



**CARAMBOLA:
REJUVENECIMIENTO DEL ÁRBOL, PODA Y CONTROL DEL TAMAÑO
(Serie Documentos Técnicos No. 6)
Edición bilingüe español-inglés**

**Universidad EARTH
Las Mercedes de Guácimo, Limón, Costa Rica**



Jonathan H. Crane. Universidad de Florida.
Humberto Leblanc. Universidad EARTH

2008

EDITORIAL EARTH

Ricardo Russo, Ph.D.
Raúl Botero, Ms.C.
Lic. José Ruperto Arce (Coordinador)
Teléfono (506) 2713-0000
Fax (506) 2713-0184

Revisión técnica:
Ing. Alberto Montero. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (MAG)
Máster Jorge Arce. Universidad EARTH
Magister Carlos Montoya. Universidad EARTH

Crane, Jonathan
Carambola: rejuvenecimiento del árbol, poda y control del tamaño.
Jonathan H. Crane, Humberto Leblanc – Guácimo, CR : Universidad
EARTH, 2008.
31 p. – (Serie Documentos Técnicos ; no. 6)

En inglés español
ISBN 978-9977-84-007-9

1. CARAMBOLA 2. *Averrhoa carambola*. 3. CULTIVO. II. Leblanc,
Humberto, . III. Título.

636.6
C891c

Reservados todos los derechos.

Ninguna parte de este documento puede ser reproducida sin permiso del editor.

Fotografía de la portada es cortesía de I. Maguire, Especialista en multimedia, UF-IFAS-TREC)

Las ilustraciones internas son de Jonathan Crane.

La carambola (Averrhoa carambola)

Nombre científico: *Averrhoa carambola* L.

Pariente cercano: Bilimbi, vinagrillo, pepinillo (*A. bilimbi*)

Familia: Oxalidaceae.

Centro de origen: suroeste de Asia.

AUTORES:

Jonathan H. Crane, Profesor especialista en fruticultura tropical.

Universidad de Florida. Centro de Educación e Investigación Tropical.

Homestead, Florida. (Professor, Tropical Fruit Crop Specialist, University of Florida, IFAS, Tropical Research and Education Center, Homestead, Florida).

Humberto A. Leblanc, Profesor de cultivos tropicales y agricultura sostenible.

Universidad EARTH, Costa Rica. (Professor of Tropical Crops and Sustainable Agriculture. EARTH University, Costa Rica).

Introducción

La carambola es cultivada en muchas áreas tropicales y subtropicales cálidas del mundo (Crane, 1991). En Costa Rica, se cultiva en huertos caseros, patios de las residencias rurales y en pequeñas áreas de algunas fincas. Básicamente su uso es para hacer refrescos caseros; sin embargo, hay buen potencial para producir carambola comercialmente para la industria de preparación de jugos. Para mantener los rendimientos del cultivo y facilitar una cosecha eficiente, los árboles deben mantenerse a una altura no mayor de tres metros. Además, la producción de frutos durante todo el año (lo que se logra en climas tropicales con las podas) es imperativa, para que las plantas procesadoras mantengan su eficiencia y rentabilidad.

Descripción de la planta

Los árboles de carambola son de altura mediana, pueden crecer unos 10 m de altura y de 6 a 8 m de ancho (Crane, 1991). Los árboles mantienen siempre su follaje, pueden desarrollar uno o varios troncos, y en general presentan una copa redonda. El árbol posee cuatro tipos de ramas: ramas primarias de soporte; ramas secundarias de soporte; ramas terciarias (largas, delgadas y vigorosas de 1-3 m de largo) (Figura 1; Figura 2), y brotes de fructificación (pequeños y delgados de 15-20 cm de largo) (Figura 1; Figura 3) (Nuñez-Elisea y Crane, 1998; 2000).

La carambola puede florecer y fructificar en el tronco, en las ramas primarias, secundarias, terciarias y en los brotes de fructificación. La fructificación temprana se produce en los brotes de fructificación y en algunas ramas terciarias. Luego, una floración abundante se da en las ramas terciarias y en las ramas secundarias (Nuñez-Elisea y Crane, 1998; 2000). Además, las yemas adventicias laterales de más de tres años que salen de las ramas y en las bases de las ramas podadas, pueden florecer repetidamente (Nuñez-Elisea y Crane, 1998). La carambola tiene la capacidad de crecer vegetativamente y florecer al mismo tiempo.

Condiciones ambientales óptimas para el crecimiento y la fructificación

Temperatura

La carambola se adapta mejor a los climas cálidos y húmedos imperantes en las tierras bajas del trópico húmedo. Crece y fructifica mejor a temperaturas superiores a los 18 °C e inferiores a los 43 °C (George *et al.*, 2000a; 2000b; 2002a; 2002b). El crecimiento vegetativo se da mejor entre 20-35 °C. Cuando imperan temperaturas frescas o muy calientes, el crecimiento vegetativo y la fructificación disminuyen. La temperatura óptima del suelo para el crecimiento de la raíz oscila entre los 20 y 30 °C (George *et al.*, 2000a; 2000b).

Luminosidad

La carambola se adapta a niveles moderados de sombra (10-25%), aunque el cultivo a plena exposición solar es ideal, si el lugar tiene temperaturas cálidas y mantiene buena humedad en el suelo (Marler, 1994; Marler *et al.*, 1994). Los síntomas de un exceso de luminosidad son la quema de hojas y frutos, continua orientación vertical de los folíolos de las hojas, clorosis de las hojas, senescencia de las hojas y muerte descendente de los tallos.

Viento

Los árboles de carambola son muy sensibles a los vientos. Los árboles crecen rápido y producen la mejor calidad de frutos en lugares donde no hay vientos fuertes (Marler, 1994). Se deben evitar lugares muy ventosos, o donde sea factible, se deben plantar rompevientos varios años antes del establecimiento de la plantación.

Requerimientos hídricos

El crecimiento vegetativo y fructificación del árbol es mayor en áreas donde el periodo de lluvias se encuentra distribuido durante todo el año (Crane, 1991). La sequía durante cualquier período del año se reflejará negativamente en el crecimiento del árbol y en la producción (George *et al.*, 2000a; 2000b). Períodos de sequía de más de 7 días pueden causar estrés hídrico en la planta. Por eso en lugares donde la precipitación no está bien distribuida durante todo el año, o hay períodos de sequía de más de 7 a 10 días, el riego será importante para mantener el crecimiento de las plantas y la producción de frutos.

Los síntomas del estrés hídrico incluyen el marchitamiento y enroscamiento de las hojas, el amarillamiento de las hojas y la defoliación de la copa del árbol de adentro hacia fuera, además de la muerte descendente de los tallos.

Suelos y drenaje

La carambola se adapta a muchas texturas de suelos (arenosos, arcillosos y limosos), siempre y cuando existan drenajes (Marler, 1994). Sin embargo, el árbol de carambola es moderadamente susceptible a inundaciones. Una plantación de carambola, puede permanecer un poco más de 21 días inundada; sin embargo, el crecimiento se detiene o el árbol puede morir si los hongos que atacan a la raíz (*Pythium splendens* y/o *Pythium vexens*) se encuentran en el suelo. Los síntomas de una inundación incluyen amarillamiento de las hojas, defoliación, muerte descendente de tallos y la muerte del árbol.

