

Relación entre la saturación de Al, Mg, K y la tasa de crecimiento de la pudrición de cogollo de la palma de aceite en la Zona Oriental colombiana

Relationship Between Saturation of Al, Mg, K and Incidence of Bud Rot in Oil Palm at East Region of Colombia

AUTORES

José Álvaro Cristancho R.

Investigador Auxiliar – Cenipalma
alvaro.cristancho@cenipalma.org

Carlos Enrique Castilla C.

Investigador – Corpoica

Maricela Rojas Mosquera

Ingeniera Agrónoma – Indupalma

Fernando Munevar Martínez

Investigador Titular – Cenipalma

José Humberto Silva Ch.

Investigador Auxiliar – Cenipalma

Palabras CLAVE

Saturación de aluminio,
Enfermedades de plantas,
Pudrición de cogollo

Saturation aluminum,
Disease of plants, Bud rots

Recibido: 2 marzo 2007
Aprobado: 2 agosto 2007

Resumen

La Pudrición de Cogollo es una enfermedad que afecta a la mayoría de los materiales sembrados de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) y en todas las edades del cultivo. Aunque en los Llanos Orientales la enfermedad no es de carácter letal, se ha convertido en uno de los principales limitantes económicos del cultivo, ya que la incidencia acumulada ha llegado a niveles superiores del 90% en corto tiempo y los lotes afectados permanecen improductivos por varios años. Se adelantó un estudio para determinar si en la subregión de San Carlos de Guaroa, ubicada al sur del Meta, y donde el cultivo es igualmente importante, se presentan asociaciones similares a las encontradas en Cumaral y el Bajo Úpía entre las características del suelo y la enfermedad. El estudio se realizó en 111,5 hectáreas de la plantación Los Araguatos, en la cual la enfermedad se encontraba en la etapa de mayor progreso. Mediante estudios epidemiológicos, se estableció la dinámica de la enfermedad a través del tiempo (junio de 1999 a diciembre de 2004) y en el espacio. Se estudiaron las propiedades físicas y químicas del primer horizonte del suelo, mediante un muestreo sistemático en cuadrícula fija, en donde cada cuadrante representaba 1,27 hectáreas. Se estableció el grado de asociación entre la tasa de crecimiento de la enfermedad y cada una de las variables edáficas evaluadas, por medio de análisis de componentes principales y modelos de regresión lineal múltiple *Stepwise*. Los suelos se agruparon en cinco subgrupos taxonómicos y se encontró que entre ellos la tasa de crecimiento de la enfermedad fue diferente; las menores tasas de progreso de la enfermedad se encontraron en un Oxic Dystrudept y las mayores en un Aquic Dystrudept. Entre las propiedades químicas más relacionadas con la tasa de crecimiento de la enfermedad, se encontró la saturación de aluminio (Al), con una relación lineal positiva ($R^2 = 0,60$). Como otros parámetros asociados, se hallaron la saturación de Mg y de K, cuya relación con la tasa de crecimiento de Pudrición de Cogollo se describió por regresiones lineales negativas (R^2 de 0,97 y 0,80 respectivamente). Los resultados ratifican las relaciones entre el suelo y el progreso de la enfermedad que se han encontrado por el mismo grupo de investigación en otras áreas de los Llanos Orientales.

Summary

Bud Rot is a disease affecting most of the oil palm materials planted (*Elaeis guineensis* Jacq.) no matter the palm's age. In spite of the fact that in the Llanos Orientales, the disease is not of lethal nature, it has indeed become a serious economic constraint for this crop given the accumulated incidence has achieved levels of more than 90% in a short period of time and affected plots remain unproductive for many years. A study was conducted to help determine if the sub-region of San Carlos, located south of the Department of Meta and where the crop is as important as in other regions, presents similar conditions to those found in Cumaral and Bajo Upía with respect to soil conditions and disease. The mentioned study was carried out in 111.5 hectares of Los Araguatos plantation where the disease was at the highest progressive stage. The disease's dynamics was established through time (June 1999 to December 2004) and in space by means of epidemiological studies. The physical and chemical characteristics of the first soil horizon were studied, by means of a systematic sample in a fixed grid, each quadrant representing 1.27 hectares. The Stepwise multiple linear regression models and the analysis of major components were used to establish the degree of association between the disease's growth rate and each one of the assessed edaphic variables. The soils were grouped in five taxonomic sub-groups and the disease growth rate was found to be different among them; the lowest disease progress rates were found in an Oxic Dystrudept and the highest ones in an Aquic Dystrudept. Aluminum (Al) saturation was found to be one of the properties highly related to disease growth rate with a positive linear relationship ($R^2 = 0,60$). Mg and K saturation were other parameters found that were highly related to Bud Rot growth rate, which were described by negative linear regressions (R^2 of 0.97 and 0.80 respectively). These results confirm the relationships between the soil and the disease progress found by the same research group in other areas of the Llanos Orientales.



