

ESTUDIO PRELIMINAR DE LA BIOLOGIA FLORAL DEL COCOTERO (*Cocos nucífera* L.) VAR. ALTO CARIBE VERDE

PRELIMINARY STUDY OF FLORAL BIOLOGY OF COCONUT-PALM (*Cocos nucífera* L.) CV. ALTO CARIBE VERDE

Carlos E. Cardona¹; José R. Hurtado² y Héctor A. Hurtado³

RESUMEN

El cocotero es una de las palmeras más cultivadas e importantes del mundo, es una especie altamente productora de grasa vegetal y fuente primaria de alimento, bebida y de abrigo. El principal producto exportable es la copra sin procesar seguido del coco desecado. La diversidad y potencialidad del coco contribuye de manera considerable al sector económico de los países productores. Dada su importancia como cultivo de subsistencia para pequeños productores y la carencia de semilla mejorada, en la finca "La Milena", municipio de Ciénaga de Oro, departamento de Córdoba, situado en zona de Bosque Seco Tropical, se estudió la biología floral del cocotero en plantas de la variedad Alto Caribe Verde. Mediante muestreo se hicieron las observaciones morfológicas y temporales relacionadas con la biología floral: Crecimiento y desarrollo de las inflorescencias, hábitos de floración; duración de las fases masculina y femenina, emisión foliar, emisión de espatas florales y la tasa de aborto de flores femeninas. Los resultados permitieron concluir que una planta adulta de cocotero de la variedad Alto Caribe Verde emite anualmente entre 14 y 18 espatas florales. En la inflorescencia, la fase femenina tiene una duración de 4 a 9 días y la masculina 11 a 26 días. El 46.13% de las flores femeninas abortan durante las primeras 6 semanas. Al caracterizar la floración se encontró mucha variación entre individuos en algunas características, tales como el número de flores femeninas por inflorescencia (espata floral) y el número de flores femeninas por raquídeo.

Palabras Claves: Espata, raquídeo, floración masculina y femenina.

ABSTRACT

Coconut it is one of the most cultivated palms in the world and is a source of plant oil, food, drink and coverage. The main coconut exporting product is the unprocessed solid endosperm followed by the dried one. Due to diversity and potentiality, coconut is an important component of the economy of producing countries. As a result of its importance for peasants and lack of improved varieties, the present research was done in the ranch "La Milena" located in the "Ciénaga de Oro" municipality, in the Córdoba Department. Ecologically the climate corresponds to tropical dry forest. The study focused on the floral biology of the variety Alto Caribe Verde; the variables evaluated were flowering habit, time to male and female flowering

¹Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Profesor Titular, Grupo de Investigación "Cultivos Tropicales de Clima Cálido" Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Córdoba. A.A. 354. E- mail:cacardona@edatel.net.co. Montería, Córdoba, Colombia.

²Ingeniero Agrónomo (Q.E.P.D.). Profesor Titular, Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Córdoba.

³Ingeniero Agrónomo. Asistente Técnico particular.

and growth and development, leaf growth, time to spathe emission and flower abortion. The results showed that the variety produces between 14-18 floral spathe a year, the time for female flowering was 4 to 9 days and the time to male flowering was 11 to 26 days. There was a high variability among individuals with respect to number of female flowers per spathe and number of female flowers per spikelet.

Key Words: Spathe, spikelet, male and female flowering.

INTRODUCCION

El cocotero es, básicamente, un cultivo de subsistencia para los pequeños productores de este renglón agrícola, los cuales constituyen el 90% de los cocotaleros del mundo; además, es una especie que puede ser explotada económicamente en zonas marginales para otros renglones agrícolas, y es una de las especies de plantas que mayores beneficios presta al hombre de los litorales, especialmente como fuente importante de ingresos económicos y constituyente básico de su alimentación (Hurtado, 1998).

La carencia de semilla mejorada ha sido calificada como uno de los problemas que limita el desarrollo del cultivo del cocotero en Colombia, siendo ello quizás el factor más determinante de los bajos rendimientos en el país. Para superar ese limitante, se recomienda el uso de semilla híbrida (Bastidas, 1999).

