N°. 105
JUNIO-JULIO
2003

Ceniavances

Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite · Cenipalma ISSN - 0123-8353

Notas del Director

Los procesos fisiológicos de las plantas son ampliamente influenciados por las condiciones ambientales en las cuales se desarrolla. En la medida en que se conozca el desarrollo de estos procesos puede ser factible afectarlos, ya sea con base en las labores agronómicas o en las aplicaciones externas de hormonas u otros compuestos que inciden, retardan o aceleran su proceso.

El conocimiento de los procesos fisiológicos en la palma de aceite es casi nulo. Se desconoce cuál es su reacción metabólica cuando es afectada por insectos y enfermedades y cómo se afectan los procesos fisiológicos cuando hay exceso o deficiencia de precipitación, cambios bruscos de temperatura, etc. En muchas ocasiones, las bajas producciones de aceite que se presentan obedecen a condiciones ambientales que no se pueden controlar, pero tampoco sabemos cómo afectan, desde el punto de vista fisiológico o metabólico, a la planta. En la medida en que podamos conocer esos procesos metabólicos en detalle se podrán afectar, prevenir o corregir los desbalances metabólicos que se presenten por condiciones ambientales extremas.

Cenipalma trabajó a finales de la década de 1990 en la identificación de las poliaminas que pueden estar relacionadas con la presencia o ausencia de Pudrición de Cogollo. Hemos retomado este tema, por cuanto ya disponemos del personal capacitado y equipos indispensables para desarrollar la investigación. Estamos iniciando el análisis de las variaciones metabólicas de las plantas cuando son afectadas por enfermedades y plagas y esperamos, en el futuro próximo, estudiar los procesos fisiológicos de floración y fructificación. En este Ceniavances se presentan los resultados iniciales de un trabajo que se está haciendo sobre la identificación y cuantificación de las poliaminas que están relacionadas con la presencia de la pudrición de cogollo y cómo son influenciadas por la presencia de la enfermedad.

PEDRO LEÓN GÓMEZ CUERVO
Director Ejecutivo

Relación de las poliaminas con el complejo de pudrición de cogollo*

Figura 1. Método de aplicación de las soluciones de poliaminas. Perforación de la base peciolar (A). Detalle de la inyección de soluciones (B).

Introducción

El complejo de Pudrición de Cogollo (PC) es una enfermedad causada por *Thielaviopsis paradoxa*, que afecta los tejidos meristemáticos y del cogollo de la palma de aceite disminuyendo su rendimiento (Nieto, 1996). Esta enfermedad representa una gran amenaza para el cultivo y, en los últimos años, se ha intensificado especialmente en la Zona Oriental del país, agudizando las pérdidas debido a una disminución promedio de 28,6% en la producción de aceite por palma (Acevedo *et al.*, 2000).

Cenipalma desarrolla investigación aplicada con el fin de proponer recomendaciones de manejo para facilitar el control de la PC. Los resultados de esta investigación incluyen la caracterización de los síntomas, identificación del agente causal (Nieto, 1996), estudio de factores predispo-nentes (Munévar *et al.*, 2001) y medidas de manejo y control (Gómez *et al.*, 2000). Teniendo en cuenta que las palmas tienen la capacidad de recuperarse naturalmente al expulsar los tejidos dañados con la activación de la división celular y la orga-nogénesis, se ha planteado el manejo de la PC mediante la aplicación de reguladores del crecimiento vegetal.

En el presente Ceniavances se presentan los resultados del proyecto "Determinación del contenido endógeno de poliaminas y efecto de su aplicación exógena en relación con la pudrición de cogollo de la palma de aceite", el cual determinó si la ocurrencia de PC está relacionada, entre otros factores, con la presencia y variación de las poliaminas (PA) putrescina (Put), espermidina (Spd) y espermina (Spm) en la palma de aceite. Este trabajo se desarrolló en dos fases: en la primera, se determinó el contenido y variación endógena de PA presentes en la palma de aceite y en la segunda se evaluó el efecto en la prevención y/o recuperación de PC tras aplicaciones de PA en palmas de aceite (Fig.1).

