajo, produciendo 22,8 y 18,9 t /ha; esta última alcanzó un peso de 145 g por fruto, clasificándose como grande (Orduz *et al.* 2009). El contenido de jugo registrado fue del 39%, considerado como alto para una mandarina (Orduz *et al.*, 2006).

En la actualidad la producción cítrica con excelente calidad, sólo se está ofertando en mercados locales; para hacer esta actividad más competitiva, se debe introducir algún tipo de manejo en poscosecha que genere valor agregado y que permita un mejor posicionamiento en mercados nacionales e internacionales. En este aspecto también es prioritaria la estandarización de la fruta con base en la implementación del sistema de gestión de calidad, al igual que la organización de los productores.

### Consideraciones finales

Como se ha podido observar a lo largo de esta revisión, el cultivo de cítricos en el piedemonte del Meta, tiene una alta significancia no sólo por el área plantada, sino también por la generación de empleo. Posee ventajas comparativas como la abundante disponibilidad del recurso hídrico durante el año que permite el desarrollo de cultivos en ausencia de riego. Las características ecofisiológicas de la región son adecuadas para el cultivo de cítricos. La rentabilidad y productividad son altas, existe información técnica proveniente de instituciones oficiales comprometidas con el bienestar de los agricultores. Sin embargo, se han podido detectar algunos “elementos faltantes” que deben ser tenidos en cuenta para hacer de la fruticultura en el trópico una actividad altamente competitiva con enfoque agroecológico. Es importante definir un plan de acción que incorpore aspectos como:

1. Caracterización y Tipificación de los productores cítricos en el piedemonte del Meta: Uno de los grandes desafíos que enfrentan los investigadores y extensionistas a la hora de fomentar el desarrollo agrario sostenible en una zona en particular, es diseñar programas que se ajusten a las condiciones de los productores, ya que no hay sistemas agrícolas iguales, tampoco existen dos campesinos cuyas circunstancias sean idénticas y, por consiguiente, tengan necesidades tecnológicas exactamente iguales. Las características de los sistemas campesinos se explican por medio

de innumerables variables que actúan conjuntamente y no en forma individual, lo cual permite clasificar y agrupar los agroecosistemas atendiendo a su realidad; lo anterior se logra con la implementación de la metodología denominada “dominio de recomendación”

El objetivo es comprender la complejidad de las relaciones sociales que se dan en el interior de los agroecosistemas mayores (finca) y menores (lote), de tal forma que la tecnología que se genere responda realmente a sus propias circunstancias, limitaciones y posibilidades (Lores *et al.*, 2008). En una misma región es posible encontrar diversos factores físicos, bióticos, sociales, económicos y culturales que combinados, generan distintos tipos o clases de unidades de producción o fincas; como se dijo anteriormente esta metodología se constituye en una herramienta eficaz en el momento de diseñar estrategias de intervención, orientadas a un desarrollo tecnológico planificado.

2. Definición de la Estructura Agroecológica Principal (EAP): Concepto de reciente introducción por León (2010), es de gran ayuda para definir la integralidad y conectividad de las fincas y su interconexión e interacción con el paisaje del piedemonte del Meta. Es una herramienta en construcción muy útil para avanzar en la taxonomía de los agroecosistemas.

3. Zonificación de suelos: Elaboración de estudios de suelos, de tal manera que se logre la selección correcta de los terrenos más aptos y con mayor vocación para el desarrollo de futuros cultivos.

4. El incremento del número de variedades y especies de cítricos: las cuales deben ser incorporadas con adecuada adaptación a la región, bien sea por la introducción y evaluación de nuevos germoplasmas o por la selección de cultivos locales de excelente rendimiento y calidad, o ambos. La idea es romper la actual concentración de la producción en un corto período de tiempo, lo que conlleva a épocas de bajos precios para el

productor y escasas de la fruta en otros períodos. Tal es el caso de la mandarina cuya producción se caracteriza por una altísima estacionalidad en la oferta. Por lo tanto, urge la obtención de variedades productivas, que permitan romper la mencionada estacionalidad y que exhiban buena productividad y óptima calidad de la fruta, con una buena aceptación por los consumidores.

5. Definición y montaje de proyectos: Es necesario evaluar nuevos portainjertos y copas con adecuada adaptabilidad y óptima respuesta a las condiciones ecoambientales del piedemonte del Meta, con una alta productividad, calidad y fitosanidad.

6. Diseño e implementación de programas de limpieza de germoplasma: principalmente para lima Tahití y para Tangelo, de tal manera que se pueda mejorar sosteniblemente la condición sanitaria de las plántulas ofertadas a los agricultores. En este aspecto es factible realizar ensayos de protección cruzada con razas débiles o atenuadas del virus de la Tristeza en plantas sanas, con el fin de aumentar el período productivo de las mismas.

7. Ajuste a los programas de nutrición minera: dando prioridad a las exigencias de Ca, Mg y K del cultivo.

8. Diseñar proyectos de investigación con base en el concepto de la nutrición orgánica: estos como una herramienta para inducir la restitución natural de la fertilidad de los suelos.