La carambola crece bien en suelos moderadamente ácidos o moderadamente alcalinos, aunque un pH cercano al neutro sería ideal. Suelos fértiles con alta capacidad de intercambio catiónico promueven un crecimiento continuo y fructificación.

En resumen, el ambiente ideal para la carambola es un área con poco o ningún viento, temperaturas continuas templadas a calientes, alta humedad relativa, suelos fértiles bien drenados y lluvias bien distribuidas durante todo el año.

Prácticas culturales

Retención permanente del follaje para maximizar la fijación y el almacenamiento de carbono, para el crecimiento vegetativo y reproductivo

Los árboles de carambola tienen el potencial para crecer vegetativamente, florecer y fructificar todo el año (Nuñez-Elisea y Crane, 1998; 2000; Slakpetch, 1990a; 1990b). La retención de las hojas y el crecimiento continuo optimizan el proceso de fotosíntesis, almacenamiento de reservas de carbono, y la producción de flores y frutos (George *et al.*, 2000a; 2000b).

La inducción de la floración es posible durante todo el año. Sin embargo, si la temperatura baja de 20 °C y hay sequía, el cuajado de frutos es inhibido. Las temperaturas óptimas durante la floración para el cuajado de frutos parecen estar arriba de los 18 °C. El rango de temperatura óptima para el crecimiento de los frutos es desconocido, pero aparentemente el crecimiento de los frutos se reduce debajo de los 20 °C. El período de desarrollo de los frutos (anthesis a maduración del fruto) depende de la variedad y de la temperatura, variando de 8 a 12 semanas durante la primavera y el verano y de 10 a 16 semanas durante el otoño y el invierno de la Florida (Estados Unidos) (Crane, 1991). Además, como se explicó anteriormente, la distribución de las lluvias durante todo el año es esencial para el crecimiento continuo, la floración y el desarrollo de los frutos.

Fertilización

El árbol se adapta a suelos que van desde moderadamente ácidos a suelos alcalinos; pero un pH neutro es ideal para el cultivo. Suelos fértiles con una alta capacidad de intercambio catiónico dan como resultado un crecimiento continuo del follaje y producción de frutos.

Los árboles de carambola responden muy bien a la aplicación constante de nutrientes (Crane, 1991). Las necesidades anuales de nitrógeno de un árbol de carambola, son de alrededor de 500-700 g, dependiendo de la fertilidad del suelo y la capacidad de retención de nutrientes del suelo (Cuadro 1). Estos nutrientes pueden ser

suministrados por fuentes orgánicas como el composte, residuos vegetales, estiércol y/o fertilizantes inorgánicos. El mantener un mantillo (cubierta vegetal) en el suelo es beneficioso porque crea una capa orgánica que actúa como reservorio de nutrientes esenciales para la planta, los cuales son liberados en forma lenta pero continua. Las deficiencias de elementos menores deben ser corregidas lo más pronto posible, pues estas limitan el crecimiento y producción de la planta.

Podas

Poda de formación

En plantaciones nuevas, cuando los árboles alcanzan una altura de 0.5-1 m, se debe hacer la poda de formación. Esta consiste en podar el árbol para romper la dominancia apical y obtener una abundante brotación, para seleccionar de 3 a 5 ramas primarias (Figura 4). Esto se puede hacer podando el arbolito a la altura deseada para forzar la producción de nuevos brotes.

Árboles de crecimiento libre

Una vez que las ramas seleccionadas en la poda de formación alcancen de 45 a 60 cm, estas deben ser despuntadas con la finalidad de producir la formación de ramas secundarias durante el primero o segundo año. Esto inducirá la formación de un árbol compacto con ramas primarias fuertes.

Poda de mantenimiento

Una vez que se inicie la producción de frutos, debe establecerse un programa de poda selectiva (poda de mantenimiento) para mantener el árbol a una altura de 3-4 m e inducir y mantener un hábito de crecimiento lateral (ancho). Esto se puede hacer de la siguiente forma:

1. Doblando las ramas terciarias verticales a una posición lateral. Esto se hace fácilmente cuando estas ramas son moderadamente jóvenes (alrededor de 1.5 cm de diámetro en la base).
2. Removiendo selectivamente algunas ramas de crecimiento vertical, para reducir el crecimiento excesivo de nuevas ramas y mantener una adecuada penetración de luz en el interior y en el perímetro de la copa.

Árboles de crecimiento libre con soporte

En este sistema de cultivo, las primeras 3-5 ramas seleccionadas en la poda de formación, deben dejarse crecer para poder amarrarlas a un alambre y luego despuntarlas para producir ramas. Una vez que las ramas han sido amarradas al alambre y orientadas lateralmente se obtendrán nuevos brotes. Las podas de mantenimiento selectivas y el doblado de ramas terciarias deben hacerse para mantener los árboles de 2-3 m de altura e inducir crecimiento lateral. Esto se puede lograr de la siguiente manera:

1. Doblando las ramas terciarias nuevas, verticales, largas y vigorosas producidas por la acción de doblar y amarrar las ramas secundarias o primarias en posición lateral. Esto se hace fácilmente cuando las ramas terciarias son moderadamente jóvenes (alrededor de 1.5 cm de diámetro en la base).
2. Removiendo selectivamente algunas de las ramas terciarias inducidas al doblar las ramas primarias y secundarias para reducir el número excesivo de nuevas ramas y para mantener una adecuada penetración de luz en el interior y en el perímetro de la copa del árbol.

Poda de fructificación

El árbol de carambola es único, pues un brote de alrededor de 3 meses tiene la capacidad de florecer (Nuñez-Elisea y Crane, 1998; 2000). Esto incluye las ramas

terciarias y brotes de fructificación. Además, las yemas laterales adventicias en las ramas secundarias y terciarias de más de 3 años y la base de las ramas podadas pueden florecer repetidamente. El tiempo entre la poda y la inducción floral varía entre 21 y 30 días. El tiempo de la floración a la cosecha varía entre 8 a 16 semanas en La Florida, dependiendo de la temperatura, humedad del suelo y prácticas culturales (Nuñez-Elisea y Crane, 1998).

Inducción de la floración de las ramas terciarias

Se puede inducir la floración de las yemas axilares de las hojas de las ramas terciarias a través de tres métodos (Figura 5). Sin embargo, el tercer método garantiza los resultados:

1. Doblando las ramas terciarias verticales hacia abajo, en un ángulo de más de 90° (Figura 5B).
2. Doblando inicialmente las ramas terciarias verticales hacia abajo, en un ángulo de más de 90° y seguidamente se corta la rama a una distancia de 20-25 cm del crecimiento apical (Figura 5C).
3. Doblando inicialmente las ramas terciarias verticales hacia abajo, en un ángulo de más de 90° y seguidamente se corta la rama a una distancia de 20-25 cm del ápice y también cortando todas las hojas de la rama (dejando una pequeña parte del pecíolo de la hoja; Figura 5D). Al utilizar esta técnica, es muy importante que las hojas sean cortadas con tijeras y no arrancadas de la rama, pues esto podría causar el daño de las yemas florales localizadas en las axilas de las hojas. Esta técnica garantiza la floración.

Inducción de la floración de las ramas terciarias horizontales

En este caso las ramas terciarias pueden ser inducidas a florecer utilizando dos métodos. Sin embargo, el segundo método garantiza los resultados (Figura 5A-D):

1. Cortando la rama horizontal a una distancia de 20-25 cm del crecimiento apical (Figura 5B).
2. Cortando la rama horizontal a una distancia de 20-25 cm del ápice y podando todas las hojas (Figura 5C-D). Este método asegura la floración.