Determinación de poliaminas en palma de aceite

Las PA afectan la actividad celular, modulan el crecimiento y el desarrollo y controlan algunas

*Cristina Mendoza Forero. Bióloga, *M.Sc.* Fisiología Vegetal. e-mail: cmendoza@ciencias.unal.edu.co
Pedro J. Rocha Salavarrieta. Biólogo, *Ph.D.* Inv. Titular, Cenipalma. Area de Fsiología y Fitomejoramiento. e-mail: pedro.rocha@cenipalma.org

respuestas al estrés (Mendoza y Rocha, 2002). Se ha determinado que ante el ataque de los patógenos, las plantas desencadenan cambios metabólicos que permiten la acumulación y/o variación del contenido de PA (Walters, 2000).

Para determinar la función fisiológica de las PA se han desarrollado métodos analíticos que permiten la identificación y cuantificación de sus niveles en los diferentes tejidos vegetales. Para los experimentos reportados aquí, se empleó la cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC) en fase reversa. La extracción y purificación de las PA presentes en las muestras vegetales para su análisis por HPLC, se realizó con las condiciones optimizadas según Mendoza (2003).

El contenido de PA se determinó en tejidos meristemáticos y del cogollo de palmas tipo ténera, material Unilever, en diferentes edades y estados fitosanitarios. Palmas de vivero (10 meses), sanas y con PC inicial (PCI) junto con palmas adultas (15 años), sanas, con PCI, PC avanzado (PCA) y en proceso de recuperación natural (REC) fueron empleadas en este estudio (Fig. 2). Debido a que en cada palma se tomaron muestras del tejido meristemático y del cogollo, fue necesario hacer un muestreo destructivo. Las palmas utilizadas para esta parte de la investigación fueron proporcionadas por la plantación Unipalma de los Llanos.

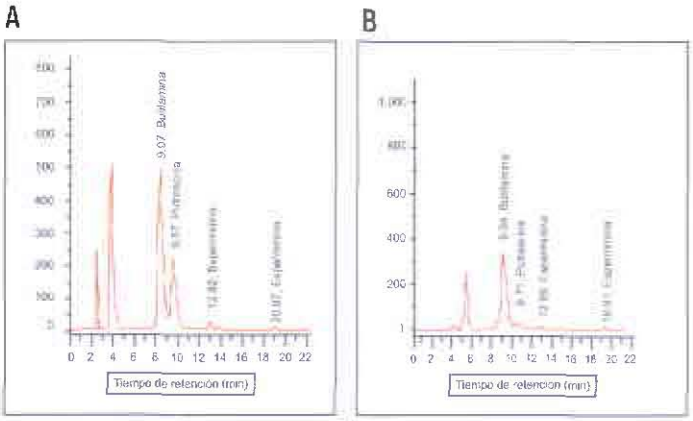

Figura 2. Perfil cromatográfico de las poliaminas presentes en el meristemo de una palma adulta sana (A) y con PCA (B)

Resultados

En todas las palmas analizadas se detectó la presencia de Put, Spd y Spm en los tejidos meristemáticos y del cogollo. Los perfiles cromatográficos de las PA en dos estados de desarrollo de la PC se presentan en la Fig. 2.

Entre el meristemo y el cogollo (tejidos con una función específica) se presentaron diferencias en las concentraciones de cada PA (Tabla 1). En el meristemo ocurre principalmente división celular para lo cual es esencial la Put, que se detectó en altas concentaciones (163 nmoles/gramo de peso fresco). En el cogollo se llevan a cabo procesos de diferenciación celular y morfogénesis, los cuales requieren Spd y Spm, cuyas concentraciones oscilaron entre 3 y 35 nomoles/gpf.

