

Apuntes sobre la mecanización de la poda y cosecha del cocotero

Notes on the mechanization of pruning and harvesting of coconut palms



<https://cu-id.com/2284/v14n3e07>

 Orlando Cano-Estrella*

Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Boyeros, La Habana, Cuba.

RESUMEN: El objetivo del trabajo consistió en identificar los métodos, equipos y herramientas para la realización de la poda y cosecha de los cocoteros a través de la recopilación y análisis de la bibliografía relacionada con estas labores. Los resultados obtenidos permitieron definir dos métodos empleados a nivel internacional para la ejecución de ambas labores, así como los equipos y herramientas que los integran; además de examinar el estado actual de la aplicación de modernas tecnologías para su realización.

Palabras clave: altura de la planta, corte, herramientas, equipo.

ABSTRACT: The objective of the study was to identify the methods, equipment and tools for pruning and harvesting coconut trees through the compilation and analysis of the literature related to these tasks. The results obtained allowed defining two methods used at international level for the execution of both tasks, as well as the equipment and tools that integrate them; in addition to examining the current state of the application of modern technologies for their execution.

Keywords: Plant Height, Cutting, Tools, Equipment.

INTRODUCCIÓN

El cocotero (*Cocos nucifera L*) es uno de los cultivos más importantes y útiles entre las palmas tropicales por la diversidad de productos que aporta, siendo cultivado en más de 80 países (Alvarado et al., 2018). Su producción mundial estimada en 2020, según datos estadísticos de la FAO, fue de 61 520 382 toneladas métricas, registrando a la India, Indonesia, Filipinas, Brasil y Sri Lanka como los mayores productores (FAO-FAOSTAT, 2022).

Por su hábito de crecimiento esta especie es clasificada en dos variedades, cocoteros ‘altos’ (*Cocos nucifera L. var. typica*) y cocoteros ‘enanos’ (*Cocos nucifera L. var. nana*) (Alvarado et al., 2018). Un tercer tipo, son los híbridos, que resultan de cruzamientos entre esas variedades.

La planta de cocotero puede alcanzar de 12-30 m de alto, lo que dificulta la poda de sus ramas y la cosecha de sus frutos, teniendo como excepción que, en tipos enanos e híbridos, el inicio de su producción es precoz, cuando la planta posee alrededor de dos metros de altura lo que facilita la realización de estas labores durante tres a cuatro años. Las hojas son alternas y pueden alcanzar longitudes de 6 a 10 metros, con un peso de entre 10 a 20 kg. Sus frutos o drupa pesan por término medio 2,5 kg y están agrupados generalmente en racimos de 10 a 15 cocos (Agrotendencia, 2021).

A pesar de la importancia económica y nutritiva del cocotero en la economía agraria de países en desarrollo, la producción de coco está por debajo del nivel óptimo. Lo cual está dado por el poco empleo de las actividades culturales, la sequía, la poca renovación de áreas, la baja fertilidad de los suelos, la incidencia y severidad de las plagas y los bajos rendimientos de las variedades cultivadas (Moyin & Ogochukwu, 2014).

En los países asiáticos, mayores productores a nivel mundial, se presentan sistemas de producción muy similares para el cultivo, caracterizados por un proceso de antigua tradición y por la existencia de pequeños huertos intercalados con árboles frutales, así como el uso intensivo de la mano de obra en todas las labores y una escasa o nula tecnificación agrícola (MAG- El Salvador, 2011).

En 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. 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 (Alvarado et al., 2018). Un estudio realizado por Vieira 2017 sobre la modernización de la producción de coco en Brasil, pone de manifiesto que el uso de la maquinaria

*Autor para correspondencia: Orlando Cano-Estrella, e-mail: orlando.cano@iagric.minag.gob.cu

Recibido: 15/12/2023

Aceptado: 14/06/2024

agrícola es bastante reciente y se utiliza solo en la preparación de suelos, el mantenimiento de las áreas de cultivo y la transportación del producto cosechado, ya que la siembra y la cosecha son exclusivamente manuales. Existiendo la particularidad de que la posibilidad de adopción de nuevas tecnologías e innovaciones en el sector, están casi de forma exclusiva al alcance de las grandes empresas agrícolas y agroindustriales, lo es una desventaja para los productores menores, poniendo en riesgo su permanencia en esta actividad productiva.

El objetivo del trabajo consistió en identificar los métodos, equipos y herramientas para la realización de la poda y cosecha de los cocoteros a través de la recopilación y análisis de la bibliografía relacionada con estas labores.