Introducción

La enfermedad Pudrición de Cogollo (PC) en la Zona Oriental colombiana es un disturbio cuyo agente causal ha sido atribuido al hongo *Thielaviopsis paradoxa* (Nieto, 1996). Esta enfermedad se presentó por primera vez en los Llanos Orientales en el municipio de Cumaral, departamento del Meta y en el municipio de Villanueva, departamento de Casanare (Gómez *et al.*, 1995). La PC afecta a todos los tipos de materiales sembrados y en todas las edades. Aunque no es de carácter letal, se ha convertido en uno de los principales limitantes económicos del cultivo de palma de aceite en esta zona, ya que la incidencia acumulada ha llegado a estar alrededor del 90% después de seis a ocho años de aparecer la enfermedad; adicionalmente, los lotes afectados permanecen parcialmente improductivos por varios años (Nieto, 1996).

De manera consistente en los cultivos localizados en Cumaral (Meta) y el Bajo Upía (Meta y Casanare) se ha

encontrado que algunos parámetros físicos del suelo como la textura arcillosa en la superficie, la compactación, la baja porosidad, la conductividad hidráulica lenta y la alta humedad, propician el desarrollo de la enfermedad. De igual forma, se ha observado que la baja disponibilidad de los nutrientes y el desbalance de estos ya sea en el suelo o en la planta, propician la enfermedad (Munévar *et al.*, 2001).

Por consiguiente, labores agronómicas como el cincelado y la siembra en bancales que favorecen la aireación del suelo mejoran en forma sostenible las condiciones físicas, el desarrollo del cultivo y mitigan el impacto de PC. Aproximadamente, después de cinco años, comienza una nueva onda de la epidemia en la Zona Oriental (Acosta *et al.*, 1995), pero a diferencia de la primera, se centra en el municipio de San Carlos de Guaroa, donde prevalecen las terrazas aluviales dominadas por relieves planos y ondulaciones suaves con vegetación de sabana (Kleinheisterkamp y Ha-



bish 1985) y en donde se presenta la PC de manera similar en sitios mal y bien drenados. Acorde con lo anterior, Cenipalma a mediados del año 2004 propuso adelantar una investigación tendiente a establecer si existía relación entre las condiciones edáficas y la dinámica de la enfermedad Pudrición de Cogollo en la plantación Los Araguatos en el municipio de San Carlos de Guaroa, dominada por suelos bien drenados y en donde inició la enfermedad en 1999.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en la plantación Los Araguatos, perteneciente a Palmeros Colombianos S.A., ubicada en el municipio de San Carlos de Guaroa, departamento del Meta (altura de 220 m.s.n.m., latitud 3° 43' 00" N y longitud 73° 15' 00" O) caracterizada por una precipitación media anual de 2.200 mm año⁻¹, luminosidad media de 1.718 horas sol año⁻¹, temperatura media de 29 °C y humedad relativa de 79,8 %. El área total de la plantación es de 532 hectáreas distribuida en 22 lotes. Para el presente estudio, se escogieron tres lotes contiguos 7, 20 y 21, representativos de suelos de altillanura plana y en los cuales se encuentran las variaciones típicas de la zona. El material de estudio fue Montelibano (*Deli x Nigeria*) sembrado en 1985 y 1987 (Tabla 1).

Se analizó la información correspondiente al período comprendido entre 1999 – 2004, cuando se registraron las primeras palmas afectadas por PC hasta los casos reportados a 31 de diciembre del 2004. A partir de los registros fitosanitarios disponibles, se verificó la ubicación de cada una de las palmas en campo y su estado sanitario, determinando así en forma individual, el grado de afección. A todas las palmas (sanas y enfermas) les fueron asignadas coordenadas planas y se generaron mapas, todo con la finalidad de observar la distribución en el espacio y en el tiempo de la enfermedad, en este proceso se utilizó el software "Surfer 8".

Para establecer la posible relación entre la tasa de crecimiento de la enfermedad y las características físicas y químicas del suelo, se inició con una caracterización del perfil de suelo de 0 -30 cm de profundidad, cada 5 líneas, cada 5 palmas; incluyendo criterios tales como la textura al tacto, el color, la presencia de moteados, las diferencias visibles en la pendiente del terreno y en la vegetación. Con estos parámetros se identificaron los principales subgrupos de suelos y en cada uno de éstos se caracterizó un perfil modal a un metro de profundidad.