9. Diseño de estudios actuariales: para la implementación del Seguro a la Inversión Agrícola como una estrategia de competitividad ante la variabilidad climática, de tal manera que se le garantice al agricultor la restitución económica en caso de pérdidas ante la eventual ocurrencia de efectos climáticos adversos.

10. Implementación de procesos en poscosecha que genere valor agregado: no tiene sentido que después de un significativo esfuerzo en la producción se participe en mercados sin ningún tipo de

transformación agroindustrial. Es importante la incorporación de procesos de innovación a lo largo de la cadena productiva

11. Implementación del sistema de gestión de la calidad: de tal manera que se racionalicen con visión empresarial las prácticas de manejo que incluyan las tenedurías de registros y la verificación de la trazabilidad, para entrar posteriormente en procesos de certificación procurando la articulación con mercados caracterizados por una alta exigencia por parte de un sector creciente de consumidores.

## Literatura citada

1. Altieri M. 1999. Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. Editorial Nordan-Comunidad, Chile.
2. Altieri M. & Nicholls, C. (2000). *Agroecología, Teoría y práctica para una agricultura sustentable. 1a ed. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente*. Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. México D.F., México.
3. Altieri, M. (2002). Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 93, 1-3, 1-24.
4. Altieri, M. (2004). Escalonando la propuesta agroecológica para la soberanía alimentaria en América Latina. *Agroecología* 4, 39-48, 2009.
5. Arguello, H. (2011). *Notas del curso Agroecología Avanzada*. Bogotá: Universidad Nacional.
6. Dalgaard, T., Nicholas, T., Hutchings, J. & Porter, R. (2003). Agroecology, scaling and interdisciplinary. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 100, 39-51.
7. Ewert, F., Van Ittersum, M., Bezlepina, I., Therond, O., Andersen, E., Belhouchette, H., Bockstaller, C., Brouwer, F., Heckeley, T., Janssen, S., Knapen, R., Kuiper, M., Louhichi, K., Alkan, J., Turpin, N., Wery, J., Wien, J. & Wolf J. (2009). A methodology for enhanced flexibility of integrated. *Environmental science and policy* 12, 546-561.
8. Garzón, D. & Orduz, J. (2011). *Influencia de la precipitación sobre el comportamiento fenológico de árboles de Naranja Valencia en el piedemonte del Meta, Colombia*: s.e.
9. Gliessman, S. (2011). *Investigando las bases ecológicas para una agricultura sostenible*. California: Universidad de California.
10. Gutiérrez, A. (2004). *Mejoramiento de la producción y calidad de la naranja Valencia en los llanos, mediante la investigación de los factores limitantes: agua, nutrición y eficiencia del cuajado. Fase II*.s.d.