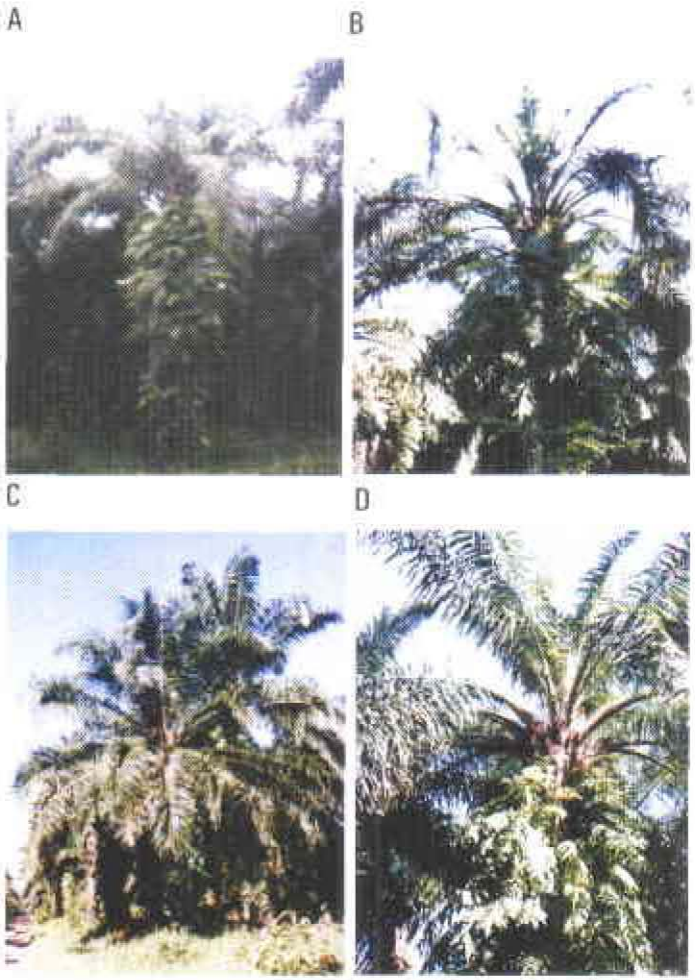

Figura 3. Estados sanitarios de las palmas evaluadas. Sana (A), PCI (B), PCA (C), REC (D)

Tabla 1. La concentración endógena de Put, Spd, Spm y PA totales (nmol/gpf) en el meristemo y el cogollo de la palma de aceite se altera debido a la pudrición de cogollo

Tejido	Edad	Vivero (10 meses)		Adultas (15 años)			
	Estado	Sana	PCI	Sana	PCI	PCA	REC
Meristemo	Put	41,6 f	56,6 f	163,1 a	63,2 e	44,8 f	81,1 d
	Spd	16,8 e	21,3 d	13,8 f	22,0 d	11.3 f	34,0 a
	Spm	1,8 h	4,3 g	6,2 e	7,4 d	4,1 g	15,1 a
	PA total	60,2 f	82,3 e	183,2 a	92,7 d	60,2 f	130,3 c
Cogollo	Put	45,2 f	67,2 c	95,6 c	71,0 e	43,6 f	108,1 b
	Spd	24,8 c	26,1 a	35,8 a	20,6 d	14,9 e	34,8 a
	Spm	4,0 g	6,8 d	12,2 b	7,2 d	5,3 f	9,3 c
	PA total	74,1 e	100,2 d	143,6 b	98,9 d	63,8 f	152,3 b

La pudrición de cogollo de la palma de aceite altera el contenido endógeno de PA en los tejidos meristemáticos y del cogollo. En las palmas adultas sanas y en estado de recuperación natural se presentaron altas concentraciones de PA totales (entre 130 y 183 nmoles/gpf), mientras que en las palmas con PC la concentración fue menor

(no superó los 98 nomoles/gpf). Esto sugiere que la incidencia de PC en la palma de aceite, se relaciona además de factores como las condiciones edafoclimáticas, con mecanismos desconocidos mediados por PA, las cuales actúan manteniendo el crecimiento y desarrollo y generando respuestas de las plantas ante el ataque de patógenos.

Efecto de la aplicación exógena de poliaminas

La relación entre el contenido endógeno de PA y el grado de desarrollo de PC, fue considerada como base para su utilización en la prevención y/o recuperación de las palmas afectadas por PC tras su aplicación exógena. La aplicación exógena de PA buscó elevar los niveles endógenos de PA de las palmas, para activar su crecimiento vegetativo y/o minimizar el daño causado por el estrés.

Se han realizado diversas investigaciones, tanto *in vitro* e *in vivo*, para conocer el efecto que tiene la aplicación exógena de PA en las diferentes estructuras de las plantas y para disminuir la deshidratación y la pérdida de electrolitos y mantener la viabilidad celular del las plantas sometidas a estrés. Por lo tanto, su uso surge como una posibilidad dentro de la búsqueda de nuevas alternativas para el manejo del PC de la palma de aceite en Colombia (Mendoza y Rocha, 2002).

Metodología

En la plantación Unipalma de los Llanos, sector Chaparral, se utilizaron palmas adultas de cuatro años, sanas, con PCI, PCA y REC. En este material se evaluó la aplicación de las PA (Put, Spd y Spm) en tres concentraciones diferentes, cada una (Mendoza, 2003). En 200 palmas se realizaron tres aplicaciones a intervalos de un mes.