Posteriormente, se realizó un muestreo en cuadrícula fija de 180 m x 70,85 m, compuesta por una población entre 100 y 200 palmas por cuadrante (Figura 1). En el centro de cada cuadrante se tomaron muestras de suelo conformadas por seis submuestras cercanas al sitio designado tanto en el plato como en la calle de no tráfico (Figura 2), excepto en el lote 20 donde sólo se recolectaron muestras en la calle de no tráfico, con un total de 117 muestras.

En cada cuadrante se determinó la incidencia mensual de PC y luego la incidencia acumulada desde los primeros casos de afección (año 1999) hasta los reportados a 31 de diciembre de 2004. Con esta información, se realizó una regresión lineal por cuadrante y se determinó la pendiente. Se descartaron los cuadrantes con una población menor de 100 palmas.

La caracterización de los parámetros físicos y químicos, tales como: textura, densidad aparente, resistencia a la penetración, pH, capacidad de intercambio catiónico, carbono orgánico, materia orgánica, bases intercambiables (K, Ca, Mg, Na), aluminio intercambiable, P, S, B y elementos menores (Fe, Cu, Mn y Zn); se efectuó a una profundidad de 0 – 15 cm (Figura 2). Para la determinación de la densidad aparente se empleó el método del cilindro de volumen conocido, la medición de la resistencia a la penetración se realizó con un penetrómetro de anillo modelo CN – 970, las características químicas de los suelos se determinaron

Tabla 1. Descripción de los lotes estudiados

Lote	Área (hectáreas)	Número de palmas	Año siembra	Material	Base genética
7	20	3.182	1985	Montelibano	Deli x Nigeria
20	59	8.935	1987	Montelibano	Deli x Nigeria
21	32.5	4.906	1987	Montelibano	Deli x Nigeria

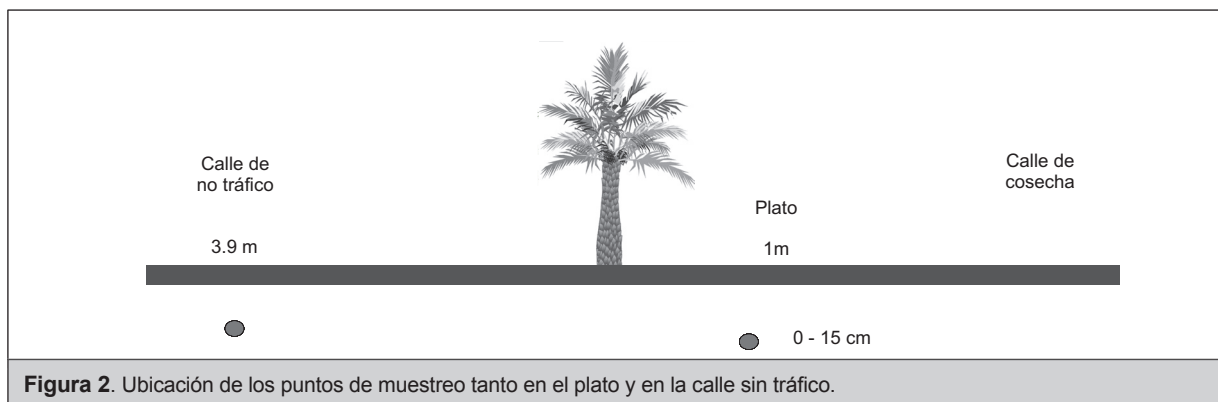
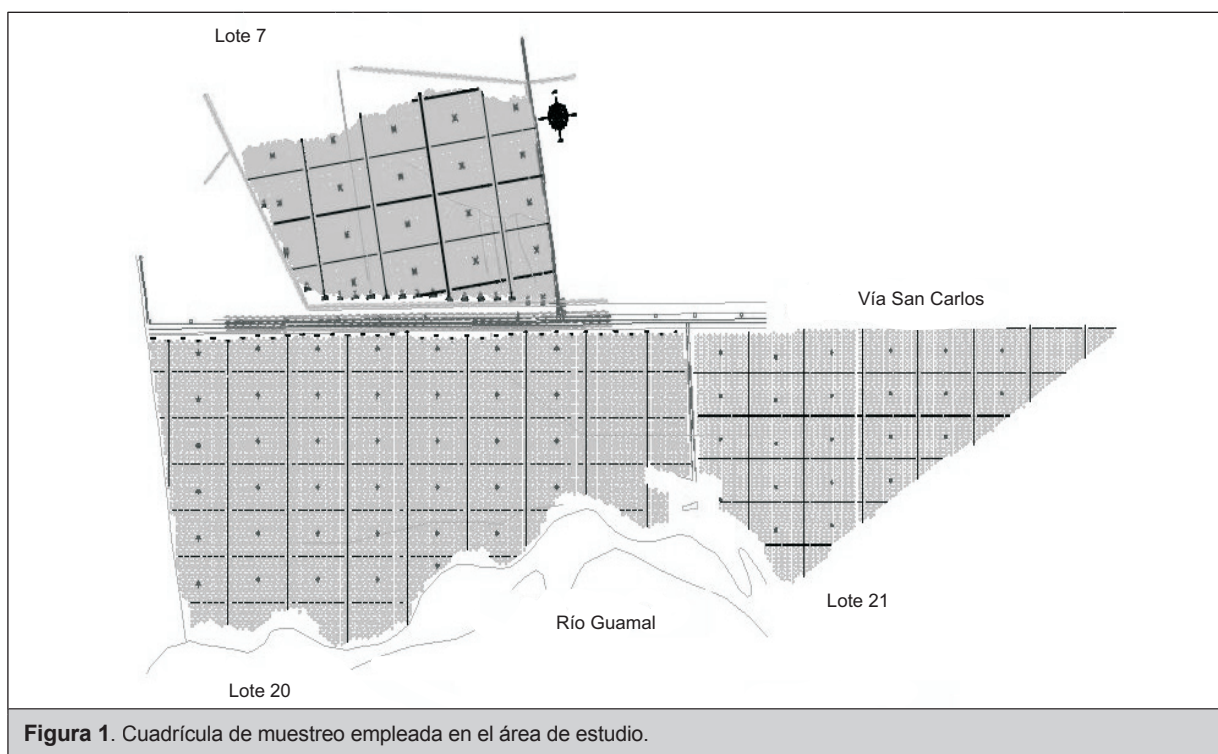
con las metodologías empleadas en el laboratorio de análisis de suelos de Cenipalma.