11. Gutiérrez, A. & Orduz, J. (2010). Evaluación económica de la producción de cítricos cultivados en el Piedemonte del departamento del Meta durante 12 años. *Orinoquia* 14(1), 87-99.
12. Hecht, S. (1997). La evolución del pensamiento agroecológico. En: Altieri M. *Agroecología*, bases, científicas para una agricultura sostenible. La Habana, Cuba: CLADES-ACAO.
13. IGAG. (2004). Estudio general de Suelos y zonificación de tierras del departamento del Meta. Bogotá: IGAG.
14. Leal, F. (2009). Ecofisiología de los cítricos en los trópicos. En: *memorias del V taller regional de Bioclimatología y Manejo de producción de cítricos*. Carabobo, Venezuela.
15. León, T. (2007). Medio Ambiente y Tecnología y modelos de agricultura en Colombia. Hombre y arcilla. Bogotá: Ecoe, Editorial U.N.C.- IDEA.
16. León, T. & Altieri, L. (2010). Regulación biológica en agricultura de pequeña escala: un enfoque desde la sostenibilidad. En: León, T. y Altieri, M. *Vertientes del Pensamiento Agroecológico. Fundamentos y Aplicaciones*. (1ra edición). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia - Instituto de Estudios Ambientales.
17. León T. (2012). *Agroecología: La Ciencia de los Agroecosistemas - La perspectiva ambiental*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Estudios Ambientales IDEA.
18. Lores, A, Leyva, A. & Varela, M. (2008). Los Dominios de Recomendaciones: Establecimiento e importancia para el análisis científico de los agroecosistemas. *Agricultural Systems* 104, 365–370.
19. Mateus, D, Pulido, X, Gutiérrez, A. & Orduz, J. (2010). Evaluación económica de la producción de Cítricos cultivados en el Piedemonte del Departamento del Meta durante 12 años. *Orinoquia* 14(1), 16-26.
20. Méndez, E. & Gliessman, S. (2002). Un enfoque multidisciplinario para la investigación en Agroecología y desarrollo rural en el trópico latinoamericano. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* 64, 5-16.
21. MADR, DANE, CCI. (2010). Encuesta Nacional Agropecuaria. Disponible en : [http://www.agronet.gov.co/www/html3b/public/ena/ENA\\_2010.pdf](http://www.agronet.gov.co/www/html3b/public/ena/ENA_2010.pdf) Núñez, M. (2005). Bases científicas de la agricultura tropical sustentable. Motion magazine. Disponible en : [http://www.inmotion-magazine.com/global/man\\_base.html](http://www.inmotion-magazine.com/global/man_base.html)
22. Orduz, J. & Rangel, J. (2002). Frutales tropicales potenciales para el piedemonte llanero. *Manual de Asistencia Técnica*. N. 8. Produmedios.
23. Orduz, J. & Velásquez, H. (2003). Crecimiento y desarrollo del fruto de naranja Valencia en condiciones del trópico bajo. En: *Avances de investigación en cítricos en los Llanos Orientales de Colombia*. *Achagua* 7(9), 20-23.
24. Orduz, J. & Baquero, J. (2003). Aspectos básicos para el cultivo de los cítricos en el piedemonte llanero. *Achagua* 7(9), 7-19.
25. Orduz, J. (2003). La investigación de cítricos en los llanos orientales de Colombia. *Achagua* 7(9), 3-7.
26. Orduz, J., Monroy, H., Arango, L. & Fischer, G. (2006). Comportamiento de la mandarina Arrayana en seis patrones en suelos ácidos del piedemonte llanero de Colombia. *Revista Agronomía Colombiana*. 24(2), 266-273.
27. Orduz J. 2007. Ecofisiología de los cítricos en el trópico: Revisión y perspectivas. En II Congreso Colombiano de Horticultura, Bogotá. Memorias del evento. Bogotá: Produmedios. Volumen II, 67 – 76 p.
28. Orduz, J. & Fischer, G. (2007). Balance hídrico e influencia del estrés hídrico en la inducción y desarrollo floral de la mandarina 'Arrayana' en el piedemonte llanero de Colombia. *Revista Agronomía Colombiana* 25(2), 255-263.
29. Orduz, J., Chacón, A. & Linares-Briceño, V. (2007). Evaluación del potencial de rendimiento de tres especies y un híbrido de cítricos en la región del Ariari del departamento del Meta Colombia) Durante doce años, 1991-2003. *Orinoquia* 11 (2), 41- 48.
30. Orduz, J. & Fischer, G. (2007 b). Estudios Ecofisiológicos y caracterización morfológica y molecular de la mandarina "arrayana" (*Citrus reticulata* blanco) en el piedemonte llanero de Colombia. [Tesis Doctoral]. Bogotá: Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia.
31. Orduz, J. & Avella, F. (2008). Comportamiento de 26 cultivares de naranja en condiciones del piedemonte del Meta, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 2(2), 157-172.
32. Orduz, J., Pulido, S., Alvarado, Polanco, B., Almansa, N., Gutiérrez, E., Salamanca, A., Arguello, R. & Argüelles, J. (2009). Evaluación de la citricultura del departamento del Casanare y recomendaciones para su mejoramiento productivo. S.d.
33. Orduz, J., Monroy, H., Fischer, G. & Herrera, A. (2009). Crecimiento y desarrollo del fruto de mandarina (*Citrus reticulata*) 'Arrayana' en condiciones del piedemonte del Meta, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 3 (2), 149-160.
34. Orduz, J. & Mateus, D. (2010). Características de los Cítricos y Recomendaciones para su Cultivo en Colombia. S.d.
35. Orduz, J., Monroy, H. & Fischer, G. (2010 b). Comportamiento fenológico de la mandarina 'Arrayana' en el piedemonte del Meta, Colombia. *Agronomía Colombiana* 28(1), 63-70.
36. Orduz, J.. (2010 c). *La Ecofisiología de los Cítricos en el Trópico: El Caso de los Llanos Orientales de Colombia*. En memorias XL Congreso Comalfi.
37. Orduz, J., Calderón, C., Bueno, G. & Baquero, J. (2011). Evaluación de gramíneas y leguminosas forrajeras como coberturas y su influencia en el control de malezas en el establecimiento de cítricos en el piedemonte del Meta. *Revista Corpoica Cienc. Tecnol. Agropecu.* 12(2), 121-128.

38. Orduz, J. (2012). El cultivo de los cítricos. Manual de frutales. Editorial Produmedios, en imprenta.
39. Pezzani, F. (2010) Ecología Agraria. Montevideo, Uruguay: Facultad de Agronomía..
40. Prager, M. (2002). Agroecología. Una disciplina para el estudio y desarrollo de Sistemas sostenibles de Producción. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
41. Quiroga, J., Hernández, F., Silva, M. & Orduz, J. (2010). Comportamiento de la producción de lima Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka), injertada sobre el patrón de Mandarina Cleopatra (*Citrus reticulata* Blanco) y la influencia del virus de la tristeza (CTV) en condiciones del piedemonte del Meta, 1997-2008. *Orinoquia*. 14 (1), 1-11.
42. Rincón, A. & Orduz, J. (2006). Usos alternativos de *Arachis pintoi*: Ecotipos promisorios como cobertura de suelo en el cultivo de cítricos. *Pasturas Tropicales* CIAT 26 (2), 2-8.
43. Román C.(1993). Cultivos de Cítricos. Memorias Curso regional de frutas tropicales. Villavicencio. S. d.