

# Reseña bibliográfica

## PROPAGACIÓN EN VIVERO DE *Cocos nucifera* L.

### CASO DE ESTUDIO: BARACOA

#### Review

#### Propagation at nursery of *Cocos nucifera* L. Study case: Baracoa

Karen Alvarado Ruffo<sup>1✉</sup>, Albaro Blanco Imbert<sup>2</sup>,  
Blanca M. de la Noval Pons<sup>3</sup> y Gloria M. Martín Alonso<sup>3</sup>

**ABSTRACT.** The coconut tree (*Cocos nucifera* L.) it is one of the most important and useful cultivations among the tropical palms, it is propagated fundamentally through the seed; however it is very little, dispersed and varied the information about them. With the objective of carrying out a revision of concepts related with the coconut tree and their propagation in nursery, it was carried out the present work that picks up essential aspects of the coconut palm, their taxonomy and the process of seed's germination, the state of the art on the gamic propagation of this crop and it is deepened in the current situation of the municipality Baracoa, Cuba, where 85 % of the national production is obtained. It is concludes that the knowledge of the methods of propagation of the cultivation of the coconut tree will allow a better handling of the same one in the nursery stage, and that they are diverse the opinions on the plantation distance and the mineral fertilization to use in its propagation, as well as the quality of the plant to be transplanted to field.

**Key words:** coconut, germination, seed, substrate, sowing

**RESUMEN.** El cocotero (*Cocos nucifera* L.) es uno de los cultivos más importantes y útiles entre las palmas tropicales, el mismo se propaga fundamentalmente a través de la semilla; sin embargo, es muy poca, dispersa y variada la información que se ofrece. Con el objetivo de realizar una revisión de conceptos relacionados con el cocotero y su propagación en vivero, se realizó el presente trabajo, que recoge aspectos esenciales de la palma de coco, su taxonomía y el proceso de germinación de la semilla, el estado del arte sobre la propagación gámica de este cultivo y se profundiza en la situación actual del municipio Baracoa, Cuba, donde se obtiene el 85 % de la producción nacional. Se concluye que el conocimiento de los métodos de propagación del cultivo del cocotero permitirá un mejor manejo del mismo en la etapa de vivero y que son diversas las opiniones sobre la distancia de plantación y la fertilización mineral a emplear en su propagación, así como la calidad de la planta para ser trasplantada a campo.

**Palabras clave:** cocotero, germinación, semilla, sustrato, siembra

## INTRODUCCIÓN

El cocotero (*Cocos nucifera* L.), es considerado uno de los cultivos más importantes y útiles entre

las palmas tropicales. El mismo tiene significativas aplicaciones en el campo de la medicina, como antioxidante natural, antidiabético, antiparasítico, antimicrobial, antiinflamatorio y en el tratamiento de enfermedades como leishmaniasis y malaria (1). El aceite es utilizado en la producción industrial de cosméticos, explosivos, biocombustibles, así como productos para la salud y el bienestar. De esta planta también se obtiene leche, vinagre, miel, madera, así como el agua de coco, que constituye una bebida

isotónica. Todos estos usos convierten al cocotero en una planta única, lo que ha permitido que haya sido llamado "el árbol de los 100 usos" (2).

Este cultivo provee el sustento de billones de personas a través del mundo y se cultiva en más de 80 países en el trópico. India, Indonesia, Filipinas y Brasil son los principales países productores, contribuyendo con el 76,48 % de la producción mundial en un área de 9 060 079 millones de hectáreas (3).

<sup>1</sup> Departamento Ejecutivo de la Filial Provincial ACTAF. Departamento de Tecnología de la Producción Agrícola, Centro de Desarrollo de la Montaña, Luz Caballero esquina 2 Sur, Guantánamo

<sup>2</sup> Instituto de Suelos, Guantánamo

<sup>3</sup> Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), carretera San José-Tapaste, km 3½, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP 32 700

✉ ejecutiva@actaf.minag.gtm.cu

La producción de nuez de coco en el año 2016 fue de 59 010 635 toneladas, con un rendimiento promedio de 5 t ha<sup>-1</sup> (3).

En Cuba, esta especie se ha dispersado por todo el país, aunque las mayores áreas tradicionales del cultivo se han localizado en Baracoa (Guantánamo), Niquero y Pilón (Granma), así como en varios municipios de Holguín, Pinar del Río y Sancti Spíritus (4).

El municipio Baracoa es el responsable del 85 % de la producción nacional de coco (5), al que se dedican el 32,12 % (9 427,91 ha) del área agrícola. Tras el paso del huracán Matthew, en el mes de octubre de 2016, se afectaron 9 307,91 ha plantadas del cultivo (6), por lo que resulta de gran importancia la producción de posturas de calidad que garanticen el material necesario para la renovación y el fomento de nuevas áreas.

La calidad de la planta se define como la capacidad que tienen los individuos para adaptarse y desarrollarse en las condiciones climáticas y edáficas del sitio donde se establecen y la misma está determinada no sólo por las características genéticas, sino también por las técnicas utilizadas para su propagación (7).

Los estudios más amplios realizados sobre viveros de cocotero en el mundo, datan del período comprendido entre la primera mitad hasta la década de los 90 del pasado siglo. Entre los temas más recurrentes en la última etapa de ese período se encuentran, el uso de los sustratos, la germinación de variedades mejoradas y la salinidad (8).

En Cuba, existen pocos resultados de investigaciones agrícolas publicados sobre el manejo del vivero para este cultivo. La investigación realizada en viveros de la provincia Granma sobre el empleo de la cachaza (9) y un artículo sobre el efecto

de *Azotobacter* en la germinación de semillas (10) constituyen los primeros resultados realizados bajo las condiciones de Cuba, que han sido publicados. Además, existen tres instructivos técnicos que ofrecen información muy general y coincidente con la investigación internacional, sin tener en cuenta las condiciones edafoclimáticas y socioeconómicas específicas del productor cubano, lo que indica la necesidad de generar información científica que sirva de base para realizar propuestas de manejo eficientes para la producción de posturas de calidad en este cultivo en Cuba.