Inducción de la floración de las ramas secundarias y terciarias

La floración, a través de la base de las ramas podadas o a través de las ramas no podadas puede ser inducida por dos métodos (Figura 6):

1. Removiendo las ramas pequeñas y medianas dejando la base del collar (Fig. 6A).
2. Removiendo casi todas las hojas de la rama (Fig. 6B).

Poda de renovación de los árboles

Si se dejan crecer libremente, los árboles pueden alcanzar una altura de 10 m o más (Crane, 1991). A medida que el árbol crece y ensancha su copa, las ramas más bajas son sombreadas y mueren, lo que da permite que la fructificación se de en las ramas de arriba. Esta pérdida de la parte baja de la copa del árbol y el hecho de que la fructificación se de en las ramas superiores, da como resultado una baja en el rendimiento de frutos, dificulta el manejo agronómico del árbol e incrementa el tiempo necesario para la cosecha.

La poda selectiva para reducir la altura de los árboles de carambola, renueva el crecimiento y la producción de frutos de los árboles adultos (Crane *et al.*, 1991). Además, esta poda ofrece la oportunidad de concentrar la producción de frutos en la parte media de la copa del árbol (0.5-2 m de altura) y mejora la eficiencia de la cosecha de los frutos.

Antes de la poda de renovación (rejuvenecimiento), la posibilidad de quema por el sol de la parte interna de la copa y ramas debe ser considerada y deben tomarse medidas para evitarla. La quema por sol es posible durante períodos de alta intensidad

lumínica, temperaturas elevadas y poca nubosidad. Si existe la posibilidad de quema por insolación, la cara superior de las principales ramas terciarias, secundarias y el tronco deben ser pintadas de blanco con pintura de agua (latex). La pintura se puede preparar, mezclando una pintura blanca latex en agua en una proporción de 50:50. También se pueden mezclar 60 kg de carbonato de calcio, con 5 kg de sulfato de zinc en 100 L de agua. El sulfato de zinc debe ser disuelto en agua primero, luego se debe diluir el carbonato de calcio. Si la aplicación se hace con bombas de motor, estas mezclas deben ser diluidas un poco más y filtradas. Si la aplicación es con brocha no es necesaria más dilución de la inicial.

Pasos para la poda de renovación

La poda de rejuvenecimiento se puede hacer removiendo selectivamente ramas terciarias y secundarias hasta su origen, lo que reduce la altura del árbol y abre la copa a más luz. Esto restablece el potencial de tener una copa baja y productiva (Crane *et al.*, 1991). Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Si hay riesgo de quema por sol, pinte de blanco las ramas bajas y el tronco del árbol.
2. Elimine selectivamente las ramas que midan entre 1.5-2 m de altura hasta su origen (Figura 6).
3. Una vez que aparezcan los nuevos brotes en las ramas principales, selectivamente elimine 40-80 % de ellos, para tener una distribución más uniforme de la copa del árbol.
4. Una vez que estas ramas terciarias nuevas tengan 3-4 meses, dóblelas para reducir el crecimiento hacia arriba (Figura 7). Algunas de las ramas terciarias nuevas y vigorosas pueden ser podadas a 20-25 cm del crecimiento apical, o eliminadas y además de esto, hay que eliminar las hojas remanentes para inducir la floración (Figura 5).

Pasos para mantener la copa baja luego de la poda de rejuvenecimiento

Una vez que el árbol ha sido rejuvenecido y la producción de frutos se mantiene en la parte baja de la copa, la poda selectiva, el doblado de ramas y el despunte de las ramas a través de todo el año, pueden mantener el árbol y la producción de frutos a una altura baja. Además, se deben seguir los siguientes pasos:

1. Remueva continuamente los brotes que crecen vigorosamente hacia arriba, al menos que desee establecer una nueva copa. Si una nueva copa es necesaria, doble las ramas nuevas y remueva de $1/3$ a $1/2$ de su longitud para inducir la formación de ramas laterales.
2. El crecimiento lateral de la copa del árbol puede ser controlado podando selectivamente el crecimiento lateral hasta un brote débil lateral.
3. Si hay muchas ramas en la parte interna de la copa, remueva periódicamente algunas ramas secundarias y terciarias hasta sus bases.

Cuadro 1. Recomendación para fertilizar la carambola.

Año (Year)	NPK-Mg ^a		Aspersiones anuales de elementos menores (Minor element sprays/year) ^b	Hierro en forma de quelatos Iron chelate drenches (g/tree/year) ^c
	Aplicaciones por año (Number of applications per year)	Cantidad aplicada por árbol (kg) (Amount/tree/ application (kg))		
1	5-6	0.1-0.2	4-6	14-21
2	5-6	0.2-0.5	4-6	21-28
3	4-6	0.5-0.7	4-6	28-42
4	4-5	0.7-1.1	4-6	42-57
5	3-4	1.1-1.4	4-6	57-113
6	3-4	1.6-1.8	4-6	57-113
7	2-4	1.8-2.0	4-6	57-113
8+	2-4	2.0-2.3	4-6	57-113

a, NPK-Mg= nitrógeno (nitrogen), fósforo (phosphate), potasio-magnesio (potash-magnesium).
b, Elementos menores (Minor elements) incluye (include) manganeso (manganese), zinc, boro (boron), molibdeno (molybdenum), etc.
c, Los árboles que crecen en suelos calcáreos pH > 7, pueden presentar deficiencia de hierro. El hierro en forma de quelatos en mezcla acuosa y aplicado humedeciendo el suelo, pueden prevenir o corregir las deficiencias de hierro en este tipo de suelos (Trees growing in high pH (>7), calcareous soils may become iron deficient. Iron chelate mixed with water and applied as a soil drench will prevent or correct iron deficiency in these soils).