El país está en mora de producir sus propios híbridos para abastecer sus necesidades de resiembra en las aproximadamente 15.000 Ha existentes y, nuevas siembras en las 100.000 Ha potencialmente aptas localizadas a lo largo de las zonas costeras e interior donde el cultivo crece favorablemente en estado, algunas veces, casi silvestre, ya que el cultivo en el país es de baja tecnología, no obstante tener una producción deficitaria y grandes posibilidades de exportación de sus productos (Hurtado, 1998).

A escala mundial la superficie cultivada de cocotero asciende a 10.7 millones de Ha con una producción de 53.5 millones de Ton y un rendimiento medio de 4.9 Ton Ha⁻¹, destacándose el continente asiático con el 83.5% de la superficie cultivada. En Colombia la producción es aproximadamente de 110.000

Ton y el rendimiento se estima en 8.2 Ton Ha⁻¹ (FAO, 2004).

El conocimiento de la biología floral del cocotero y, en general, de la botánica y morfología de cualquier cultivo, es de primordial importancia para afrontar actividades relacionadas con el mejoramiento y fisiología de los cultivos, ya que cambios aparentemente insignificantes pueden representar avances extraordinarios en el mejoramiento genético de cualquier especie (Bastidas, 1999).

La biología reproductiva implica el conocimiento de los aspectos morfológicos, fisiológicos y genéticos que determinan el comportamiento reproductivo sexual de una especie vegetal, permitiendo determinar la estructura floral, hábitos de polinización cruzada natural y el comportamiento de la especie como autógena, prevalentemente autógena o alógama, además determinar la composición genética de las poblaciones a libre polinización (Muñoz, 2002).

En Colombia no se han adelantado trabajos conducentes al conocimiento pleno de la biología floral de cocotero, aspecto básico en la producción de semilla mejorada de la que adolece el país. Referencias de trabajos previos relacionadas con el tema obedecen a revisiones de literatura que poco aportan a la realidad del cultivo bajo las condiciones nacionales (Hurtado, 1998).

Algunos estudios sobre biología floral en el cocotero han dado resultados contradictorios, esto puede atribuirse a diferencias de estación, variedad o ambiente. Los factores hereditarios determinan la primera floración, que ocurre en los cocoteranos enanos al tercer año y en los cultivares altos después del quinto (Hurtado, 1998).

Con respecto a lo que se conoce de la reproducción del cocotero, es una planta monoica, es decir, con los órganos sexuales en flores distintas pero sobre el mismo individuo. No obstante, las flores masculinas y femeninas están reunidas en la misma inflorescencia (Fremond *et al.*, 1969).

La inflorescencia del cocotero se compone de un espádice que aparece en las axilas de las hojas, cubierto por una espata superior, cóncava, coriácea, verde amarillenta en la parte externa que cae al abrirse la inflorescencia (Ohler, 1986).

En las variedades altas de cocotero, las flores pistiladas son receptivas cuando las estaminadas ya han caído, de modo que, por lo general, son de polinización cruzada. La excepción más notable se presenta en variedades enanas en las que los períodos de receptividad del estilo y de producción de polen coinciden en la mayor parte de su extensión. Puede ocurrir también polinización entre flores de la misma inflorescencia en los cocoteros altos, si los dos períodos no están bien separados, lo cual tiende a suceder en ciertas épocas del año, o entre inflorescencias de la misma planta, debido a la coincidencia en antesis entre dos inflorescencias consecutivas (León, 1979).

Esta investigación es un aporte al conocimiento de algunos aspectos de la biología floral del cocotero (*Cocos nucífera* L.) Var. Alto Caribe Verde bajo las condiciones del Sinú Medio, con el fin de mostrar su importancia, conocer características de la floración y dar solución a problemas relacionados con la reproducción, el mejoramiento y la fisiología de este cultivo.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se llevó a cabo en la finca "La Milena", municipio de Ciénaga de Oro (Departamento de Córdoba) situado a 8° 50' de latitud Norte y 75° 54' de longitud Oeste con respecto al meridiano de Greenwich, en zona de transición de Bosque Seco Tropical a Húmedo Tropical, con temperatura media de 28°C, humedad relativa de 80%, 1,200 mm de

precipitación anual y a una altitud de 20 m.s.n.m., durante los meses de enero de 2001 a enero de 2002.