DESARROLLO DEL TEMA

Poda y cosecha

La poda y cosecha del cocotero tienen como dificultad común que son labores a ejecutar de forma selectiva a una altura elevada del suelo.

La poda del cocotero a diferencia de las podas clásicas que son realizadas a otros frutales, solo comprende la poda de saneamiento, consistente en la limpieza de hojas muertas o enfermas, así como los restos de inflorescencias y de cosecha [Farrés et al. \(2001\)](#), facilitando la cosecha del fruto, debiendo evitarse que se poden hojas verdes lo que afecta a la planta.

La cosecha consiste en la recolección de la fruta y se realiza según el destino de su producción, como drupas verdes para la obtención del agua, fundamentalmente con siete a nueve meses de maduración, y maduras para el uso de la copra en la obtención de la masa y otros productos alimenticios derivados, en un plazo que fluctúa entre los diez a doce meses.

Los métodos actuales de realización para ambas labores son similares e implican al hombre como ejecutor final de la labor, pudiendo clasificarse los mismos en dos métodos: manual y semimecanizado. El empleo de estos métodos puede variar de un país a otro y a veces incluso entre localidades dentro del mismo país ([Coconut Knowledge Centre \(CKC\), 2016](#)).

Para la ejecución final de las labores poda y cosecha el hombre se auxilia de herramientas de corte tales como: márcola, corvellot, hacha, machete, motosierra, podadora telescópica o serrucho. Además, debe contar con elementos de protección personal como, cascos, guantes y ropa de trabajo apropiada, que eviten posibles daños físicos.

Métodos de realización de las labores

Método manual

Es el más difundido internacionalmente siendo practicado en todos los países productores, por sus características se divide en cuatro variantes:

- *Poda y recolección de frutos de forma manual desde el suelo*

La poda se realiza con una herramienta de corte desde el suelo a plantas que su altura lo permitan, mientras la cosecha es efectuada por la recolección manual de frutos caídos al suelo desde la planta después de su completa maduración.

- *Escalando de forma manual por la planta hasta su copa*

Escalando por el tallo hasta la parte superior de la planta donde ejecuta el corte de ramas y frutos con una herramienta de corte. En el caso de la cosecha el hombre se auxilia para el traslado al suelo del fruto cosechado por una cuerda tendida desde su ubicación superior hasta el suelo donde otro obrero mantiene tensa la misma y que sirve para que sean deslizados los racimos de frutos cosechados ([Figura 1](#)). Es la variante que presenta mayor dificultad y riesgo de ejecución para el hombre.



FIGURA 1. Escalada manual

- *Con el empleo de una pértiga armada con un elemento de corte en un extremo*

Para el método de la pértiga en su versión más rústica ([Figura 2a](#)), los agricultores usan una herramienta de corte colocada en el extremo de un palo largo de bambú con la que cortan las ramas y el racimo de coco, la misma es manipulada desde el suelo por el hombre. En la actualidad existen versiones modernas de este dispositivo conformados por secciones acoplables, fabricadas de material resistente y ligero, dotados con herramientas de corte perfeccionadas ([Figura 2b](#)) que permiten alcanzar alturas máximas de 8 a 10 m y un peso máximo que no sobrepasa los 11,5 kg. La ventaja de esta variante es que permite la realización de la labor de manera más rápida, menos fatigosa y peligrosa en comparación con la variante de escalada; aunque posee la desventaja de que su uso está limitado, al no poder ser empleada en plantas que posean alturas

superiores a su alcance constructivo máximo, además en cosecha, el fruto cae sobre el suelo pudiendo sufrir daños indeseables para el destino de la producción que se desee.



FIGURA 2. Con pértiga, a: rústica b: moderna

- Escalando por la planta con el auxilio de dispositivos de accionamiento manual

La [Figura 3](#) muestra uno de estos dispositivos, los que son de fabricación sencilla y artesanal y sirven para realizar de forma más fácil y segura el proceso de escalamiento de la planta, aunque el hombre sigue asumiendo el esfuerzo de desplazar el dispositivo a lo largo de la planta hasta su copa ([Coconut Knowledge Centre \(CKC\), 2016](#); [Jaikumaran et al., 2016](#)). A partir de la ubicación del hombre en la posición de realización de la labor, todo el proceso posterior transcurre de igual forma que en la variante de escalado manual anterior.