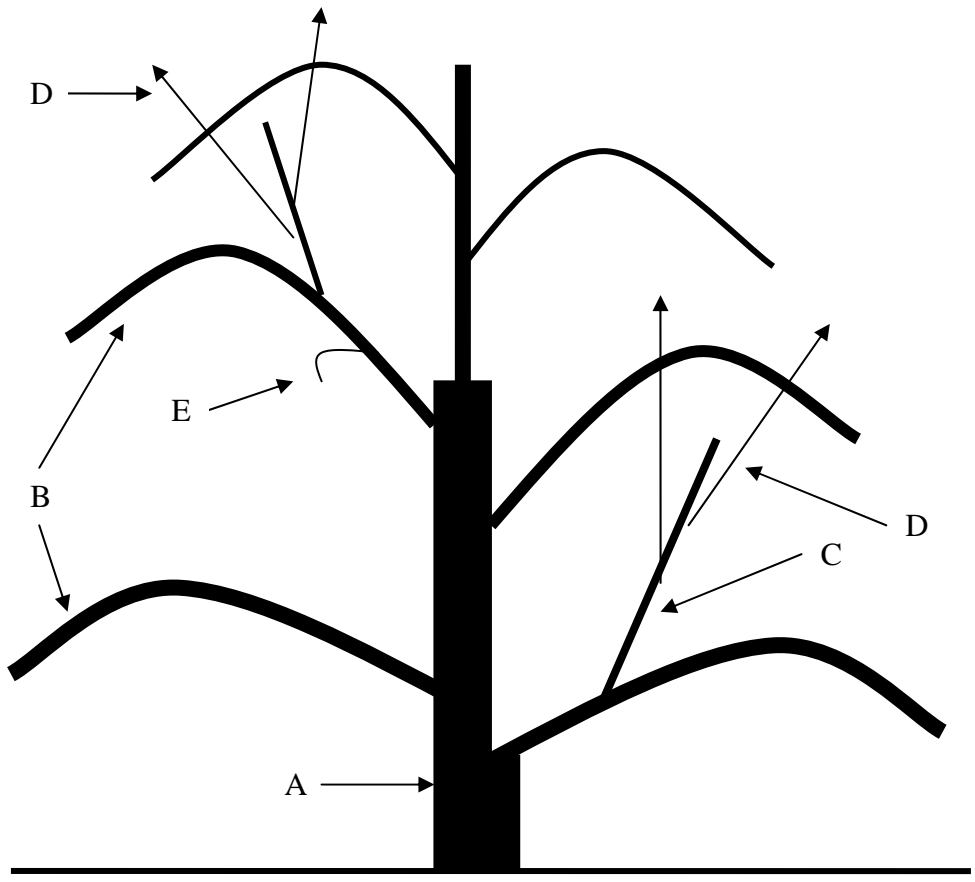


Figura 1. Tronco (A); rama primaria (B); rama secundaria (C); rama terciaria (D); rama de fructificación (E).



Fig. 2. Ramas terciarias largas, delgadas y vigorosas de 1 a 3 m de largo.



Fig. 3. Ramitas de fructificación cortas y finas de 15-20 cm de largo. La ramita ha producido frutos.

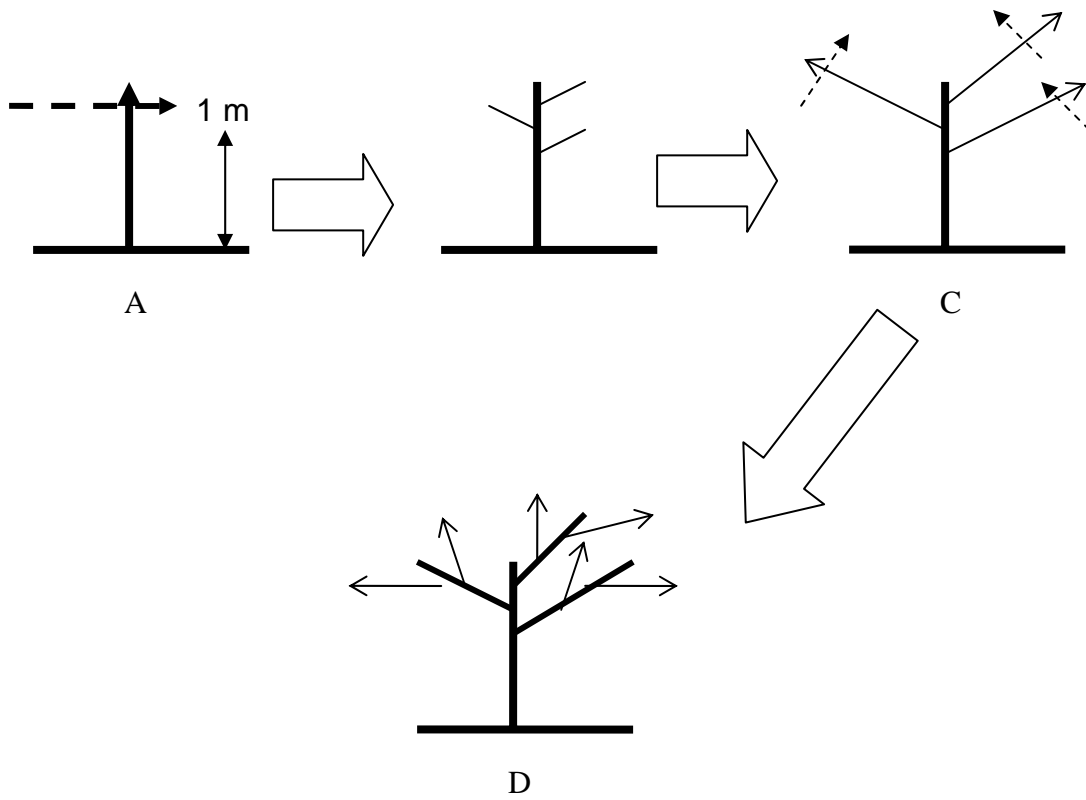


Fig. 4. Poda de formación de un árbol de carambola para inducir ramificación cortándolo a 1 m (A) y entonces despuntando las nuevas ramas (B) de 45 a 60 cm (C) para inducir nuevas ramas otra vez (D). (- - - ; → cortar) (——— ; → nuevos brotes o ramas).

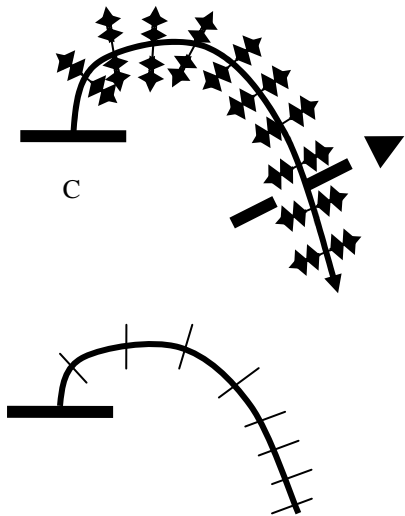
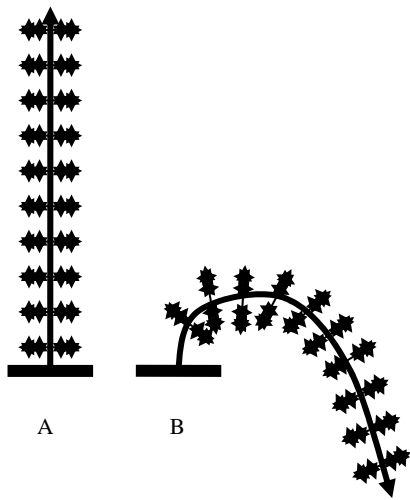
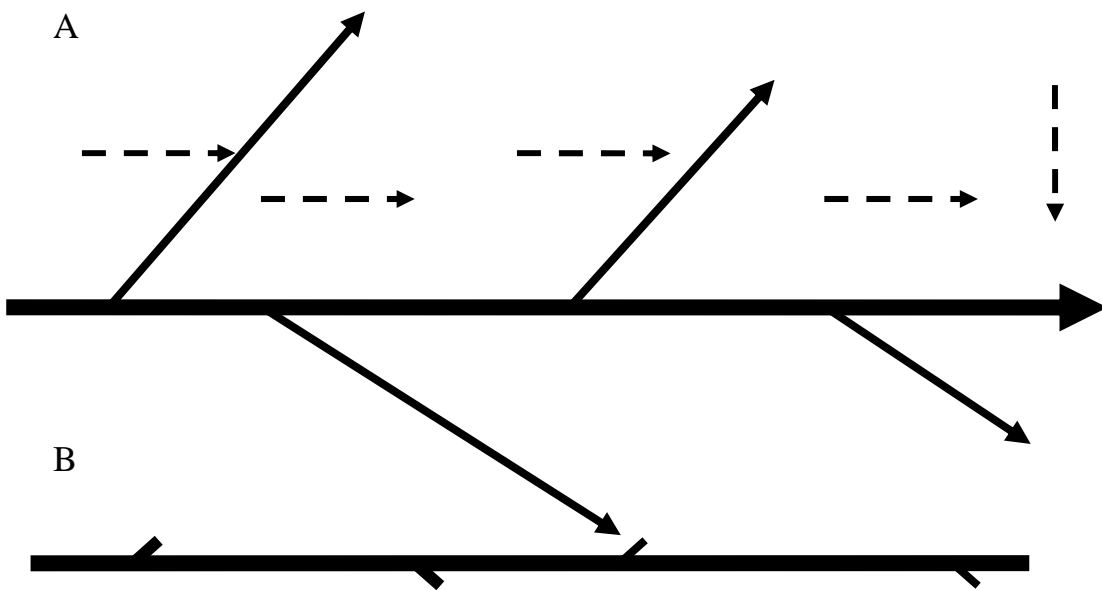