Para aplicar las soluciones de PA, se realizó una perforación en la base peciolar de la hoja número 33 de tal manera que no se viera afectado el estípite de la palma, posteriormente se inyectaron 20 ml de la dosis respectiva (Fig. 1).

Tabla 2 Escala de evaluación del estado fitosanitario de las palmas (Adaptado de Acevedo *et al.*, 2000)

Estado	Descripción
PCI	Clorosis y necrosis leve de hojas y flechas
PCA	Daño profundo en cogollo
Inestable	Flechas deformes, hojas cortas con pudrición baja
Comienzo de REC	Hojas de 2 a 4.5 m con pudrición alta
Con buena REC	Hojas sanas hasta la número 9
En alta REC	Mínimo 12 hojas sanas
Sana	Mínimo 17 hojas sanas y producción de racimos

Con el fin de identificar el efecto de la aplicación de PA, seis meses después de la primera aplicación se evaluó el número de hojas producidas. Adicionalmente, durante este período se evaluó el estado fitosanitario de las palmas, según la escala del bajo Upía (Tabla 2) (Acevedo *et al.*, 2000). Con esta escala se determinó el porcentaje de palmas que se mantuvieron sanas y las que tuvieron buena y alta recuperación con cada uno de los tratamientos.

Resultados

En los diferentes estados fitosanitarios, se presentó una producción de hojas menor en las palmas que fueron inyectadas con agua (testigos). Los resultados obtenidos sugieren que las PA aplicadas exógenamente contribuyen a la inducción de procesos de división celular y organogénesis en el meristemo y el cogollo.

En las palmas sanas, las aplicaciones de Put 1000 µM y Spm 50 y 75 µM indujeron un aumento en la producción de hojas. Con las aplicaciones exógenas de Spd 50 y 100 µM, las palmas con PCI tuvieron una mayor producción de hojas. Las palmas con PCA incrementaron su producción de hojas con las aplicaciones exógenas de Spd 50 µM.

Evaluación del estado fitosanitario de las palmas

De acuerdo con la escala de evaluación (Tabla 3), durante los seis meses analizados se presentaron variaciones en el estado fitosanitario de las palmas, en las que influyeron las aplicaciones exógenas de PA, lo cual sugiere que estas moléculas inducen algún tipo de respuesta fisiológica que influye en la prevención y/o recuperación de las palmas afectadas por PC.

En las palmas sanas en las cuales no se desarrolló PC, las soluciones de PA Spd 50 µM, y Spm 75 µM (Tabla 3) indujeron algún tipo de mecanismo de resistencia. Este mecanismo se presentaría por la capacidad protectora y estabilizadora de las PA y de metabolitos secundarios derivados de estas (Walters, 2000). La capacidad protectora de las PA en situaciones de estrés biótico permite contrarrestar el ataque inicial de los patógenos, y en el caso de la palma de aceite impedir que el daño ocasionado por la PC en estado inicial afecte el meristemo.

En las palmas que presentaban PCI al momento de iniciar las aplicaciones, se evidenciaron síntomas de recuperación, principalmente con aplicaciones de Put 2000 µM y Spd 100 µM. Las palmas con PC avanzado se pueden recuperar naturalmente, sin embargo, en algunos casos las palmas permanecen con PC hasta dos años antes de presentar síntomas de recuperación (Nieto, 1996). En estas palmas, las aplicaciones de PA indujeron una mayor velocidad en la recuperación, llegando a ser muy alta con Put 2000 µM, Spd 50 µM y 100 µM y Spm 100 µM (Tabla 3). En este estado, el cogollo se encuentra altamente destruido y las PA actuarían direccionando los procesos de división celular en el meristemo y activando el crecimiento. De esta manera, la alta producción de flechas, aunque deformes, contribuye a que los tejidos afectados por PC vayan siendo expulsados de las palmas (Nieto, 1996). Así mismo, las PA estarían minimizando el estrés producido contra el ataque de fitopatógenos.