FIGURA 3. Escalada con dispositivo manual



FIGURAS 4. Escalado con el auxilio de dispositivos motorizado

Método semimecanizado

Este método es cualitativamente superior al manual fundamentalmente en los aspectos de capacidad y/o seguridad en la ejecución de la labor, y se puede dividir de dos variantes. No obstante, el equipamiento que lo integra es de mayor complejidad, por lo que resulta más costoso.

- Escalando por la planta con el auxilio de dispositivos de accionamiento motorizado

Son dispositivos de fabricación más compleja ([Figuras 4](#)) que los accionados de forma manual, y poseen como ventaja eliminar el esfuerzo físico del hombre durante el ascenso de la planta con menos riesgos por los elementos de seguridad de que disponen. Una vez ubicado el hombre en la posición de realización de la labor el resto de las operaciones a realizar son idénticas a las de sus homologas de accionamiento manual ([Harvesting of Fruits from Tall Trees, 2013](#)).

Existe una amplia variedad de dispositivos con este principio de funcionamiento, que para su accionamiento emplean indistintamente, motores de gasolina o eléctricos (alimentados con batería), con la particularidad que no se identifica sean fabricados a escala industrial.

Su desventaja estriba en que su mayor peso y complejidad constructiva, conspiran contra la agilidad en su traslado e instalación en la planta a laborar, incidiendo de forma negativa en su productividad respecto a los manuales.

- Utilizando equipos elevadores asociados a vehículos

Esta variante permite una mayor capacidad y seguridad en la ejecución de las labores de poda y cosecha de frutos en comparación con todas las variantes antes expuestas, permitiendo elevar al hombre hasta la copa de la planta, donde auxiliado de una herramienta de corte realiza la poda de ramas indeseables. y/o cosecha del producto, el que deposita en su plataforma de trabajo.

Se han desarrollados diferentes equipos que se incluyen en esta variante, algunos de ellos como parte de soluciones puntuales para lugares específicos ([Harvesting of Fruits from Tall Trees \(2013\)](#));

Kawahara (2017), siendo los tipos más representativos los que se agrupan en las siguientes categorías:

- *Plataforma elevadora articulada montada sobre vehículo (Figura 5)*

Alcanzan una altura de trabajo entre 10 a 16 m, con un radio de alcance de la plataforma de 6 m y un ángulo de rotación/giro del brazo articulado de 360 grados y el posicionamiento de la plataforma del operador puede ser realizado por este mediante controles ubicados en la misma. El diseño de este tipo de equipo posibilita que el obrero pueda acceder a más de una planta desde una misma posición del vehículo portador.

- *Plataforma elevadora articulada autopropulsada (Figura 6a)*

Equipo con movimiento de traslación propio controlado por el operario desde su plataforma de trabajo, realiza su traslación con accionamiento eléctrico y el del mecanismo de elevación por medio de sistema hidráulico. Para su comercialización se registran nueve modelos, que abarcan una altura máxima de trabajo desde 12 a 22 m, con una capacidad de carga en su plataforma de entre 200 a 230 kg y un ángulo de giro de su plataforma de 120 a 160 grados, la labor de poda/cosecha la realiza un hombre ubicado en su plataforma auxiliado de una herramienta de corte para su ejecución, en cosecha los frutos recolectados se van ubicando en la plataforma desde donde se descargan para su traslado fuera del campo.

Su velocidad de traslación es de 4 km/h. La posibilidad de giro de su mecanismo articulado con plataforma le permite un acercamiento del operario al área de labor

- *Plataforma elevadora articuladas remolcada (Figura 6b)*

Equipos con movimiento de traslación por tracción por un vehículo auxiliar. Su mecanismo de elevación

articulado puede ser movido por motor de combustión (diésel o gasolina) o eléctrico (batería) y es controlado por el operario desde su plataforma. Su altura máxima de trabajo esta desde 10 a 20 m, con una capacidad de carga en su plataforma de 200 kg, un ángulo de giro de su plataforma de 360 grados y un radio de trabajo de 5 a 10.5 m.

La posibilidad de girar el brazo articulado con plataforma a 360 grados amplía las posibilidades de trabajo del operario que realiza las labores dentro de la plantación.

- *Plataforma de elevación de tijera autopropulsada*

La Figura 7 presenta este tipo de equipo, el que posee movimiento de traslación propio controlado por el operario desde su plataforma de trabajo, la que se realiza mediante accionamiento eléctrico, y el del mecanismo de elevación por medio de sistema hidráulico. La altura máxima de trabajo es de 11,5 m, con una capacidad de carga en su plataforma de 320 kg, lugar donde son colocados los cocos recolectados. Su velocidad de traslación es de 3,0 km/h. El movimiento de elevación solo en la vertical (ascenso/descenso) es una desventaja para su trabajo respecto a las elevadoras articuladas empleadas en las labores de poda /cosecha de este cultivo.