Utilizando un muestreo aleatorio simple, se identificaron y marcaron 20 plantas de la variedad Alto Caribe Verde, de una edad aproximada de doce a quince años y distanciadas a 7 m en cuadro, sobre las cuales y con submuestreos de siete y nueve plantas, se hicieron las observaciones morfométricas y temporales relacionadas con la dinámica de floración. Se describió el crecimiento y desarrollo de las inflorescencias y la floración masculina y femenina, definiendo las siguientes etapas de desarrollo de las inflorescencias: emergencia de espatas florales, emisión de espatas florales, apertura de espatas florales, fase de floración masculina y fase de floración femenina.

A partir de material fresco, se tomaron registros morfométricos de las inflorescencias en cuanto a: longitud de la espata floral, diámetro de la espata floral, número de raquídeos por inflorescencia, número de flores masculinas por inflorescencia, número de flores femeninas por inflorescencia y aborto de las mismas.

Utilizando métodos estadísticos descriptivos se calculó para cada variable: rango y coeficiente de variación.

RESULTADOS Y DISCUSION

Etapas de desarrollo de la inflorescencia emisión de espatas florales. En un período de 316 días, el número de espatas florales emitidas por planta fluctuó entre 14 y 17 con un promedio de 15.71, lo que equivale a 1.5 espatas por mes (Tabla 1).

Según Ohler (1986) cada hoja tiene en su axila un esbozo floral, la cual dependiendo de las condiciones de clima y nutrición se convertirá o no en inflorescencia fructífera. Bajo las condiciones de clima y suelo donde se realizó el estudio, las palmas de cocotero pueden emitir más de una inflorescencia por mes y, por consiguiente, es de esperar que cada planta tendrá más de una inflorescencia en antesis en

cualquier época del año. Esto difiere con lo reportado por Rognon y De Nuce (1978) quien sostiene que sólo se presenta una antesis en cualquier época del año.

Emergencia de espatas florales. La emergencia de las espatas florales, desde que el ápice del espádice se hace visible hasta su emergencia total, tuvo una duración entre 8 y 43 días, con un promedio de 21.49 días y un coeficiente de variación de 25.6% (Tabla 1).

Se observa que esta característica es muy variable en las plantas 7, 10, 12, 17 y 20, mientras que en las plantas 14 y 16 la variación es menor del 20%. En una misma planta, una variación muy estrecha es precedida de una muy amplia. Es probable que el crecimiento y desarrollo de las flores, junto con la espata que las contiene, compitan por los fotoasimilados con los frutos en formación existentes y con las hojas en crecimiento. Además, en muchas especies de plantas ha sido demostrado que los efectos de la posición relativa de los frutos, el orden de

polinización y la competencia entre frutos son importantes (Grange, 1993).

Considerando en conjunto las etapas de desarrollo en la fase reproductiva del cocotero, el tiempo de emergencia de las espatas florales, reportado en el presente estudio, es relativamente corto, si se tiene en cuenta que, el primordio de inflorescencia puede ser detectado cerca de cuatro meses después que se ha diferenciado el primer primordio foliar; las flores masculina y femenina, 22 meses después y la apertura de la espata completamente desarrollada ocurre un año más tarde (IPGRI, 2004).

Apertura de espatas florales. El tiempo transcurrido entre la emergencia visible de las espatas y su apertura, varía entre 38 y 108 días con una media de 67.93 ± 17.35 días, presentándose mucha variación entre espatas de una misma planta y entre espatas de plantas distintas (Tabla 1).

Tabla 1. Tiempo de emisión, emergencia e inicio de apertura de las espatas florales de cocotero Var. Alto Caribe Verde.