Para conocer la relación entre las variables del suelo y la tasa de crecimiento de PC, se empleó el análisis de componentes principales y luego se utilizaron modelos de regresión lineal múltiple “stepwise”, entre la tasa de crecimiento de la enfermedad como variable dependiente y las características físicas y químicas seleccionadas en el análisis de componentes principales, como variables independientes. Para la aplicación de estos dos modelos estadísticos se utilizó el software statistix 8.0.

Resultados y discusión

Patrón de distribución de las palmas enfermas por PC

Aunque el objetivo de este estudio no fue la descripción epidemiológica de la enfermedad, se hizo necesario determinar la ubicación espacial de los casos de PC en los lotes estudiados, lo cual permitió establecer el patrón de distribución y la incidencia de la enfermedad desde el año de inicio, hasta diciembre de 2004. Para efectos ilustrativos se mostrarán los mapas de palmas sanas y enfermas correspondientes a los años 1999, 2002, 2003 y 2004 (Figuras 3 a 6).



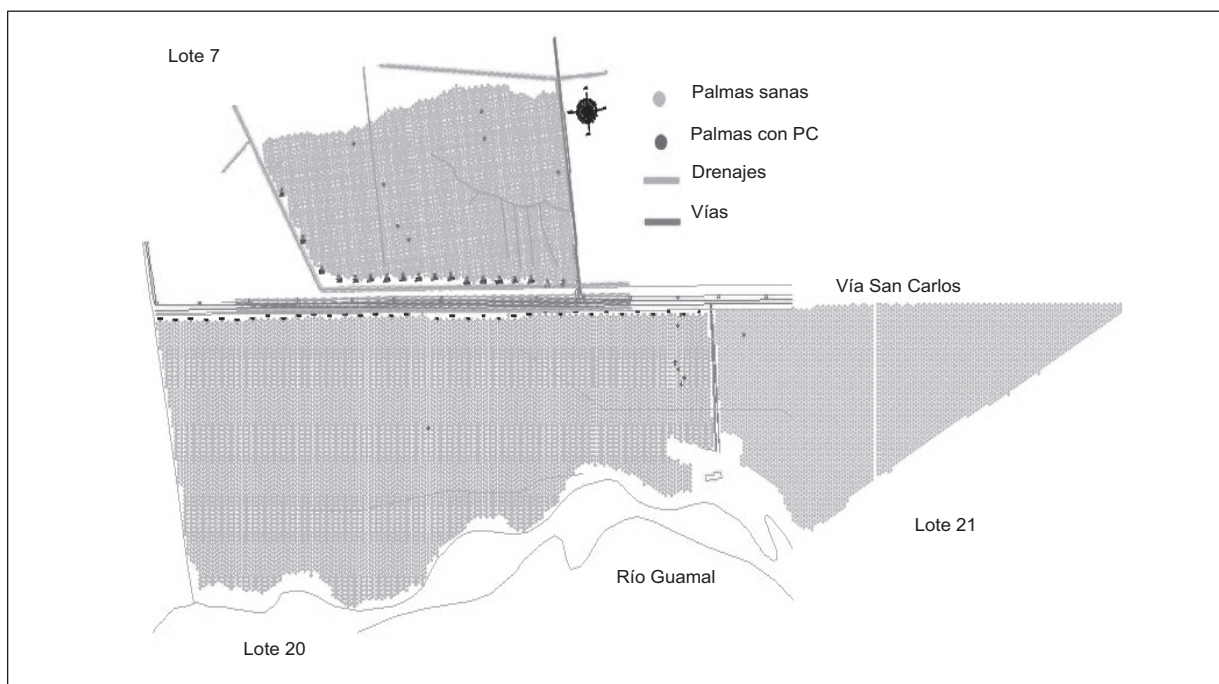


Figura 3. Distribución de palmas sanas y enfermas en PC en 1999.

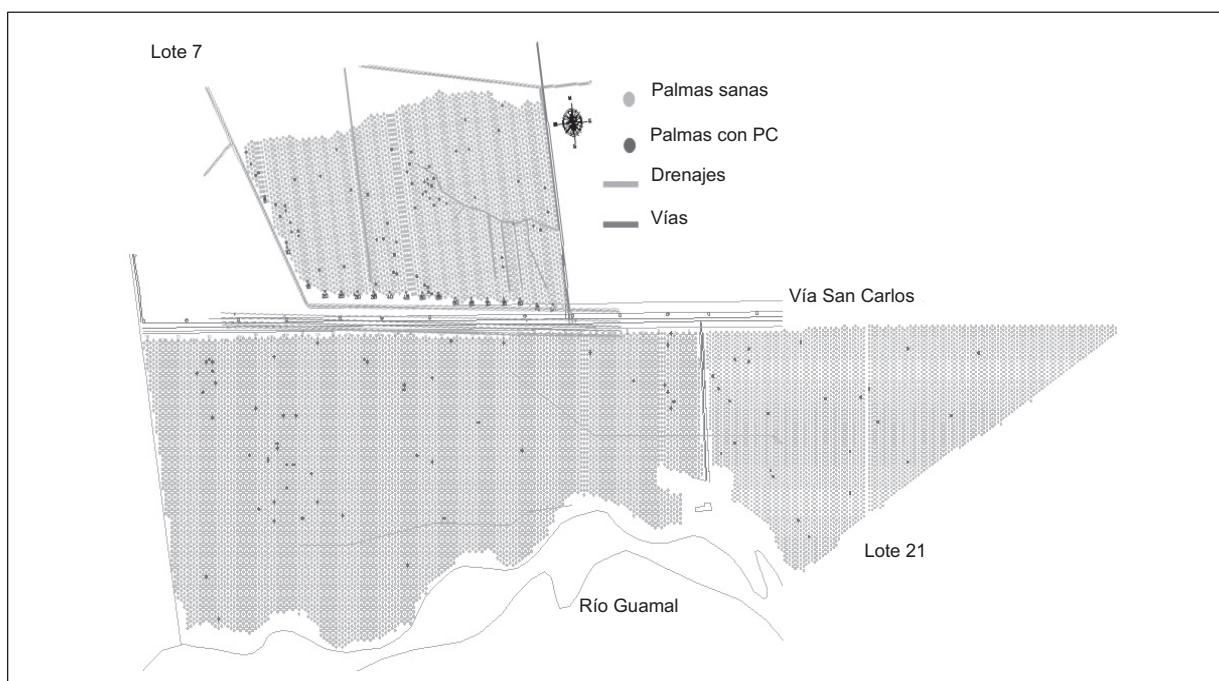


Figura 4. Distribución de palmas sanas y enfermas en PC en 2002.