En el presente trabajo se realizó una revisión de aspectos relacionados con el cocotero y su propagación en vivero con énfasis en el manejo utilizado en el municipio Baracoa.

## CULTIVO DEL COCOTERO

La palma de cocotero (*Cocos nucifera* L.) es un cultivo tropical perenne, que crece en alrededor de 80 países. Perteneciente a la familia *Arecaceae* y es la única especie del género *Cocos*, cuya clasificación botánica es la siguiente: Reino: *Plantae*, Subreino: *Tracheobionta*, Superdivisión: *Spermatophyta*, División: *Magnoliophyta*, Clase: *Liliopsida*, Subclase: *Commelinidae* Orden: *Arecales* Familia: *Arecaceae*, Subfamilia: *Arecoideae*, Tribu: *Cocoeae*, Subtribu: *Butiinae* Género: *Cocos*, Especie: *Cocos nucifera* L. (11).

El cocotero es una planta monopódica que mide de 12-25 m de alto. Las frondas de las hojas alcanzan una longitud de 1,8 a 6 m; son pinnadas con foliolos de 60 a 90 cm de largo, tiene flores masculinas y femeninas reunidas en una inflorescencia (12).

Crece en los trópicos y en la mayoría de las regiones subtropicales. La temperatura ideal para su crecimiento se encuentra entre los 27 y 32 °C

con abundante iluminación y precipitaciones entre los 1 250 y 2 250 mm anuales bien distribuidas. Alcanza un buen desarrollo en suelos bien drenados, con pH entre 5 y 8, presencia de materia orgánica y buena aireación (12).

La palma de coco tiene un gran valor como planta de uso múltiple, encontrándose en el duodécimo lugar de la lista de especies de plantas alimenticias más importantes para el hombre, además de ser una de las más bellas. La propagación de esta especie se realiza fundamentalmente a partir de los frutos (12).

## VARIEDADES

Los altos niveles de diversidad genética en el cocotero son el resultado de la evolución natural y la adaptación, así como el desempeño del hombre en la explotación de la especie, ellos han sido clasificados por su hábito de crecimiento y por la morfología del fruto (13).

Por su hábito de crecimiento la especie es clasificada en dos variedades, cocoterros 'altos' (*C. nucifera* L. var. *typica*) y cocoterros 'enanos' (*C. nucifera* L. var. *nana*), mientras los cultivares altos son predominantemente de polinización cruzada, con incrementos superiores en altura durante todo el año; las enanas son de preferencia autógamas, con órganos de pequeño tamaño y presentan precocidad en la emisión de inflorescencia y la fructificación (2).

Los análisis clásicos de la morfología de los frutos del cocotero revelan dos tipos predominantes de frutos, la forma 'niu kafa' (silvestre) interpretada como la morfología más ancestral y la forma 'niu vai' (domesticado) que refleja la selección bajo cultivo (13).

Hay una gran diversidad morfológica en la palma de coco que está expresada, particularmente, en las características de sus frutos, por color, tamaño y forma, lo cual ha originado una controversia acerca de la terminología usada en la descripción de varias poblaciones de la palma de coco (14).

El término "cultivo" parece ser bastante adecuado ya que casi todas las palmas de coco han sido sembradas y cultivadas por el hombre. Sin embargo, para distinguir cultivos tradicionales de algunos más recientes, se usan los términos, ecotipo e híbrido para esta especie. El ecotipo se define como un grupo de individuos en el mismo ambiente y con similitudes morfológicas, mientras que el híbrido, en su sentido más amplio, define a los individuos obtenidos del cruzamiento entre dos estructuras (población, familia, o individuo) correspondiendo a ecotipos diferentes (14).

Estudios hechos con 21 ecotipos de cocotero verde de la región de Baracoa, en Cuba, mostraron la existencia de formas del tipo silvestre y domesticado y dentro de estos últimos identificaron tres ecotipos, entre los que se encuentra el Ecotipo Indio Verde-1, integrado por los genotipos 'Verde Cobrizo de Nibujón', 'Enano Verde de Duaba', 'Criollo del Pino', 'Indio Verde Fino', 'Indio Verde del Rodeo', 'Hondureño Verde', 'Indio Verde de Nibujón', 'Enano Verde de Sabana', 'Alto Verde de Maisí' e 'Indio Verde de Maisí' (4).

## **EL COCOTERO EN EL MUNDO Y EN CUBA**

A nivel internacional existen muchos países productores de coco; sin embargo, en los países de Asia, debido a las condiciones de clima y humedad, se concentra el 83,13 % de la producción mundial (15).

Los países Asiáticos muestran sistemas de producción muy similares para el cultivo, el cual es un proceso de antigua tradición (manifestado en sus creencias religiosas) y se caracteriza por la existencia de pequeños huertos intercalados con árboles frutales, así como el uso intensivo de la mano de obra y una escasa o nula tecnificación agrícola (16).

Brasil y México sobresalen en los volúmenes de producción en América Latina, con 4,48 % y 1,96 % del total de la producción mundial en el año 2016 (3). En estos países de América Latina, la situación del cocotero es calificada de crítica; pues el número de productores es cada día menor y cada uno de ellos trabaja sus unidades en la medida de sus posibilidades (17).

Las causas de éstas problemáticas se fundamentan en el bajo precio de comercialización del coco y el alto costo de la mano de obra al momento de la cosecha. A pesar de ello, en 2014 en México se propuso un programa estratégico para impulsar la cadena de valor del cocotero, con el objetivo de lograr mejores plantaciones y rendimientos (17).

En el caso de Cuba, un estudio diagnóstico realizado mostró los bajos índices de germinación que se obtienen en los principales viveros (40 %) (18). También se identificó que el cocotero se encuentra fundamentalmente como un monocultivo, lo que provoca que las áreas estén carentes de arreglos espaciales planificados que proporcionen un uso óptimo del suelo con el cultivo. Por otra parte, la mayoría de los productores poseen muy bajos niveles tecnológicos y tratan de invertir lo menos posible en las fincas, jugando la tradición un papel importante, ya que las técnicas de producción son transferidas a través de generaciones (18).