Planta Nº	Nº de espatas	Emergencia de espatas (días)			Apertura de espatas (días)		
		Promedio	Rango	C.V (%)	Promedio	Rango	C.V (%)
7 *	15	21.93	14-33	26.44	90.45	44-108	20.22
10	17	19.63	13-28	26.79	64.71	51-81	11.60
12	14	20.85	14-28	26.61	51.58	40-61	14.32
14	15	22.76	18-28	18.14	81.64	75-93	6.55
16	15	22.00	18-25	11.81	62.00	41-74	13.24
17	17	23.69	14-43	29.84	47.25	38-61	13.54
20	17	19.87	8-35	34.57	81.00	74-92	7.92
MEDIA	15.71	21.49			67.93		
C.V (%)	7.96	25.59			25.54		

* Número de identificación de la planta muestreada

Justamente antes de la floración, la inflorescencia se presenta bajo la forma de una gran bráctea oblonga, o "espata" que encierra el espádice y las flores. La espata tiene ranuras longitudinales y es por una de ellas por donde se abre. Esta espata se denomina "interna" pues en la base se encuentra una espata "externa" de dimensiones más modestas (Ohler, 1986).

Fase de floración masculina. La duración de la fase masculina osciló entre 11 y 26 días, con

una media de 19.7 y un coeficiente de variación de 16.07% (Tabla 2).

Al respecto, la duración de la fase masculina, desde que se abre la primera flor hasta la caída de la última, varía de acuerdo a las condiciones climáticas y de la variedad sembrada, se registran duraciones para la variedad Alto Oeste Africano de 20.6 días, de 19.5 días para el material Enano Rojo Camerún y de 22.8 días para el Enano Verde Ecuatorial (Rognon, 1978).

Las flores masculinas son las primeras en abrir, comenzando por el extremo apical de cada raquídeo y continuando hacia la base del mismo. Después de cada apertura floral el polen es liberado y las flores masculinas sufren abscisión; el total del proceso toma justamente un día. La fase masculina, no obstante, toma cerca de 20 días pero puede variar de acuerdo con las condiciones climáticas y la variedad (IPGRI, 2004).

La emisión de polen dura por lo tanto aproximadamente tres semanas pero, en un momento dado, una pequeña parte de las flores está en antesis. Desde que la inflorescencia se abre, las cantidades máximas de polen viable se obtienen entre 2 y 4 días sobre las espiguitas de la parte distal; entre 6 y 8 días sobre la espiguitas de la parte media y entre 10 y 14 días sobre las espiguitas de la parte proximal. La antesis se inicia con la apertura de la flor y no sobrepasa las 24 horas. La flor se desprende al otro día de abrirse (Rognon, 1978).

Fase de floración femenina. La duración de la fase femenina osciló entre 4 y 9 días, con una media de 5.3 y un coeficiente de variación de 22.32% (Tabla 2). Otros estudios, en las variedades altas, muestran que el pistilo es receptivo por unos tres días y es normal que las flores pistiladas sean receptivas cuando las estaminadas ya han caído (León, 1979).

Una flor femenina permanece receptiva de 1 a 3 días. Dependiendo de las condiciones ambientales y de la variedad, la fase femenina puede comenzar unos pocos días después que la espata ha abierto y dura de 3 a 5 días en palmas altas y cerca de 8 a 15 días en palmas enanas. La duración de las fases masculina y femenina es afectada por las condiciones ambientales y usualmente no coinciden en el tiempo en las variedades altas, de tal manera que la autopolinización raramente ocurre (IPGRI, 2004).

Tabla 2. Duración de las fases de floración masculina y femenina del cocotero Var. Alto Caribe Verde.

Planta N°	Fase masculina (días)			Fase femenina (días)		
	Promedio	Rango	C.V (%)	Promedio	Rango	C.V (%)
7*	19.50	15-23	15.33	6.40	5-9	19.68
10	8.42	11-25	19.54	5.50	4-8	21.27
12	19.09	17-23	12.25	5.00	4-7	22.00
14	19.80	13-26	19.44	5.10	4-6	19.41
16	20.36	16-26	14.63	5.09	4-8	27.11
17	19.73	15-23	15.05	4.82	4-6	18.04
20	21.27	15-26	15.46	5.45	4-7	20.73
MEDIA	19.72			5.33		
C.V (%)	16.07			22.32		

* Número de identificación de la planta muestreada.