La enfermedad tuvo un aumento significativo en 2002 para el lote 7, y un año después ocurrió lo mismo en los lotes 20 y 21. Este patrón de desarrollo de la enfermedad sigue una curva de tipo sigmoideal similar a la descrita para la epidemia, ocurrida en la subregión

de Cumaral y en donde se identificaron tres fases de incidencia de la enfermedad: inicialmente hay una fase de establecimiento, con tasas lentas de crecimiento por períodos hasta de cuatro años y en donde la distribución de los casos es al azar; posteriormente, se

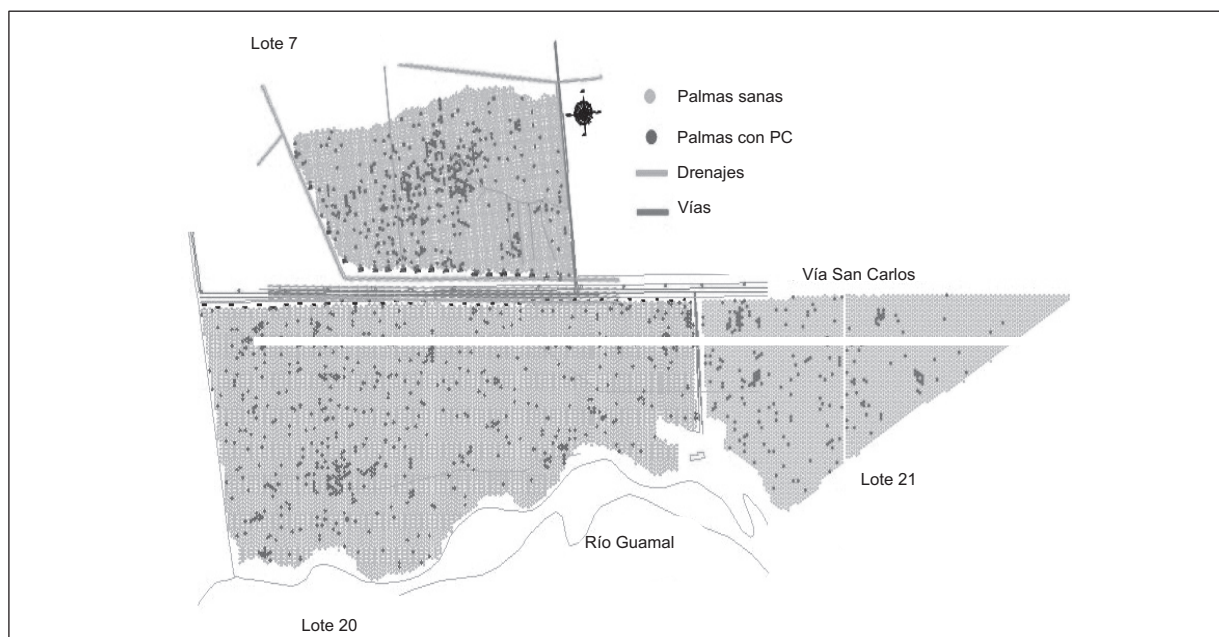


Figura 5. Distribución de palmas sanas y enfermas en PC en 2003.