A pesar de los problemas existentes, Cuba tiene la posibilidad de lograr un desarrollo

del mismo, atendiendo a que posee áreas con condiciones edafoclimáticas idóneas para su crecimiento y desarrollo, además existe la voluntad política para ello (18).

## **MÉTODOS DE PROPAGACIÓN DEL COCOTERO A TRAVÉS DE SEMILLA**

Poco se ha informado en la literatura sobre el manejo de viveros en esta especie vegetal. No obstante, se refieren dos métodos para propagar el cocotero en vivero, el método del pre-vivero como una alternativa de selección de plántulas y el método del vivero convencional (19).

*Pre-vivero:* Las semillas se ponen a germinar en las camas de germinación y luego son transferidas a vivero en suelo o en bolsas para de ahí ser trasplantadas al campo. Las camas tendrán 1,5 m de ancho y todo el largo que se quiera. A las semillas se les realizará una entalladura (corte longitudinal superficial) por donde debe salir la plúmula. El trasplante al vivero se realiza cuando las plántulas han iniciado la germinación (19).

*Vivero convencional:* Las semillas son sembradas directamente en las camas de germinación y las plantas germinadas permanecerán ahí hasta que sean seleccionadas para su trasplante a campo. Estará constituido por un grupo de canteros de 20 cm de profundidad, 1 m de ancho y 20 m de longitud. Las semillas serán colocadas unas al lado de las otras (19).

En el paquete tecnológico para el estado mexicano de Colima, se hace referencia al método del pre-vivero en bolsas, para el que se plantea la incorporación de nutrientes, a través del abonado orgánico, sólo después del trasplante de las plantas del germinador a las bolsas (20).

En el manual técnico del cocotero para Honduras se

refieren a la propagación del cocotero a través del método del vivero convencional también con la modificación del empleo del abonado orgánico en vez de la fertilización mineral (21).

En Cuba, los Instructivos Técnicos del MINAG de los años 1990 y 1998, proponen la propagación del cocotero por el método del pre-vivero, mientras que el Instructivo Técnico del año 2011 propone el empleo del vivero convencional, con abonado orgánico y la opción de realizar entalladura de la semilla (22).

Estudios realizados en los viveros de Baracoa mostraron que la propagación del cocotero se realiza por el método del vivero convencional, y los productores refirieron que la germinación por este método era más rápida y con mayor porcentaje que en el método del pre-vivero; aún así, los estudios demostraron bajos niveles de germinación (18,23).

De manera general se puede concluir que el conocimiento de los métodos de propagación del cocotero en viveros permitirán un mejor manejo del mismo en esta etapa, logrando elevados porcentajes de germinación y desarrollo de las posturas, por lo que resulta necesario precisar la tecnología de producción más eficiente para el municipio de Baracoa.

#### **EL CLIMA EN EL MANEJO DEL VIVERO DE COCOTERO**

En cuanto al efecto del clima en el crecimiento del cocotero en viveros, son muy pocos los trabajos que se refieren al tema, lo que indica que es una cuestión a profundizar.

El requerimiento de agua en el cocotero está fuertemente influenciado por factores ambientales tales como la distribución de las precipitaciones en el año, la disponibilidad de agua en el suelo, la temperatura, la humedad relativa del aire, así

como la frecuencia y la fuerza de los vientos. Aunque la irrigación de la cama de germinación no puede ser excesiva, necesita ser suficiente para mantener el suelo y las cáscaras húmedas, por lo que las plantas pueden regarse cuando hay poca lluvia (14).

En el Paquete Tecnológico para palma de coco híbrida en el sur-sureste de México se plantea que inmediatamente que se realice la siembra en las camas de germinación, debe darse un riego pesado pero lento, y luego los riegos serán más ligeros y cada tres días (24).

Por otro lado, para la región del Caribe se plantea que la aplicación del riego estará sujeta a las condiciones del tiempo. En las camas de germinación se aplicarán por cada semilla germinada 0,5 litros de agua cada tres a cuatro días, y en el vivero se aplicará 1 litro de agua por planta cada dos días, en ambos casos dependiendo del comportamiento del tiempo (25).

En estudios realizados sobre otras condiciones ambientales de viveros de la India, se demostró que una alta iluminación en las posturas de cocotero provoca un estrés, que causa foto-inhibición en la fotosíntesis, provocando daños en los cloroplastos y en la membrana celular, seguida por una reducción en el área foliar. Estos efectos podrían ser mayores ante estrés de humedad (26). Los resultados indican la necesidad de proveer a las plantas en el vivero de sombra parcial.

Para las condiciones de Cuba, el Instructivo Técnico refiere que el cantero germinador debe mantener un nivel de humedad entre el 65 % y el 80 % de la capacidad de campo, por lo que debe regarse en días alternos (22). Sin embargo, en el municipio Baracoa las características físico-geográficas del mismo y la influencia de los vientos alisios dan lugar a condiciones climáticas excepcionales, provocando un

comportamiento como si fuera costera en casi toda su extensión, a la vez que se originan abundantes lluvias orográficas, lo que favorece que llueva abundantemente tanto en la montaña, como en las zonas de baja altura y cercanas a la costa, durante todo el año (27), por lo que no es necesario el riego en condiciones de vivero.

Es importante destacar la necesidad de profundizar en los estudios sobre el efecto del clima en la respuesta de las plantas en vivero, que permita evaluar los niveles necesarios de sombra, así como el manejo de la materia orgánica ante cambios en los atmósfera del suelo, además de realizar estudios en otras variables climáticas que pudieran influir en el normal crecimiento de las plantas en esta fase.