Tabla 3. Efecto de la aplicación de PA sobre el número de hojas y la prevención y/o recuperación de PC

TRAT	% mensual de palmas sanas 1	2	3	4	5	6	No. hojas
Put 1000	100	100	100	100	100	100	12
Spd 50	100	100	100	100	100	100	11,8
Spm 75	100	100	100	100	100	100	12
Testigo	100	100	100	60	60	60	10,6
TRAT	**% mensual de palmas con PCI recuperadas 1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**No. hojas**
Put 2000	0	0	0	40	20	100	7,2
Spd 100	0	20	20	40	80	100	9
Testigo	0	0	0	0	80	40	7,6
TRAT	**% mensual de palmas con PCA recuperadas 1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**No. hojas**
Put 500	0	0	0	20	60	100	5,6
Put 2000	0	0	0	20	60	100	6,2
Spd 50	0	0	0	80	80	100	8,6
Spd 200	0	0	0	0	80	100	6,2
Spm 50	0	0	20	60	60	100	6,8
Testigo	0	20	20	40	80	0	6,4

Conclusiones y consideraciones finales

Se desarrolló un sistema de aplicación, perforando la base peciolar de las palmas (Fig. 1). Este sistema no ocasionó lesiones permanentes en las palmas y éstas manifestaron algún tipo de respuesta con esta aplicación.

En palmas sanas, la aplicación exógena de Put, Spd y Spm previno el desarrollo de PC. En las palmas afectadas por PC, aunque presentaron la capacidad de recuperarse naturalmente, las aplicaciones de estas poliaminas aceleraron este proceso.

La respuesta a las aplicaciones de PA fue diferente de acuerdo con el estado fitosanitario de las palmas (Tabla 3), presentándose una prevención en las palmas sanas (con Put 1000 µM, Spd 50 mM y Spm 75 µM). En las palmas afectadas por PCI se presentó una mayor recuperación con aplicaciones de Put 2000 µM y Spd 100 µM. En palmas con PCA se presentó recuperación cuando se aplicaron Put 500 µM y 2000 µM, Spd 50 µM y 200 µM y Spm 50 µM. Estas aplicaciones contribuyeron al control de la PC en palma de aceite, previniendo su aparición o acelerando el proceso de recuperación.

En la presente investigación se evalúo la concentración y el efecto de las poliaminas en relación con la pudrición de cogollo, sin embargo es necesario evaluar su efecto en los diferentes procesos fisiológicos de la palma de aceite como germinación, floración y desarrollo del fruto y producción de aceite.

Agradecimientos

Los autores agradecen la valiosa colaboración de la plantación Unipalma de los Llanos, especialmente a su gerente, Luis Eduardo Betancourt, y al jefe de producción, Martín Amézquita, por todo el apoyo logístico prestado. Así mismo a Marcelo Torres y Jary Rodríguez de Cenipalma por su apoyo en la plantación. La investigación de Cenipalma es apoyada por el Fondo de Fomento Palmero.

Bibliografía

ACEVEDO N.; BURITICÁ P.; GARCÍA J.; GALVIS N. 2000. Valoración económica de las pérdidas en aceite generadas por la pudrición de cogollo en los Llanos Orientales. Palmas 21(2): 53 –62.

GÓMEZ P.; AYALA L.; MUNÉVAR F. 2002. Characteristics and management of bud rot, a disease of oil palm. In: Pushparajah (Ed.). Plantation Tree Crops: in the new millennium: the way ahead. Vol. 1. The Incorporated Society of Planters. Kuala Lumpur. 545 – 553.

MENDOZA C.; ROCHA P. 2002. Poliaminas: reguladores del crecimiento con múltiples efectos en las plantas. Palmas 23 (4): 39 – 46.

MENDOZA C. 2003. Determinación del contenido endógeno de poliaminas y efecto de su aplicación exógena en relación con la pudrición de cogollo de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.). Tesis de Maestría en Ciencias Agrarias: Área de Fisiología de Cultivos. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia.

MUNÉVAR F.; ACOSTA A.; GÓMEZ P. 2001. Factores edáficos asociados con la pudrición de cogollo de la palma de aceite en Colombia. Palmas 22(2): 9 – 19.

NIETO LE. 1996. Síntomas e identificación del agente causal del complejo de pudrición del cogollo de la palma de aceite, *Elaeis guineensis* Jacq. Palmas 17 (2): 57 – 60.

WALTERS DR. 2000. Polyamines in plant – microbe interactions. Physiological and Molecular Plant Pathology 57: 137 – 146.

cenipalma

Director: **Pedro León Gómez Cuervo**
Revisión de textos: **Comité de Publicaciones de Cenipalma**
Coordinación Editorial: **Oficina de Prensa de Fedepalma**
Diseño y Diagramación: **Briceño Gráfico**
Impresión: **Molher Ltda. Impresores**

Esta publicación contó con el apoyo del
Fondo de Fomento Palmero