Fig. 5. Las ramas terciarias verticales pueden inducirse a florecer en las axilas de las hojas (A), doblándolas hacia abajo más de 90° (B). Estas ramas también pueden a su vez ser inducidas a florecer cortando 20-25 cm del crecimiento terminal (C) y/o cortando las hojas remanentes (D) pero dejando una parte pequeña del pecíolo.



A.



B.



Fig. 6. La floración en la base de ramas secundarias y terciarias se puede inducir cortando todas las ramas hasta la base del collar (A) y cortando la mayor parte de las hojas (B). (---, cortar)



Fig. 7. Corte de ramas de 1.5-2 m de altura hasta su origen para reducir la altura del árbol, abrir la parte interna de la copa para que entre más luz y para crear una copa nueva más baja.

Carambola (Star fruit) (*Averrhoa carambola*)

Scientific name: *Averrhoa carambola* L.

Family: Oxalidaceae

Relative: Bilimbi (*A. bilimbi*)

Origin: Southeast Asia

Introduction

Carambolas are cultivated throughout many warm subtropical and tropical areas of the world (Crane, 1991). In Costa Rica, carambola is usually grown in the home landscape with the fruit used to make refreshing drinks. However, there is good potential for carambola to be produced on a commercial scale for the juice processing and blending industry. To maintain crop yields and facilitate harvesting efficiency carambola trees need to be maintained at 3 m or less in height. In addition, year round production in tropical climates of fruit is imperative if processing plants are to maintain their efficiency and profitability.

Plant description

Carambola trees are medium sized trees to about 10 m high and spread 6 to 8 m wide (Crane, 1991). Trees are evergreen, may be single or multi-trunked, and generally have a rounded canopy. There are 4 types of limbs on carambola trees: major scaffold or supporting limbs; secondary supporting limbs; tertiary limbs that are long, thin, and vigorous shoots 1 to 3 m long (called whips; Fig.2) and; short, thin fruiting shoots about 15-20 cm long (called feathers; Fig. 3) (Nuñez-Elisea and Crane, 1998; 2000) (Fig. 1) . Interestingly, flowering and fruiting may occur on the trunk, major and secondary supporting limbs and on the whips and feathers. Early season flowering usually occurs from feathers and some whips and subsequent heavy flowering occurs from whips and along secondary scaffold branches (Nuñez-Elisea and Crane, 1998; 2000).

Furthermore, lateral adventitious buds along branches more than 3 years old and at the base of stumps of pruned branches can flower repeatedly (Nuñez-Elisea and Crane, 1998). Carambola trees are capable of growing vegetatively and reproductively simultaneously.

Optimum environmental conditions for growth and fruit production

Temperature

Carambola trees are best adapted to hot, humid, tropical lowland climates and grow and fruit best at ambient temperatures above 18°C and below 43°C (George et al., 2000a; 2000b; 2002a; 2002b). Shoot growth is best between 20°C to 35°C. At cool and excessively hot temperatures growth and fruit production decrease. The optimum temperature for root growth ranges from a soil temperature (10 cm soil depth) of 20°C to 30°C (George et al., 2000a; 2000b).

Shade and sun light

Carambola trees are adapted to moderate levels (about 10 to 25%) of shade although growth in full sun is ideal if adequate soil moisture and warm temperatures exist (Marler, 1994; Marler et al., 1994). Symptoms of excessive light levels include leaf and fruit scorching, continuous vertical orientation of leaflets, leaf chlorosis, leaf senescence and stem dieback.

Wind

Carambola trees are very sensitive to windy conditions and trees growth and best fruit quality is produced in locations protected from strong winds (Marler, 1994). Windy growing sites should be avoided or windbreaks should be planted several years prior to establishing a new orchard.

Rainfall and drought

Carambola tree growth and fruit production is highest in areas with well distributed rainfall throughout the year (Crane, 1991). Drought stress during any period of the year will slow tree growth and fruit production (George et al., 2000a; 2000b). Even short dry periods lasting greater than 7 days may lead to drought stress. Symptoms of drought stress include leaf wilting and yellowing, defoliation of the tree canopy from the inside to the outside of the canopy, and stem dieback. In areas where rainfall is not well distributed year round or during dry periods lasting more than 7 to 10 days, irrigation will be beneficial in sustaining plant growth and fruit production.

In summary, the ideal environment for carambola is an area with little to no sustained windy conditions, constantly warm to hot temperatures and high relative humidity, well drained fertile soil, and an even distribution of rainfall year round.

Soils and drainage

Carambola are well adapted to many well-drained soil types including sands, clays, and loams (Marler, 1994). However, carambola are moderately susceptible to damage when flooded. Trees may withstand up to 21 days of flooding however, growth ceases and trees may decline or die if root rotting fungi (e.g., *Pythium splendens* and/or *P. vexans*) are present. Symptoms of flooding include leaf yellowing, leaf drop, stem dieback, and tree death.

Cultural practices

Continuous retention of canopy to maximize carbon assimilation and storage for vegetative and reproductive growth

Carambola trees have the potential to grow vegetatively and reproductively all year round (Nuñez-Elisea and Crane, 1998; 2000; Slakpetch, 1990a; 1990b). Retention of the leaves and continued growth optimize photosynthesis, storage of carbohydrate reserves, and flower and fruit production (George et al., 2000a; 2002a).

Flower induction is possible all year round however, low temperatures (less than 20°C) and or drought appear to inhibit fruit set. The optimum temperatures during flowering for fruit set appears to be above 18°C. Optimum temperature range for fruit growth is unknown but probably slows below about 20°C. The fruit development period (anthesis to fruit maturity) is cultivar and temperature dependent ranging from 8-12 weeks during the spring/summer and 10-16 weeks during fall/winter in Florida (Crane, 1991). Even distribution of rainfall year round is essential for continued growth, flowering, and fruit development.

Fertilization

Carambola trees may be grown in moderately acid to alkaline soils although near neutral soil pH is best. Fertile soils with a high cation exchange capacity will facilitate continued growth and fruit production.

Carambola trees respond very well to a constant supply of plant nutrients (Crane, 1991). Individual trees need from 500 to 700 g of actual nitrogen per tree per year depending upon native soil fertility and nutrient holding capacity (Table 1). These nutrients may be supplied from organic sources such as compost, mulch, and manures, and/or inorganic sources. Mulching is beneficial in creating an organic layer that acts as a repository for the slow but continuous release of essential plant elements. Minor element deficiencies should be corrected as quickly as possible because they limit plant growth and fruit production.