#### **ALGUNOS FACTORES A TENER EN CUENTA EN LA PROPAGACIÓN DEL COCOTERO**

Dentro de los aspectos a considerar para propagar y desarrollar exitosamente plantas en vivero se encuentran: el material de propagación (semilla botánica o agámica), el manejo (sustrato, marco de plantación, fertilización, requerimientos de agua, biofertilización). Estos factores son determinantes en la calidad de las nuevas plantas en términos de altura, diámetro del tallo y número de hojas (28).

#### **SEMILLA. GERMINACIÓN Y CALIDAD**

El fruto del cocotero es una drupa de tres caras con endocarpio lignificado o "nuez" que encierra una sola semilla. El endospermo o reserva alimenticia de la semilla está formado por una porción albuminosa y el agua de coco. Encapsulado en el endospermo se encuentra el embrión (12).

La germinación se inicia con la toma de agua por la semilla y termina con el comienzo de la elongación del eje embrionario.



Al comenzar la germinación, el embrión crece en dos direcciones: la plúmula y radícula hacia el exterior, y la otra parte hacia el interior de la nuez para formar el “*haustorium*” (órgano esponjoso absorbente) que crece lentamente hasta llenar la cavidad central ocupada por agua (21).

A través del *haustorium*, el cual digiere progresivamente el albumen de la nuez, la palma joven absorbe nutrientes, del agua en la cavidad y del endospermo. Cuando la parte que está fuera del endocarpio se hincha y agranda, se produce el brote de la plúmula, a través del cotiledón, para convertirse en el brote exterior (21).

Simultáneamente, las raíces primarias comienzan a crecer a través de la cáscara, seguidas por raíces secundarias que se desarrollan en la base de la plántula, las cuales crecen hacia abajo y hacia los lados a través de la cáscara (14).

Como promedio el periodo desde el inicio de la germinación hasta la emergencia de la plántula es de 60 a 120 días y cinco semanas, después se desdobra la primera hoja (22).

El crecimiento de la plántula de cocotero continúa utilizando los nutrientes contenidos en el endosperma, pero alrededor de los tres meses de iniciada la germinación, la primera hoja aparece fuera de la cáscara y se inicia el proceso de la fotosíntesis (29).

Entre los factores que afectan la germinación de la semilla de coco se encuentran la masa, la madurez, los factores genéticos (variedad) y las condiciones ambientales (14).

Existen muchas opiniones al respecto de la masa y el grado de madurez que debe tener la semilla del cocotero en el momento de la cosecha, aunque de manera general, se deben seleccionar frutos que han alcanzado la madurez completa (9 a 12 meses de edad) (21).

En Cuba el fruto que se destinará a semilla se debe cosechar cuando comience a secarse la epidermis (9 meses), la nuez debe ser oblonga, más larga que ancha, no debe estar dañado por ácaros y debe tener un peso entre 0,9 y 1,0 kg (22).

Debido a que una semilla no germina hasta haber absorbido cierto grado de humedad, la sequedad de la cubierta cuando está madura produce inactividad (30), por lo que una práctica común para mejorar la germinación del coco es cortar parte del dorso de la cáscara, en el extremo del tallo del fruto por encima del poro germinativo (14), a pesar de las ventajas que tiene este método no es empleado por los viveristas en Baracoa.

Otro factor importante en la germinación y posterior desarrollo de las plantas es el sustrato, pues las semillas presentan respuestas fisiológicas distintas con sustratos diferentes, ya que de éste dependerán los factores externos que afectan la germinación de la semilla como la humedad, la temperatura y la aireación (31).

### SUSTRATO

El sustrato es todo material o su combinación que, no siendo tóxico, provea sostén, adecuada capacidad de intercambio catiónico, así como una eficaz retención de humedad para la planta que en éste crecerá, con una porosidad que garantice una correcta aireación para un óptimo desarrollo radical (32).

La selección de uno u otro componente de sustrato está sujeta mayormente a su disponibilidad, facilidad de mezcla y costo en la región en donde se encuentre el vivero, además de la experiencia del viverista en su uso (33).

En el paquete tecnológico para el estado de Colima en México se hace referencia a la incorporación de nutrientes en el vivero en bolsas, a través del

abonado orgánico, con el empleo de la mezcla suelo: aserrín (1:1) (22).

En el manual técnico del cocotero para Honduras se propone añadir a las bolsas mezcla (3:1) de suelo y cascarilla de arroz (21).

En la región sur-sureste de México, para la producción de plantas híbridas de cocotero, proponen el empleo de 6 kg de la mezcla compuesta en un 60 % de suelo fértil, 20 % de estiércol seco y descompuesto y 20 % de cascarilla de arroz o aserrín descompuesto en viveros en bolsas de 0,35 x 0,35 m (24).

En los viveros convencionales de coco en Cuba está concebido la conformación de canteros “*in situ*” sin utilizar soportes o paredes laterales y aplicación de un sustrato constituido por una mezcla de suelo con restos de poda de coco, abono orgánico o arena (1:1:1), con el cual se rellenan aproximadamente 5 cm del cantero y luego es utilizada para cubrir las semillas después de ubicadas en el germinador (22); sin embargo, en la práctica cotidiana, no se hace uso de esta mezcla, sino que se emplea suelo solo.

De forma general, las propuestas de sustratos existentes para el manejo del vivero en cocotero indican que es muy variable el tipo de sustrato empleado, lo que está en dependencia de las condiciones del suelo, así como de la disponibilidad y costos de los componentes del sustrato; de ahí la importancia de realizar investigaciones que avalen su uso. Entre los componentes de sustrato disponibles en la región de Baracoa se encuentran con mayor abundancia, el humus de lombriz obtenido a partir del estiércol bovino y ovino, y la cáscara del coco.

### HUMUS DE LOMBRIZ

El humus de lombriz es un tipo de abono orgánico con una

efectividad, en muchos casos, superior a la de otros como los estiércoles naturales (34).

Su calidad dependerá del alimento suministrado al cultivo de las lombrices durante el proceso de vermicompostaje (33).

Se caracteriza por ser muy rico en enzimas y poseer contenidos en N, P, Ca, Mg y microelementos en cantidades al menos cinco veces superiores a las de un suelo fértil (35).