Características morfométricas de la inflorescencia

Longitud y diámetro de la espata floral o espádice. La longitud de la espata floral osciló entre 65 y 109 cm, con una media de 91.91 cm y un coeficiente de variación de 14.9%, mientras que el diámetro fluctuó entre 8.52 y 12.01 cm, con una media de 10.01 cm y un coeficiente de variación de 12.78% (Tabla 3). Al respecto, Fremond *et al.* (1969) estableció que la espata mide alrededor de 120 cm de largo y de 15 a 16 cm de diámetro

en su parte más ancha, valores más altos que los encontrados en este estudio.

La inflorescencia del cocotero esta incluida en una doble funda o espata, la estructura completa se conoce como espádice, la cual se origina en la axila de cada hoja (IPGRI, 2004). Refiriéndose a la espata floral, Ohler (1986) afirma que el espádice que está en su interior consta de un eje central de 0.5 a 1.5 m de largo, siendo además, muy ramificado.

Tabla 3. Longitud y diámetro de la espata floral o espádice del cocotero Var. Alto Caribe Verde.

Planta Nº	Longitud de la espata (cm)			Diámetro de la espata (cm)		
	Promedio	Rango	C.V (%)	Promedio	Rango	C.V (%)
7*	87-92	75-100	7.01	12.01	9.23- 13.69	10.64
10	91.79	82-100	6.34	9.55	8.99- 10.82	6.50
12	98.75	90-107	6.05	9.02	8.28- 9.54	3.46
14	98.17	93-102	4.68	9.17	8.28- 11.78	10.16
16	67.33	90-100	2.74	10.69	8.59- 11.79	7.77
17	102.75	96-109	3.76	8.52	8.28- 9.23	4.82
20	73.67	65-109	6.76	11.14	10.19- 11.78	4.71
MEDIA	91.91			10.01		
C.V (%)	14.87			12.78		

* Número de identificación de la planta muestreada.

Número de raquídeos por inflorescencia. El número de raquídeos por inflorescencia fluctuó entre 31 y 40 con una media de 34.7 raquídeos por inflorescencia y un coeficiente de variación de 10.23% (Tabla 4).

Cada rama de la espádice es un raquídeo, eje de la espiga que lleva en su base una o varias flores femeninas y numerosas flores masculinas encima. La disposición de las piezas florales, tanto en las flores masculinas como en las femeninas está de acuerdo con la organización ternaria de las monocotiledóneas (Fremond *et al.*, 1969).

Número de flores masculinas por raquídeo.

El número promedio de flores masculinas por raquídeo fluctúa entre 77 y 401, con una media de 229.6 y un coeficiente de variación de 18.2% (Tabla 4). Este valor se encuentra dentro de lo reportado por Ohler (1986), el cual es de 200 a 300 flores masculinas por raquídeo. Asimismo, el número estimado de flores masculinas por inflorescencia, a partir del número de flores masculinas por raquídeo, varía entre 4,245 y 11,422; con una media de 8,033 ± 2,279 flores y un coeficiente de variación de 28.4%.

Tabla 4. Número de raquídeos y número de flores masculinas por raquídeo del cocotero Var. Alto Caribe Verde

Planta Nº	Raquídeos	Flores masculinas		
		Promedio	Rango	C.V (%)
13*	40	285.55	147-383	19.30
1	33	215.33	157-274	16.64
4	37	271.76	179-372	18.21
3	36	286.31	185-401	23.18
19	40	164.62	77-225	19.89
2	31	136.94	104-173	15.10
6	32	217.44	158-268	15.25
18	32	210.90	152-276	14.77
11	32	277.72	179-375	18.36
MEDIA	34.77	229.60		
C.V (%)	10.23	18.17		

* Número de identificación de la planta muestreada.

Número de flores femeninas por inflorescencia. El número de flores femeninas por inflorescencia fluctuó entre 11 y 58; con una media de 25.4 ± 13.2 y un coeficiente de variación de 51.96 %, característica ésta muy variable entre los individuos observados (Tabla 5). Según Ohler (1986) el número de flores femeninas en el cocotero alto es de 20 a 40 por inflorescencia.

Es importante resaltar que los raquídeos, individualmente, presentaron entre 0 y 4 flores femeninas, siendo la moda 1. Así, el número de flores femeninas por raquídeo (o el número de flores femeninas por espádice) es una característica muy variable en el cocotero. Al respecto, Ohler (1986) anota que cada espiga o raquídeo (ramilla del espádice) puede tener una o varias flores femeninas.