Pruning

Tree training

Newly planted young carambola trees should be induced to form 3 to 5 major scaffold limbs beginning at a ½ to 1 m height from the ground soon after planting (Fig. 3). This may be done by pruning the tree at the desired height to force new growth.

Structural pruning

Free standing trees

Subsequently, for free standing young trees new limbs should be tipped after 45 to 60 cm growth to induce further branching during the first year or two. This will facilitate the development of strong scaffold limbs and a compact tree.

Maintenance pruning

Once trees have begun fruit production a program of selective pruning to maintain trees to a height of 3 to 4 m and to force and maintain a spreading growth habit should be started. This may be accomplished by:

1. Bending long whips to a lateral position. This is usually most easily accomplished when these whips are moderately young (e.g., 1.5 cm or so in diameter at the base).
2. Selectively removing some upright limbs to reduce an excessive number of new limb growth and to maintain adequate light levels within the inner canopy and along the periphery of the canopy.

Free standing trellis (support) system

For trees to be trained to a free standing trellis system, the first 3 to 5 limbs formed from the first pruning should be allowed to grow and be attached to the trellis and then tipped to form branches. Once limbs are tied to the trellis and oriented laterally, new shoots will arise from these limbs. Selective pruning and bending will be required to maintain trees to a 2 to 3 m height and force a spreading growth habit. This may be accomplished by:

1. Bending the new long whips initiated by bending and tying of the primary and/or secondary scaffold limbs to a lateral position. This is usually most easily accomplished when these whips are moderately young (e.g., 1.5 cm or so in diameter at the base).
2. Selectively removing some of the new whips initiated by the bending of primary and secondary limbs to reduce the excessive number of new limb growth and to maintain adequate light levels within the inner canopy and along the periphery of the canopy.

Pruning for continuous fruit production

Carambola trees are unique in that once a shoot is about 3 months old it is capable of flowering (Nuñez-Elisea and Crane, 1998; 2000). This includes whips and feather shoots. In addition, lateral adventitious buds along secondary and tertiary branches more than 3 years old and at the base of stumps of pruned branches may flower repeatedly. The time from pruning to flower induction ranges from 21 to 30 days and the time from flowering to harvest ranges from 8 to 16 weeks depending upon ambient temperatures, soil moisture, and cultural practices in Florida (Nuñez-Elisea and Crane, 1998).

Manipulating whips

Whips may be induced to flowering in the leaf axils by any of these methods (Fig. 5A-D); however, method 3 will insure a response:

1. Initially bending whips below the 90°.
2. Initially bending whips below the 90° and then clipping off the distal 20 to 25 cm of terminal growth.
3. Initially bending whips below the 90° and then clipping off the distal 20 to 25 cm of terminal growth and clipping off just the remaining leaves (leaving a short amount of the petiole). It is important to clip off the leaves and not strip off the leaves by hand, as stripping off the leaves may damage the flower bud located in the leaf axils.

Manipulating whips that already have a horizontal orientation

Whips may be induced to flowering by any of these methods (Fig. 5); however, method 2 will insure a response.

1. Prune off the distal 20 to 25 cm of terminal growth (Fig. 5B).
2. Prune off the distal 20 to 25 cm of terminal growth and clip off the remaining leaves (leaving a short amount of the petiole) (Fig. 5C-D).

Manipulating secondary and tertiary limbs

Flowering along the base (stump) of removed shoots and along limbs may be induced by two methods (Fig. 6):

1. Remove small and medium shoots back to their collar base.
2. Remove almost all leaves (leaving a short amount of the petiole).

Rejuvenation adult (mature) large carambola trees

Carambola trees allowed to grow without pruning may reach a height of 10 m or more (Crane, 1991). As carambola trees grow in height and spread the lower limbs are shaded and then die, forcing fruit production upward. This loss of tree canopy and shift of fruit production upward results in lower fruit production, more difficult care of the tree, and increased time and effort in harvesting.

Selective pruning to reduce carambola tree height renews growth and fruit production of mature trees (Crane et al., 1991). In addition, pruning offers an opportunity to concentrate fruit production along the mid-canopy (0.5 to 2 m height) and improve the efficiency of fruit harvest.

Prior to rejuvenation pruning the chance for sunburn of the inner canopy and limbs must be evaluated and precautionary measures taken. Sunburn is a possibility during periods of high light intensity, high temperatures, and clear skies. If sunburn is a possibility, the upper surface (the surface facing the sky) of major tertiary and secondary scaffold limbs and trunk should be white-washed. White-wash may be made by either diluting water based white latex paint (50:50 ratio) or by mixing limestone (calcium carbonate), water, and zinc sulfite (60 kg lime, 5 kg zinc sulfite, and 100 liters of water). The zinc sulfite should be dissolved in water first and then the hydrated lime. The material may be diluted further and should be strained first if to be applied with a mechanical sprayer. Less diluted material may be applied with brushes.

Steps to rejuvenation pruning

Rejuvenation pruning may be accomplished by selectively removing tertiary and secondary limbs back to their origin thus lowering tree height and opening up the canopy to more light and the potential to re-establish productive canopy at a lower height (Crane et al., 1991).

1. Whitewash lower scaffold limbs and trunk.
2. Selectively remove limbs at about a 1.5 to 2 m height back to their origin (Fig. 7).
3. After new shoots are initiated along remaining scaffold limbs, selectively remove 40 to 80% of these young shoots to distribute new growth more evenly within the canopy.
4. Once these new whips (shoots) reach 3 to 4 months old, bend shoots to slow upward growth (Fig. 7). Some whips may then be clipped off at the distal 20 to 25 cm of terminal growth or removed and the remaining leaves removed to induce flowering (Fig. 5).

Steps to maintain the lower canopy after rejuvenation pruning

Once mature trees are rejuvenated and fruit production is maintained in the lower tree canopy, selective pruning, bending, and clipping throughout the year can maintain trees and fruit production at a lower height. This can be done by:

1. Continually remove very vigorous upright shoots unless there is a need to re-establish a new area of canopy. If a new area of canopy is needed, bend the new shoot and clip off the terminal $\frac{1}{2}$ to $\frac{1}{3}$ to induce lateral branching.
2. Lateral spread of the canopy may be controlled by selectively pruning lateral growth to a weak lateral.
3. If crowding occurs within the inner tree canopy periodically remove some secondary and tertiary laterals to their base.

Table 1. Fertilizer recommendations for carambola trees.

Año (Year)	NPK-Mg ^a		Aspersiones anuales de elementos menores (Minor element sprays/year) ^b	Hierro en forma de quelatos Iron chelate drenches (g/tree/year) ^c
	Aplicaciones por año (Number of applications per year)	Cantidad aplicada por árbol (kg) (Amount/tree/ application (kg))		
1	5-6	0.1-0.2	4-6	14-21
2	5-6	0.2-0.5	4-6	21-28
3	4-6	0.5-0.7	4-6	28-42
4	4-5	0.7-1.1	4-6	42-57
5	3-4	1.1-1.4	4-6	57-113
6	3-4	1.6-1.8	4-6	57-113
7	2-4	1.8-2.0	4-6	57-113
8+	2-4	2.0-2.3	4-6	57-113

a, NPK-Mg= nitrógeno (nitrogen), fósforo (phosphate), potasio-magnesio (potash-magnesium).

b, Elementos menores (Minor elements) incluye (include) manganeso (manganese), zinc, boro (boron), molibdeno (molybdenum), etc.

c, Los árboles que crecen en suelos calcáreos pH > 7, pueden presentar deficiencia de hierro. El hierro en forma de quelatos en mezcla acuosa y aplicado humedeciendo el suelo, pueden prevenir o corregir las deficiencias de hierro en este tipo de suelos (Trees growing in high pH (>7), calcareous soils may become iron deficient. Iron chelate mixed with water and applied as a soil drench will prevent or correct iron deficiency in these soils).