Se ha demostrado que su adición al suelo produce una disminución significativa de la densidad aparente, un aumento de la estabilidad de los agregados y de la capacidad de retención de agua, así como un incremento de la concentración de carbono orgánico y de las cantidades totales de nutrientes esenciales para las plantas (34).

Este abono posee una actividad fitohormonal que le brinda condiciones ventajosas en el aumento de la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, mejora el crecimiento de las plantas y absorción de elementos nutritivos. Su riqueza en microorganismos también le permite el aporte energético por la gran cantidad de organismos mineralizadores que reactivan los terrenos estériles, ya que regenera las poblaciones bacterianas, además de regular el incremento y la actividad de los nitratos del suelo (36).

En Baracoa existe un centro productor de materia orgánica, donde se produce humus de lombriz a partir de diferentes materiales disponibles en el municipio, como el estiércol ovino y bovino, residuos de cosechas y restos de poda.

### **CÁSCARA DE COCO (MESOCARPIO)**

La cáscara de coco es el mesocarpio fibroso que está entre el exocarpo o cubierta exterior y el endocarpo o envoltura dura,

constituye aproximadamente el 53 % del peso total del fruto maduro (37) y puede tener de 1 a 5 cm de grosor, variando según la variedad. Es ácido y contiene lignina y celulosa en cantidades casi iguales (40-45 %) y de un 8-12 % de compuestos fenólicos solubles relacionados con los taninos. La densidad de la masa es muy baja debido a la alta porosidad y la capacidad de retención de agua es muy alta (14).

Se considera un material alternativo a la turba, tanto por razones ambientales como por presentar buenas características físicas (elevada capacidad de aireación a costa de una menor retención de agua de los tipos fácilmente y total disponible) y químicas (elevada capacidad de intercambio catiónico) relacionadas directamente con la granulometría del material (38).

Es un material de gran durabilidad, lo que la hace recomendable para su empleo en cultivos perennes. En Cuba se recomienda el empleo de la fibra de coco (FC) para mejorar el estado físico del sustrato, por ser un material de difícil descomposición, debido a la alta relación C/N (39). Constituye un excelente y novedoso material a utilizar como corrector estructural y de retención de agua (38).

A pesar de las desventajas que posee la cáscara del coco para su descomposición, originado por las propiedades físicas de la fibra y su larga durabilidad, su acumulación en el campo, sin darle un adecuado manejo, la convierten en un material contaminante, debido a que atrae roedores y plagas del cocotero.

Sin dudas, es una fuente abundante y de bajo costo en la zona de Baracoa, que la convierten en una alternativa económica y ecológica para ser empleada en el cultivo del cocotero. En estos momentos, se realizan estudios para evaluar cómo disminuir el período de compostaje, así como

su empleo en la producción de humus de lombriz. Por otro lado, la mezcla de la fibra de coco con el humus de lombriz permitiría mejorar la aireación y la retención de humedad en la rizosfera de las plantas y con ello un mejor desarrollo radical.

### **MARCO DE SIEMBRA**

En la cama germinativa por el método del pre-vivero en Sri Lanka, las nueces deben estar espaciadas a 5 cm entre nueces y 20 cm entre hileras, permitiendo una densidad de siembra de aproximadamente 16 nueces m<sup>-2</sup>, mientras en la cama germinativa en el vivero convencional estarán ubicadas formando cinco hileras de nueces a 15 cm entre hileras para un total de aproximadamente 10 nueces m<sup>-2</sup> (8).

En la cama de germinación del pre-vivero en Asia los frutos pueden ser sembrados muy cerca, debido a que el tiempo de permanencia es corto, ahorrando espacio, agua y trabajo, para luego ser transplantadas al vivero a una distancia de 0,15 x 0,45 m en el suelo y de 0,60 x 0,60 m a tresbolillo en las bolsas (14).

Espacios en el vivero de 60 x 60; 80 x 80 y 100 x 100 cm para períodos de permanencia en el mismo de seis, nueve y doce meses, respectivamente, son propuestos para la región del Caribe (17). Para las condiciones de Cuba se describe que en las camas germinativas del vivero convencional se colocan las semillas en hileras de cuatro, de forma que estén espaciadas y no se afecten en el momento del saque (22).

En el cocotero, durante la etapa de vivero, una densidad de plantación muy alta puede provocar la aparición de plagas como *Aspidiotus destructor*, así como la obtención de posturas hiladas, deformaciones en tallo y hojas, y diámetro del tallo pequeño,

debido a la competencia entre plantas por el espacio vital. Por el contrario, el empleo de bajas densidades de siembra permite un mayor desarrollo de cada individuo pero también un menor aprovechamiento del terreno, por lo que es importante elegir un marco de plantación que permita optimizar el terreno y la producción final (14).

### FERTILIZACIÓN MINERAL

La fertilización mineral en pre-viveros de coco es muy poco abordada por la literatura y no existe una opinión de consenso con respecto a la necesidad o no de la adición de fertilizante en esta etapa.

Algunos autores han planteado que no es necesario fertilizar en el vivero, ya que la germinación se realiza a expensas de las reservas que contiene la propia semilla (22); sin embargo, otros refieren que durante el desarrollo de la planta se sientan las bases para muchos años de producción futura y que a pesar de que la misma recibe abastecimiento de nutrientes del endospermo durante los primeros meses después de la germinación, es esencial fertilizar (14).

Los nutrientes más importantes en esta etapa son el nitrógeno (N), que actúa en el desarrollo de hojas y tallos (22) y guarda una interacción clara con el fósforo, el cual tiene una función específica en la germinación de las semillas, el metabolismo de las plantas y la formación de las raíces. El orden de los nutrientes requeridos para árboles jóvenes es N>P>K>Mg, mientras que para palmas adultas es K>Mg>N>P (40).

Se recomienda aplicar mensualmente mezclas de urea, fosfato bicálcico y cloruro de potasio en proporción de 1:2:2. Las dosis por planta se realizan según la edad de las mismas: 1-2 meses de edad 15 g; 3-5 meses de edad

30 g; y más de 5 meses de edad 37,5 g (14).