Esta variante por las características propias de los equipos que la integran requiere de plantaciones bien organizadas y en campos llanos o de muy poca pendiente para garantizar su adecuada explotación y seguridad técnica.

Independientemente de la existencia en la actualidad del tipo de equipamiento mostrado para la realización semimecanizada de las labores de poda y cosecha, la posible adopción en la producción de ellas debe estar antecedida de un estudio de las características de la plantación donde serían utilizadas, incluyendo de las condiciones socio - económicas del lugar donde están ubicadas.



FIGURA 5. Plataforma elevadora articulada montada sobre vehículo



FIGURA 6. Plataforma elevadora articulada, a: autopropulsada, b: remolcada.



Figura 7. Plataforma de elevación de tijera autopropulsada

Aplicación de modernas tecnologías

La búsqueda de la aplicación de novedades científicas de actualidad en la ejecución mecanizada de estas labores ha estado reflejada en trabajos encaminados al uso de la automatización y la robótica con este fin, con la particularidad que en todos los casos identificados aparece como línea común la fabricación de artilugios que realicen su trabajo escalando la planta hasta su copa, tales son los casos de las investigaciones publicadas por [Akshay et al. \(2016\)](#); [Hariskrishna et al. \(2013\)](#); [Jaikumaran et al. \(2016\)](#); [Mahesh et al. \(2019\)](#); [Sethupathi et al. \(2020\)](#), pero cuyos resultados no han sido conclusivos para llegar a obtener un equipo de modernas prestaciones que cumpla con los objetivos propuestos, estando en algunos casos en fase de prototipo, fase inicial de desarrollo o fundamentación de ideas a desarrollar, no habiendo sido identificado ningún caso de equipo de este tipo producido a escala industrial.

En una revisión sobre el tema realizada por [Fang & Cheng \(2023\)](#), se analiza esta problemática y se determina que ella es consecuencia de problemas a solucionar en estos equipos relacionados con la

adaptación multiambiental, de aplicación, suministro de energía y de falta de autonomía.

Situación en Cuba

En Cuba las mayores áreas del cultivo se localizan en Baracoa (Guantánamo), Niquero y Pílon (Granma), así como en varios municipios de Holguín, Pinar del Río y Sancti Spíritus [Alonso et al. \(2007\)](#), con la mayor representatividad en Baracoa que aporta más del 80 % de la producción nacional, y las labores de poda y cosecha del cocotero se realizan por métodos manuales, no identificándose trabajos científicos-técnicos que aborden el tema de las labores mecanizadas de este cultivo.

Un estudio realizado en Baracoa por [Alvarado et al. \(2013\)](#), determinó que 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. A su vez, según registran diagnósticos realizados por un grupo de autores citados por [Alvarado & Blanco \(2021\)](#), el paulatino envejecimiento de la fuerza productiva, que pone en peligro la cultura cocotera de la región.

CONCLUSIONES

- Los métodos actuales identificados a nivel internacional para las labores de poda y cosecha del cocotero son similares: manual y semimecanizado e implican al hombre como ejecutor final con el auxilio de diversas herramientas de corte.
- El método semimecanizado es cualitativamente superior al manual en cuanto a capacidad y/o seguridad de ejecución de la labor; pero resulta el más costoso, con la desventaja de su peso y complejidad constructiva para la agilidad en su traslado e instalación en la planta.