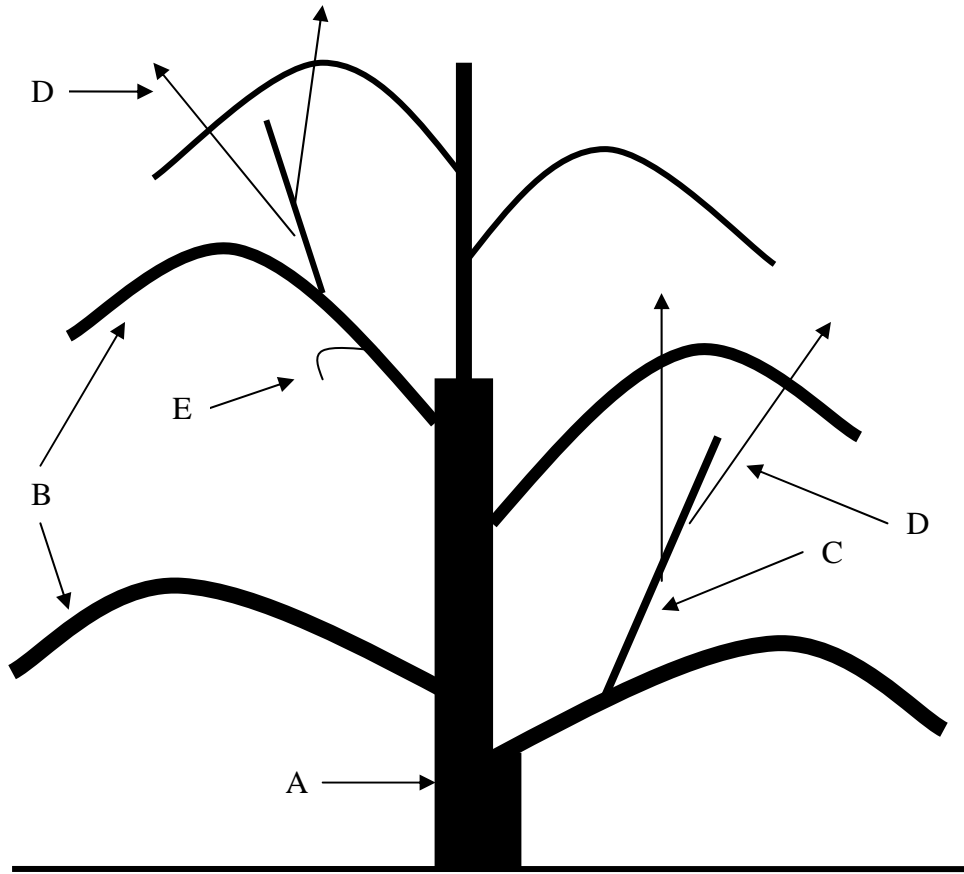


Figure 1. Trunk (A); primary limb (B); secondary limb (C); tertiary limb (D); thin fruiting shoot (feather) (E).



Fig. 2. Tertiary limbs that are long, thin, and vigorous shoots 1 to 3 m long, called whips.



Fig. 3. Short, thin fruiting shoots about 15-20 cm long called feathers. This feather has fruited.

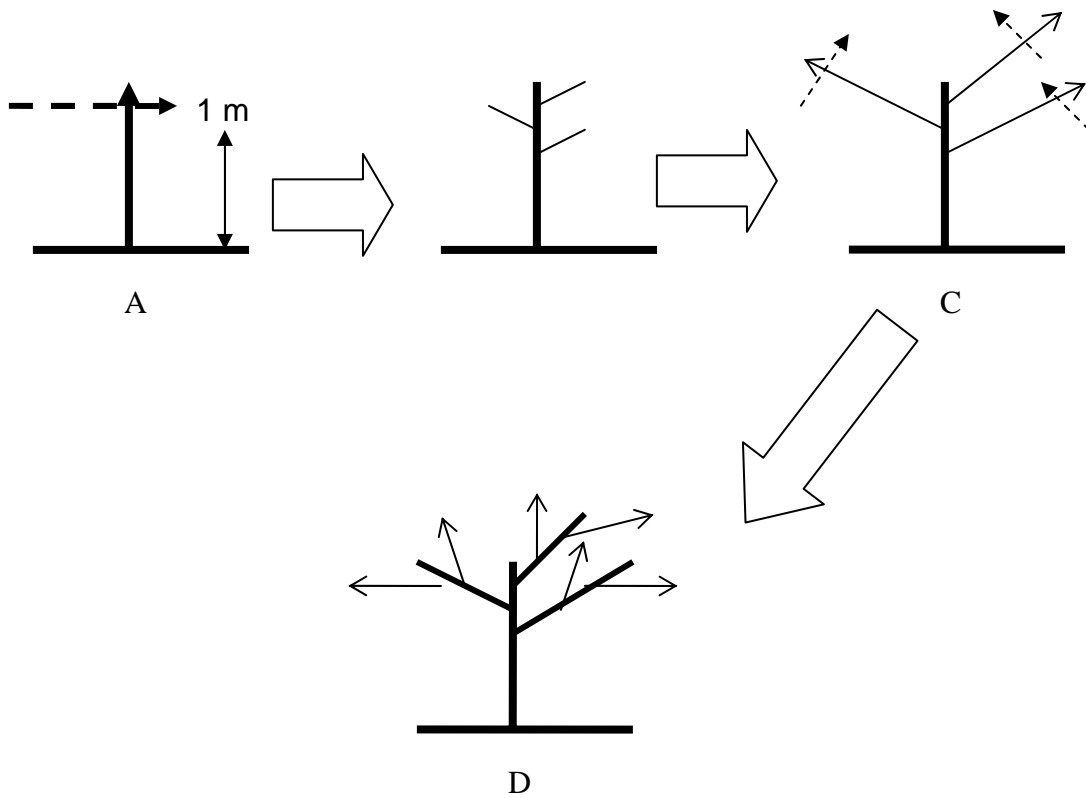


Fig. 4. Training a newly planted carambola tree to induce new branching by: topping the tree to 1 m (A) and then heading back (clipping) the new shoots (B) to 45 to 60 cm (C) to induce new shoots again (D). (- - - - -> , cut) (———> , new shoot growth).