Para la región del Caribe refieren que la fertilización se hará con una mezcla de urea, fosfato bicálcico y cloruro de potasio a razón de 1:2:4, aplicado a niveles de 30 g por planta a los dos meses después de la germinación y 60 g por planta al cuarto y sexto mes (24).

En Cuba se propone que a partir del primer mes del traslado de las posturas a las bolsas se hará una fertilización con fórmula completa cada dos meses (22); sin embargo, no existen artículos científicos que avalen resultados al respecto. A pesar de esto, en el municipio Baracoa la práctica de la fertilización se realiza ocasionalmente, debido a la poca disponibilidad de fertilizantes minerales, por lo cual se hace un mayor énfasis en el empleo de abonos orgánicos.

### INTERACCIÓN DEL COCOTERO CON MICROORGANISMOS DEL SUELO

Durante un estudio realizado en la rizosfera de la palma del coco se encontró una población diversa de bacterias beneficiosas simbióticas y asimbióticas capaces de fijar N, solubilizar fosfatos y reducir la incidencia de enfermedades de las plantas en la zona de la raíz. Entre los fijadores de nitrógeno encontrados en la rizosfera del cocotero se identificó: *Beijerinckia*, diferentes especies de *Azospirillum* spp., *Azoarcus* spp., *Bacillus* spp., *Burkholderia* spp., *Herbaspirillum frisingense* y *Arthrobacter* spp. Se observó además un bajo número del endófito *Bacillus* spp., en la raíz y tejidos de hojas y en plantaciones de cocotero en asociación con otros cultivos se encontraron mayores contenidos de estos microorganismos que en áreas donde era cultivado como monocultivo (41).

Los aislamientos de microorganismos fijadores de N obtenidos del suelo en la rizosfera de plantas de cocotero crecidas en vivero eran más eficientes para fijación del nitrógeno que los aislados de suelos no rizosféricos, lo que indicó que los exudados de la raíz estimularon la proliferación de estos grupos bacterianos y sugieren la posibilidad del incremento de estas poblaciones en los viveros de palmas de coco por la inoculación (14).

Además, los estudios realizados en la rizosfera de plantaciones adultas del cocotero han demostrado la dependencia micorrízica de esta especie, pues se conoce que las raíces del cocotero son colonizadas por hongos micorrízicos arbusculares (42). Así, se ha encontrado una alta densidad y diversidad de especies de hongos micorrízicos (*Glomus* spp., *Gigaspora* spp., *Sclerocystis* y *Acaulospora* spp.) en la rizosfera de cocotero y la mayor tasa de colonización se observó en variedades altas y en sistema de cultivo intercalado con rangos de 40,4 a 154,5 esporas en 10 g de suelo (21).

En las raíces del cocotero se desarrolla una microflora beneficiosa muy diversa, que indica que el empleo de inóculos microbianos en el cultivo es posible, lo cual permitiría disminuir las dosis de fertilizantes minerales y recomendar a los productores manejos basados en el empleo de estos productos para el suplemento nutritivo de la planta.

En Cuba, a pesar de la experiencia existente en el empleo de diferentes tipos de biofertilizantes en la agricultura y su conocido efecto en la disminución de dosis de fertilizantes minerales y abonos orgánicos, son escasos los estudios sobre su empleo en el cultivo del cocotero, específicamente para la etapa de vivero.

En el único artículo que aparece publicado sobre el tema

se realizó un estudio para evaluar la influencia de la concentración y forma de aplicación de *Azotobacter* en la germinación de semillas de cocotero, encontrándose una respuesta positiva del bioproducto al ser utilizado a un 30 % de su concentración y aplicado por inmersión de la semilla y por dispersión directa al suelo (10).

### CARACTERÍSTICAS DE LAS PLANTAS PARA SER TRASPLANTADAS

#### A CAMPO

Muchas son las características morfológicas de la planta de cocotero que pueden evaluarse en el vivero para seleccionar las plantas que serán trasplantadas a campo, entre ellas, la altura del tallo y el diámetro del cuello de la raíz son los criterios de clasificación más comúnmente utilizados, mientras que para los atributos fisiológicos se consideran la concentración de macronutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre) (43).

Los aspectos más importantes a ser evaluados en el vivero durante la selección de plantas de cocotero son la germinación temprana, el vigor, así como la incidencia de plagas y enfermedades. La selección apropiada en el vivero asegura el 10 % de mejora en el rendimiento (44).

Con respecto a las características que debe tener la planta para su trasplante definitivo a campo, existen diversas referencias y aunque no hay regla general, puede aceptarse que una planta adecuada para la plantación en campo tendrá una altura de 1,20 m de la semilla a la hoja más joven no plegada y 20 cm de perímetro en el tallo (45). Otros autores plantean que las plantas están listas para ser trasplantadas al campo cuando alcanzan la etapa de tres a cuatro hojas, usualmente

de 25 a 30 semanas después de la germinación (19).

En México especifican que las plantas propagadas por el método del pre-vivero podrán ser llevadas al campo cuando tengan una hoja pinnada (20), mientras que en Honduras y El Salvador en el método del vivero convencional, se plantea que debe ser con una altura mayor a 0,75 m o una edad superior a los cuatro meses de germinada (21).

En Cuba, en los pre-viveros en bolsas, las posturas aptas para ser llevadas a campo tendrán como mínimo una altura entre 0,60 m y 1,0 m, mientras que para los pre-viveros a raíz desnuda deberán haber alcanzado una altura de 0,30 m. La selección se realizará, fundamentalmente, teniendo en cuenta el vigor de la planta, su desarrollo vegetativo y el color de la variedad (22). Se propone que el trasplante en vivero convencional se realice cuando las plantas alcancen 15 cm de altura (22).

Teniendo en cuenta que el cocotero es un cultivo perenne con una vida útil de 60 años, es importante seleccionar plantas de calidad óptima para ser llevadas a campo, ya que de ello dependerá el futuro rendimiento de la plantación.