A las 6 semanas post antesis el número de flores femeninas que persisten en la espata,

fluctuó entre 5 y 50, con una media de 13.68 ± 7.94 y un coeficiente de variación de 58.04 % (Tabla 5).

Por consiguiente, la caída de flores interpretada como aborto de las mismas ocurre durante las 6 primeras semanas y alcanza un 43.96% del total de flores femeninas, valor cercano al registrado en otros estudios que reportan, bajo condiciones naturales de polinización, un 50-70% de aborto de flores, especialmente cuando éstas emergen durante tiempo severamente seco (IPGRI, 2004).

Como puede colegirse, estas características son muy variables entre plantas. Es posible que además de la constitución genética, variable entre los individuos, influya también las condiciones de clima y suelo, y el manejo que individualmente se le haya dado a cada planta en particular, previo al muestreo correspondiente al estudio.

Tabla 5. Número de flores femeninas por inflorescencia en antesis, a las seis semanas post-antesis y porcentaje de aborto de flores femeninas del cocotero Var. Alto Caribe Verde

Planta Nº	Número de flores en antesis	Número de flores 6 semanas post- antesis	Aborto de flores (%) (6 semanas post-antesis)
7*	45.88	27.67	39.71
10	25.89	10.44	59.66
12	16.67	9.22	44.67
14	17.67	11.11	37.11
16	13.33	9.33	30.00
17	18.22	11.22	38.41
20	40.11	16.78	58.17
MEDIA	25.40	13.68	43.96
C.V (%)	51.96	58.04	11.02

* Número de identificación de la planta muestreada.

CONCLUSIONES

- Bajo las condiciones del Sinú Medio una planta adulta de cocotero de la variedad Alto Caribe Verde, emite anualmente entre 14 y 18 espatas florales.
- Entre la emergencia visible de la espata y su apertura transcurren entre 38 y 108 días, con una media de 68 días, presentándose mucha variación entre espatas de una misma planta y entre espatas de plantas distintas.
- La duración de la fase masculina varía entre 11 y 26 días o unos 20 días en promedio.
- La duración de la fase femenina varía entre 4 y 9 días con un promedio de 5.3 días.
- El número de flores femeninas por inflorescencia fluctúa entre 11 y 58 con una media de 25, mientras que el de flores masculinas por inflorescencia es de 8,000, en promedio.
- La mayor caída de flores femeninas, interpretada como aborto, durante las 6 primeras semanas a partir de la apertura de la espata alcanza un 43.96% del total de flores femeninas por espata.

BIBLIOGRAFIA

- Bastidas, H. 1999. Producción de plantas híbridas naturales de cocotero. Corpoica, p.20
- FAOSTAT. 2004. <<http://apps.fao.org/faostat>>. [Accedido 20 diciembre de 2004].
- Fremont, Y.; Ziller, R. y De Nuce de Lamothe, M. 1969. El cocotero. Editorial Blume. Barcelona 6
- Grange, R. 1993. Crecimiento del fruto. En: Azcon-Bieto, J. y Talón, M. (Ed). Fisiología y Bioquímica Vegetal. Interamericana Mc Graw-Hill, Madrid, p.449-461.
- Hurtado, J. 1998. El cultivo de cocotero. Universidad de Córdoba, Montería, p.60
- IPGRI. 2004. Botany of the coconut palm. <www.ipgri.cgiar.org/publications/HTMLPublications>. [Accedido 20 diciembre de 2004].
- León, J. 1979. Datos Botánicos. Temas de Orientación Agropecuaria (TOA). Bogotá, 142:14-25.
- Muñoz, M. 2002. Biología floral y fisiología reproductiva en varias accesiones de pronto alivio: *Lippia alba* Mill. N. E. Brown. Universidad Nacional de Palmira, p.44
- Ohler, J. 1986. El Cocotero, Arbol de Vida. Producción y Protección Vegetal. Roma, Vol 57
- Rognon, F. y De Nuce De Lamothe, M. 1978. Harvesting, conditioning of pollen for the pollination of coconut seed gardens. Oleagineux 33(1):7-23