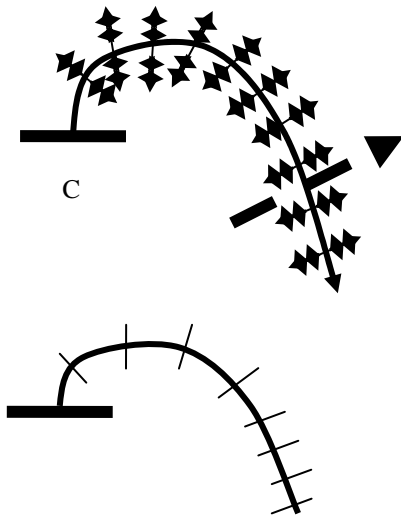
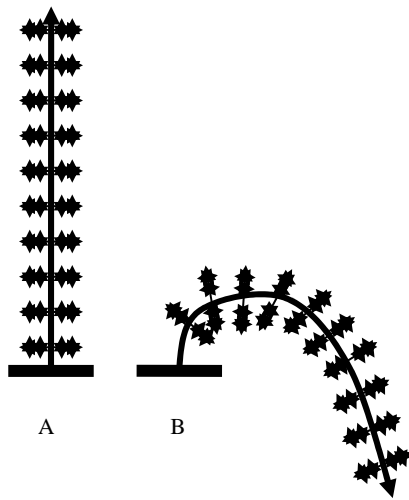


Fig. 5. Whips (A) may be induced to flower in the leaf axils by initially bending vertically oriented whips below more than 90° (B). Whips may be further induced to flower by then clipping off the distal 20 to 25 cm of terminal growth (C) and/or clipping off just the remaining leaves (D; leaving a short amount of petiole). (, cut)

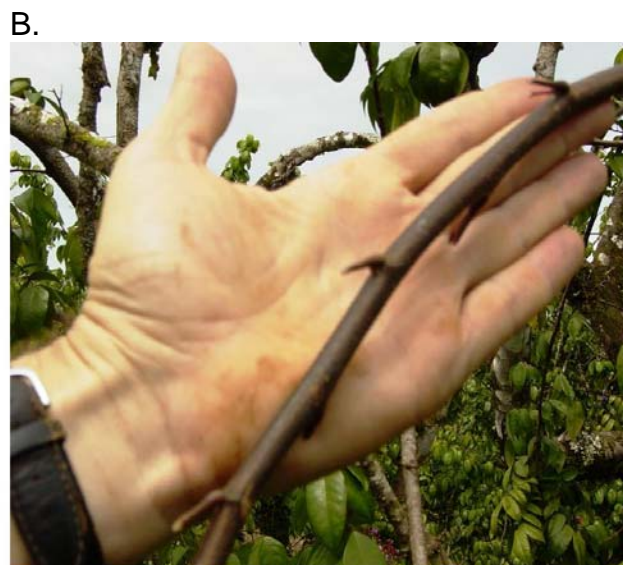
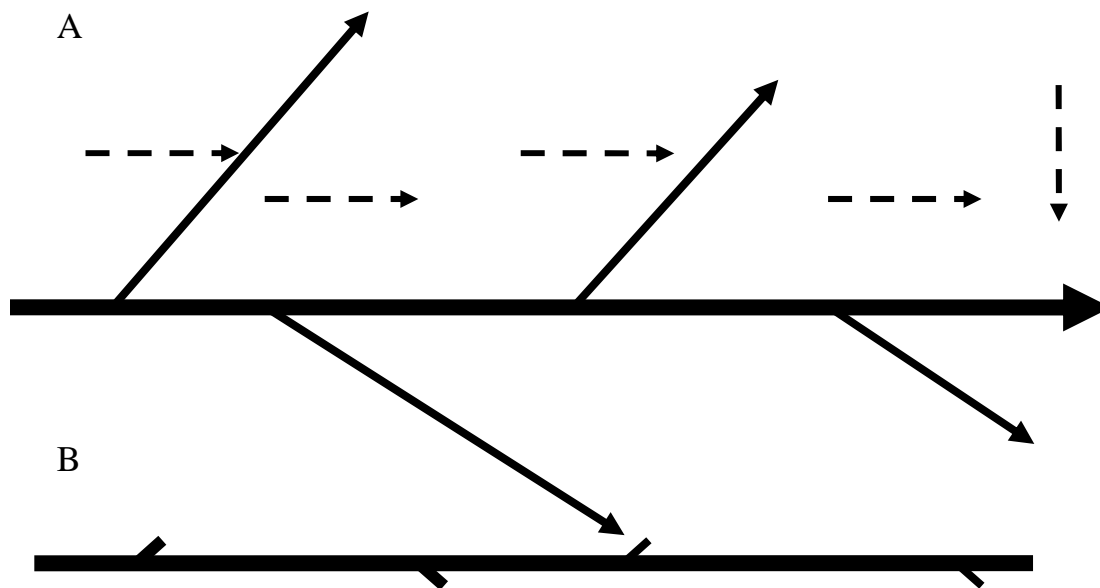


Fig. 6. Flowering may be induced at the base of secondary and tertiary limbs by pruning off all the small and medium shoots back to their collar base (A) and removing most to all of the leaves (B). (----▶, cut)



Fig. 7. Selectively remove limbs at about a 1.5 to 2 m height back to their origin to reduce tree height, open the inner canopy to more light, and to initiate new canopy at a lower height.

Bibliografía (Bibliography)

- Crane, J.H. 1991. The carambola (star fruit), HS12. Horticultural Sci. Dept., Univ. of Fla., IFAS, Cooperative Extn. Service, Gainesville, Fla., p. 1-6. (<http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/edfiles/MG/MG26900.pdf>)
- Crane, J.H.; Willis, L; Lara, P. 1991. Short-term effects of manual topping of five-year-old 'Arkin' carambola trees. Proc. Fla. State Hort. Soc. 104:57-60.
- George, H.L; Crane, J.H; Schaffer, B; Li,Y; Davies, F.S.. 2000a. Effect of polyethylene and organic mulch on gas exchange and soil and leaf element levels of 'Arkin' carambola (*Averrhoa carambola* L.) in south Florida. Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort. 44:64-71.
- George, H.L., J.H. Crane, B. Schaffer, and F.S. Davies. 2000b. Effect of polyethylene and organic mulch on flowering, pollen viability, percent fruit set, and fruit production of 'Arkin' carambola (*Averrhoa carambola* L.) in south Florida. Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort.44:72-77.
- George, H.L;Davies; F.S; Crane, J.H; Schaffer, B. 2002a. Root temperature effects on 'Arkin' carambola (*Averrhoa carambola* L.) trees. I. Leaf gas exchange and water relations. Scientia Horticulturae 96:53-65.
- George, H.L;Davies; F.S; Crane, J.H; Schaffer, B. 2002b. Root temperature effects on 'Arkin' carambola (*Averrhoa carambola* L.) trees. II. Growth and mineral nutrition. Scientia Horticulturae 96: 67-79.
- Marler, T.E. 1994. Miscellaneous crops. In: Schaffer, B. and P.C. Andersen (eds.). Handbook of Environmental Physiology of Fruit Crops, Volume II. Subtropical and Tropical Crops. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida. 310 pp.
- Marler, T.E; Schaffer, B; Crane, J.H. 1994. Developmental light level affects growth, morphology, and leaf physiology of young carambola trees. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119:711-718.
- Núñez-Elisea, R; Crane, J.H. 1998. Phenology, shoot development, and floral intitation of carambola (*Averrhoa carambola* L. cv Arkin) in a subtropical climate. Proc. Fla. State Hort. Soc. 111:310-312.
- Núñez-Elisea, R; Crane, J.H. 2000. Selective pruning and crop removal increase early-season fruit production of carambola (*Averrhoa carambola* L.). Scientia Horticulturae 86:115-126.
- Slakpetch, S; Turner, D.W; Dell, B. 1990a. Flowering in carambola (*Averrhoa carambola*). Acta Horticulturae 275:123-129.
- Slakpetch, S; Turner, D.W; Dell, B. 1990b. The flowering of carambola (*Averrhoa carambola*) is more strongly influenced by cultivar and water stress than by diurnal temperature variation and photoperiod. Scientia Horticulturae 43:83-94.