### CONCLUSIONES

El conocimiento de los métodos de propagación del cultivo del cocotero permitirá un mejor manejo del mismo en la etapa de vivero, ya sea mediante la propagación por pre-vivero o vivero convencional, aunque existen diversas opiniones sobre la distancia de siembra, la calidad de la planta para ser trasplantada a campo y la fertilización mineral a emplear en la propagación del cocotero por vía gámica, por lo que se hace necesario profundizar en

los estudios sobre los diferentes aspectos que influyen en la obtención de posturas de calidad en Cuba producidas través de la propagación gámica.

### BIBLIOGRAFÍA

1. Roopan SM. An Overview of Phytoconstituents, Biotechnological Applications, and Nutritive Aspects of Coconut (*Cocos nucifera*). Applied Biochemistry and Biotechnology. 2016;179(8):1309–24. doi:10.1007/s12010-016-2067
2. Development of a RAPD-derived SCAR marker associated with tall-type palm trait in coconut. Scientia Horticulturae. 2013;150:312–6. doi:10.1016/j.scienta.2012.11.023
3. FAOSTAT. Agricultural data [Internet]. FAO, Roma; [cited 2018 Sep 19]. Available from: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>
4. Alonso M, Cueto JR, Santos Y, Romero W, LLauger R, Rohde W. Variabilidad morfológica y molecular de una población de cocoteros verdes en la región de Baracoa. Cultivos Tropicales. 2007;28(3):69–75.
5. OSDE Agroforestal. Programa de desarrollo del cocotero en Cuba 2017-2030 [Internet]. La Habana, Cuba: Organismo Superior de Desarrollo Empresarial Agroforestal. Ministerio de la Agricultura.; 2017 [cited 2018 Jul 23] p. 88. Available from: archivos de la OSDE
6. MINAG. Anuario estadístico de la producción de café, cacao y coco. [Internet]. Baracoa, Cuba: Empresa Agropecuaria y Coco; 2016 [cited 2018 May 17] p. 19. Available from: archivos de la empresa Agropecuaria y Coco
7. Rueda-Sánchez A, Benavides-Solorio J de D, Saenz-Reyez JT, Flores HJM, Prieto-Ruiz JÁ, Gutiérrez GO. Calidad de planta producida en los viveros forestales de Nayarit. Revista Mexicana de Ciencias Forestales. 2014;5(22):58–73. doi:10.29298/rmcf.v5i22.350
8. Peries RRA, Everard JMDT. River sand as an alternative to top soil for raising coconut seedlings in polybags. COCOS. 1993;9:40–6. doi:10.4038/cocos.v9i0.2128