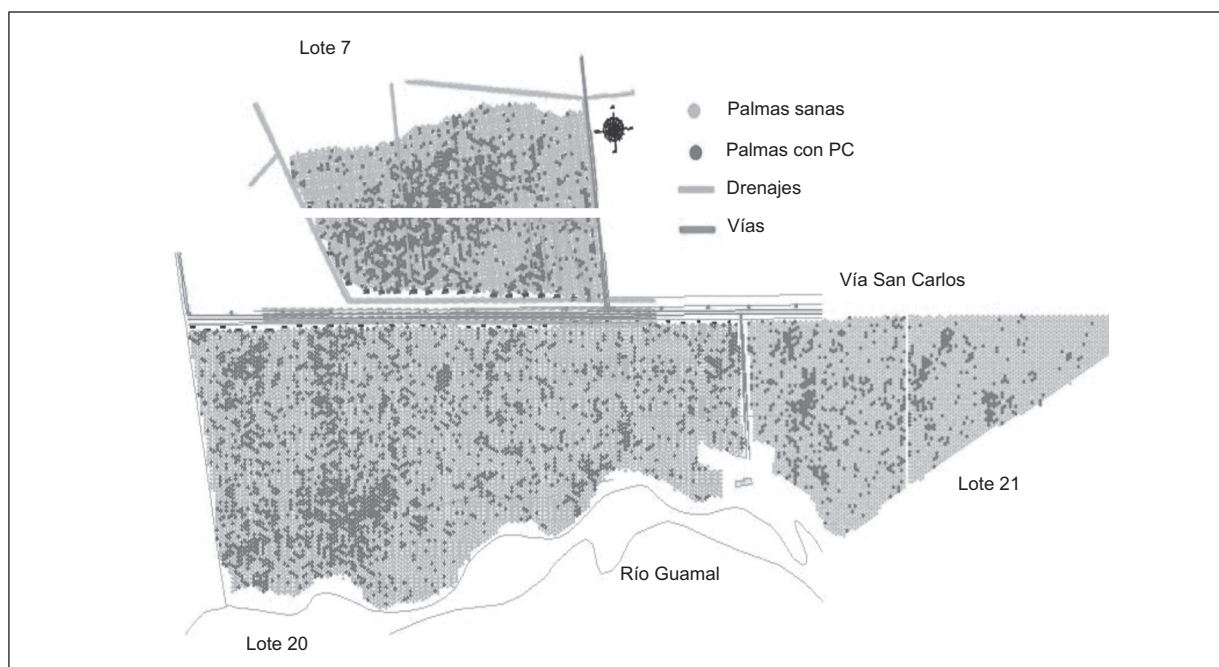


Figura 6. Distribución de palmas sanas y enfermas en PC en 2004.

presenta la fase exponencial, que puede durar entre seis meses y tres años, donde se presentan focos de agregación; y, finalmente, un período de estabilización (Acosta *et al.*, 1996, Santacruz *et al.*, 2004). Este patrón de comportamiento fue reportado en otras plantaciones en la misma área geográfica de San Carlos de Guaroa (Ruiz *et al.*, 2006). Los tres lotes estudiados

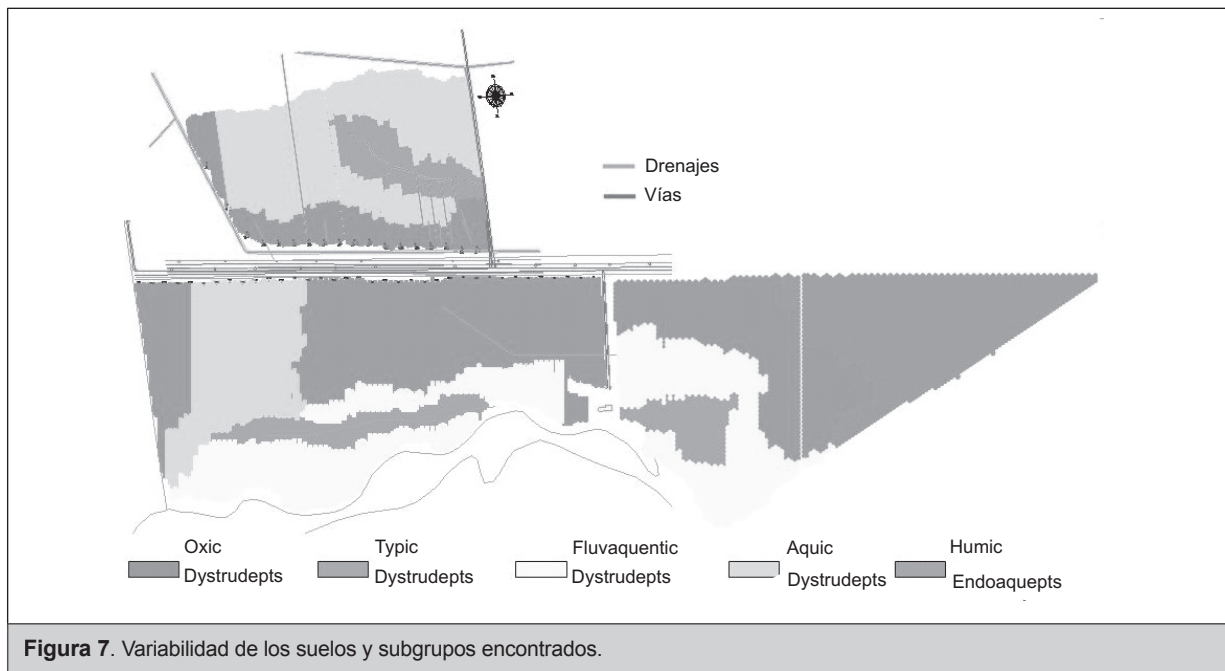
estuvieron al final de 2004 en la fase exponencial del disturbio y se observó una disminución acentuada en la producción (Tabla 2).