- En Cuba las labores de poda y cosecha del cocotero se realizan por métodos manuales y se ven afectadas por el envejecimiento de las fuerzas productivas.
- La solución de la mecanización completa de estas labores a través de la aplicación de nuevas tecnologías no ha alcanzado los niveles suficientes de desarrollo y conocimiento para su realización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrotendencia. (2021). *Cultivo de coco: Condiciones, cuánto produce y su cosecha*. Agrotendencia. <https://agrotendencia.tv/agropedia/cultivos/frutales/cultivo-de-coco/>
- Akshay, P., Santosh, M., Arunava, B., & Rajasree, S. (2016). Autonomous control and implementation of coconut tree climbing and harvesting robot. *Computer Science*, 85, 755-766, ISSN: 1877-0509, E-ISSN: 1877-0509.
- Alonso, M., Cueto, J., Santos, Y., Romero, W., LLauger, R., & Rohde, W. (2007). Variabilidad morfológica y molecular de una población de cocoteros verdes en la región de Baracoa. *Cultivos Tropicales*, 28(3), 69-75, ISSN: 1819-4087, Publisher: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.
- Alvarado, K., Blanco, A., Martín, J., Velásquez, Y., & Matos, K. (2013). Situación socio-tecnológica-productiva del cultivo del cocotero en Baracoa, Cuba. *Pastos y Forrajes*, 36(2), 252-261, ISSN: 0864-0394, Publisher: Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey.
- Alvarado, K., Blanco, Y., de la Noval Pons, B. M., & Martín, G. M. (2018). Propagación en vivero de cocos nucifera L. caso de estudio: Baracoa, *Cultivos Tropicales* 39(4), 92-101.
- Alvarado-Ruffo, K., & Blanco-Imbert, A. (2021). Problemas sociales de la ciencia y la tecnología en el cultivo del cocotero. Caso de estudio. *Hombre, Ciencia y Tecnología*, 25(4), 112-121, ISSN: 1028-0871.
- Coconut Knowledge Centre (CKC). (2016). *Coconut Handbook* (p. 186). CKC, 186pp. <https://coconuthandbook.tetrapak.com/chapter/harvesting-and-post-harvest-management>
- Fang, G., & Cheng, J. (2023). Advances in climbing robots for vertical structures in the past decade: A review. *Biomimetics*, 8(1), 47, ISSN: 2313-7673, Publisher: MDPI.
- FAO-FAOSTAT. (2022). *Crops*. FAO, Roma, Italia. Available at: https://www.wikiwand.com/en/List_of_countries_by_coconut_production
- Farrés, E., García, W., Rodríguez, A., & Placeres, A. (2001). *Como podar su frutal* (p. 21). Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT), La Habana, Cub.
- Hariskrishna, T., Pandey, V., & Harshavardhan, P. (2013). Design of climbing mechanism for a tree climbing robot. *International Journal of Mechanical Engineering and Research*, ISSN, 2249-0019.
- Harvesting of Fruits from Tall Trees. (2013). *Farm Machinery and Equipment-II*. Farm Machinery. <http://ecoursesonline.iasri.res.in/mod/page/view.php?id=125414>
- Jaikumaran, U., Joseph, S., Preman, P., Unnikrishnan, C., Jitha, K., & Joseph, C. (2016). Design and development of sitting type coconut palm climbing device—"Kera Suraksha Coconut Climber". *Journal of Tropical Agriculture*, 54(2), 136-136, ISSN: 0973-5399.
- Kawahara, Y. (2017). *Colheita de coco: Um estudo para a mecanização*. [Dissertação (Mestrado)-Universidade de São Paulo, SP. Orientador: Dr ...]. 2017. Dissertação (Mestrado)-Universidade de São Paulo, SP. Orientador: Dr....
- MAG- El Salvador. (2011). *Guía técnica "El cultivo del cocotero"*. Dirección general de sanidad vegetal. División de vigilancia y certificación de producción agrícola. Ministerio de la Agricultura, San Salvador, El Salvador.
- Mahesh, R., OnkarAnil, J., Sujit, C., & Narayan, G. (2019). Design and development of coconut tree climbing robot. *Novateur Publications IJIERT*, 85-87, ISSN: 2394-3696.
- Moyin-Jesu, E., & Ogochukwu, A. I. (2014). Comparative evaluation of different organic fertilizer effects on soil fertility, leaf chemical composition and growth performance of coconut (*Cocos nucifera*) seedlings. *Int J Plant Soil Sci*, 3(6), 737-750.
- Sethupathi, P., Srinidhi, E., & Kousick, K. R. (2020). Automatic Coconut Tree Climber with Expropriator, I and Exploring Engineering, Volumnternational. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 9, 1339-1344, ISSN: 2278-3075, DOI: <http://doi.org/10.35940/ijitee.D1900.039520>.
- Vieira, L. (2017). A modernização da produção brasileira de coco e a racionalidade do capital. *Ateliê Geográfico-Goiânia-GO*, 11(3), 235-254, ISSN: 1982-1956.

Orlando Cano-Estrella, Ing., Esp., Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, Carretera de Fontanar km 2 1/2, Reparto Abel Santamaría, Boyeros, La Habana, Cuba. Teléf.: (53) (7) 645-1731; 645-1353

El autor de este trabajo declara no presentar conflicto de intereses.

La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)