9. Borges García M, Garcés Yero Y. Efecto de la adición de distintas concentraciones de cachaza en el suelo sobre la propagación de *Cocos nucifera* L. Centro agrícola. 2006;33(1):9–14.
10. Alvarado K, Blanco A, Rodríguez L, González R, Abreu N. Influencia de la concentración y forma de aplicación del *Azotobacter* sobre la germinación de nueces de cocotero (*Cocos nucifera*). Agrotecnia de Cuba. 2009;33(2):11–117.
11. USDA PLANT. Data base plant [Internet]. USA: Natural Resources Conservation Service; 2015 [cited 2016 Jan 7]. Available from: <https://plants.usda.gov/java/>
12. Granados S, López R. Manejo de la palma de coco (*Cocos nucifera* L.) en México. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente [Internet]. 2002;8(1). Available from: <http://www.redalyc.org/toc.oa?id=629&numero=5714>
13. Gunn BF, Baudouin L, Olsen KM. Independent origins of cultivated coconut (*Cocos nucifera* L.) in the old world tropics. PLoS ONE. 2011;6(6):121–43. doi:10.1371/journal.pone.0021143.t003
14. Ohler J. Modern coconut management: palm cultivation and products [Internet]. London: Intermediate Technology Pub.; 1999. 458 p. Available from: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XF2000391409>
15. FORDECYT. Impulso a la cadena de valor del cocotero para incrementar su competitividad y contribuir al desarrollo socioeconómico en la región Pacífico Sur y otros estados productores. [Internet]. London; 2017 [cited 2018 Sep 20] p. 21. Available from: [www.conacyt.gob.mx/index.php/convocatorias-conacyt/14709-fordecyt-conv.../file](http://www.conacyt.gob.mx/index.php/convocatorias-conacyt/14709-fordecyt-conv.../file)
16. SAGARPA. Plan Rector Sistema Producto Nacional Palma de coco [Internet]. México; p. 47. Available from: [dev.pue.itesm.mx/.../nacionales/...PALMA%20DE%20COCO/PLAN%20RECTOR%20...](http://dev.pue.itesm.mx/.../nacionales/...PALMA%20DE%20COCO/PLAN%20RECTOR%20...)
17. Flores F. Alternativas tecnológicas del cocotero de Asia-Pacífico, ventajas competitivas para el cocotero de México [Tesis de Doctorado]. [México]: Centro Universitario de estudios e investigaciones sobre la cuenca del Pacífico; 2006. 220 p.
18. Alvarado K, Blanco A, Martín J, Velásquez Y, Matos K. Situación socio-tecnológica-productiva del cultivo del cocotero en Baracoa, Cuba. Pastos y Forrajes. 2013;36(2):252–61.
19. Peries R. Some observations on the pre-nursery system for raising coconut seedlings. COCOS 1984;2:10–7. doi:10.4038/cocos.v2i0.811
20. Ramos S, Romero C, Figueroa V. Paquete tecnológico para el cultivo del cocotero en el estado de Colima [Internet]. 002 ed. Colima, México: Gobierno del estado de Colima-secretaría de desarrollo rural; 2005. 56 p. Available from: <https://www.campocolima.gob.mx/paginaoeidrus/coco.pdf>
21. Alfonso J, Ramírez T. Manual técnico del cultivo del cocotero. La Lima, Cortés, Honduras: Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA); 2008. 39 p.
22. MINAG. Instructivo técnico para el cultivo del coco [Internet]. 1st ed. La Habana, Cuba: ACTAF, Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT); 2011 [cited 2018 Sep 24]. 15 p. Available from: [http://www.actaf.co.cu/index.php?option=com\\_mtree&task=att\\_download&link\\_id=501&cf\\_id=24](http://www.actaf.co.cu/index.php?option=com_mtree&task=att_download&link_id=501&cf_id=24)
23. Blanco AI. Influencia de las características de la semilla, el riego y la fertilización orgánica en la calidad de las posturas de cocotero (*Cocos nucifera* L.) [Tesis de Maestría]. [Granma]: Universidad de Granma; 2007. 87 p.
24. Cortázar M. Paquete tecnológico palma de coco híbrido (*Cocos nucifera* L.). México: SAGARPA-INIFAP; 2011. 10 p.
25. Ramkhelewan E, Paul C. Coconut Production Technology. International Trade Centre, Geneva, Switzerland. 2016;25.
26. Naresh KS, Kasturi Bai KV. Photo-oxidative stress in coconut seedlings: early events to leaf scorching and seedling death. Brazilian Journal of Plant Physiology. 2009;21(3):223–32. doi:10.1590/S1677-04202009000300006
27. Begué G, Larramendi J. Parque Nacional Alejandro de Humboldt: la naturaleza y el hombre. Cuba: Ediciones Polymita; 2013. 172 p.
28. Cañelas I, Bachiller AB, González GM, Finat L. Comportamiento de planta de "*Pinus pinea*" en vivero y campo: ensayos de técnicas de cultivo de planta, fertilización y aplicación de herbicidas. Investigación agraria. Sistemas y recursos forestales. 1999;8(2):335–60.
29. Nair K. The Coconut Palm (*Cocos nucifera* L.). In: The agronomy and economy of important tree crops of the developing world [Internet]. 1st ed. Amsterdam: Elsevier Inc; 2010 [cited 2010 Sep 21]. p. 67–109. Available from: <http://www.elsevier.com>
30. Toogood A. Enciclopedia de la propagación de plantas. 1st ed. Royal Horticultural Society, Londres: Blume; 2007. 320 p.
31. Stockman AL, Brancalion PHS, Novembre A, Chamma H. Sementes de ipê-branco (*Tabebuia roseo-alba* (Ridl.) Sand.-Bignoniaceae): temperatura e substrato para o teste de germinação. Revista Brasileira de Sementes. 2007;29(3):139–43.
32. Fonteno WC, Hardin CT. Procedures for determining physical properties of horticultural substrates using the NCSU Porometer. 1st ed. North Carolina State University; 2003.
33. Hidalgo PR, Sindoni M, Méndez JR. Importancia de la selección y manejo adecuado de sustratos en la producción de plantas frutales en vivero. Revista Científica UDO Agrícola. 2009;9(2):282–8.
34. Weber J, Karczewska A, Drozd J, Licznar M, Jamroz E, Kocowicz A. Agricultural and ecological aspects of a sandy soil as affected by the application of municipal solid waste composts. Soil Biology and Biochemistry. 2007;39(6):1294–302. doi:10.1016/j.soilbio.2006.12.005
35. Broz AP, Verma PO, Appel C. Nitrogen Dynamics of Vermicompost Use in Sustainable Agriculture. Journal of Soil Science and Environmental Management. 2016;7(11):173–83.
36. Martínez F, Calero MB, Nogales VR, Rovesti L. Manual práctico de lombricultura. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación; 2003. 100 p.
37. PROMER, CITA. Taller de asistencia técnica y capacitación. Aprovechamiento agroindustrial del coco. In Panamá; 2001. p. 44.

38. Vargas P, Castellanos JZ, Sánchez P, Tijerina L, López RM, Ojodeagua JL. Caracterización física, química y biológica de sustratos de polvo de coco. *Revista fitotecnia mexicana*. 2008;31(4):375–81.
39. Orellana R. Producción ecológica de hortalizas bajo condiciones de estrés. *Agricultura Orgánica. Revista de la Asociación Cubana de Técnico Agrónomos y Forestal*. 2006;12(2):43–8.
40. Tennakoon A. Soil fertility status and fertilizer recommendation for coconut in Sri Lanka. *Soils & Plant Nutrition Division Coconut Research Institute*; 2004. 13 p.
41. Thomas G, Prabhu S. Association of diazotrophic and plant growth promoting rhizobacteria with coconut palm (*Cocos nucifera* L.). In : 6th International PGPR Workshop, Calicut, India.; 2003 [cited 2018 Sep 26]. p. 7–15. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/272479120\\_Association\\_of\\_diazotrophic\\_and\\_plant\\_growth\\_promoting\\_rhizobacteria\\_with\\_coconut\\_palm\\_Cocos\\_nucifera\\_L](https://www.researchgate.net/publication/272479120_Association_of_diazotrophic_and_plant_growth_promoting_rhizobacteria_with_coconut_palm_Cocos_nucifera_L)
42. Rajeshkumar PP, Thomas GV, Gupta A, Gopal M. Diversity, richness and degree of colonization of arbuscular mycorrhizal fungi in coconut cultivated along with intercrops in high productive zone of Kerala, India. *Symbiosis*. 2015;65(3):125–41.
43. Sánchez S, Murillo O. Desarrollo de un método para controlar la calidad de producción de plántulas en viveros forestales: estudio de caso con ciprés (*Cupressus lusitánica*). *Agronomía Costarricense*. 2004;28(2).
44. Hameed S, Ahmed B, Ahmed S, Khan N, Zafar I. Seedling growth of three coconut (*Cocos nucifera* L.) varieties in Karachi, Pakistan. *International Journal of Biological Research*. 2014;2(2):153–4.
45. Wuidart W. Production of coconut planting material-The polybag nursery. *Oleagineux*. 1981;36(7):367–72.

Recibido: 17 de abril de 2018

Aceptado: 7 de septiembre de 2018