Caracterización de suelos

En el área de estudio se identificaron cinco subgrupos de suelos (Figura 7), los cuales se asociaron en gran

**Tabla 2.** Incidencia acumulada de PC y rendimiento de fruto en los lotes 7, 20 y 21, desde 1999 hasta 2004

Año	Lote 7		Lote 20		Lote 21	
	Incidencia acumulada (%)	Rendimiento t ha ⁻¹ año ⁻¹	Incidencia acumulada (%)	Rendimiento t ha ⁻¹ año ⁻¹	Incidencia acumulada (%)	Rendimiento t ha ⁻¹ año ⁻¹
1999	0,20	19,53	0,08	17,01	0,02	18,38
2000	0,35	19,12	0,09	18,86	0,08	18,59
2001	0,50	18,31	0,15	17,72	0,14	18,11
2002	2,02	17,11	0,5	16,26	0,49	16,57
2003	12,31	10,67	6,61	12,5	4,49	12,80
2004	32,39	8,02	26,33	9,84	15,00	10,05

**Figura 7.** Variabilidad de los suelos y subgrupos encontrados.

parte con las formaciones vegetales naturales de los Llanos Orientales. De igual forma, y empleando fotografías aéreas cercanas al año de establecimiento de los lotes, la distribución de los suelos se relaciona con geoformas identificables como antiguos cauces, meandros abandonados y planos de inundación de quebradas (Figuras 7 y 8).

En los cinco subgrupos de suelos encontrados, se observa que existe variación en los perfiles de los suelos, desde perfiles bien drenados con condiciones de humedad por un período normal de tiempo, caracterizados por colores rojos y amarillos brillantes, profundos, sin restricciones físicas en las posiciones altas (Oxic Dystrudepts) (Soil survey staff, 2006), hasta perfiles mal drenados, con niveles freáticos superficiales, con evidencia de condiciones de reducción en todo el perfil y con formación de concreciones de

hierro y manganeso (Humic Endoaquepts), ambas condiciones restrictivas para el desarrollo del sistema de raíces (Foy, 1984) (Figura 8). Los cinco subgrupos de suelos se describen en una secuencia topográfica idealizada predominante del área plana y con diferencias de altura no mayores a 2 metros (Figura 9).

En la Tabla 3 se consigna un resumen de la información de las propiedades físicas y químicas hallada en cada subgrupo de suelo en la calle de no tráfico.

En general, los resultados encontrados para los diferentes subgrupos de suelos muestran valores bajos de P y de las bases (Ca, Mg y K), y valores altos de la saturación de Al, Mn y Fe, los cuales son característicos de suelos ácidos. La densidad aparente muestra un rango amplio de variación que va desde 1,16 a 1,53 g cm⁻³, debido a la alta variabilidad encontrada en el área estudiada.

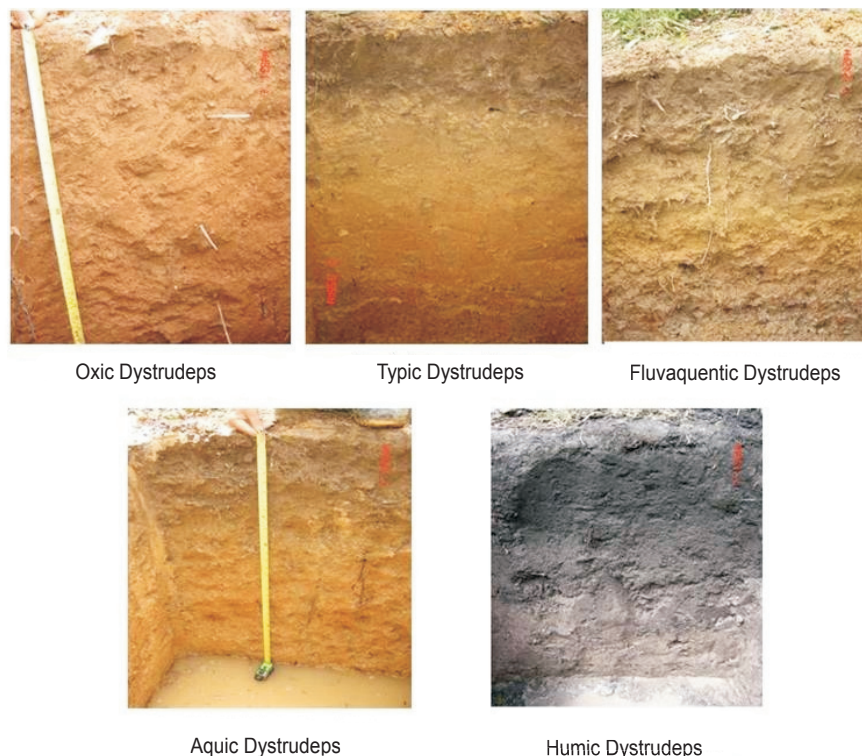


Figura 8. Perfil característico de cada subgrupo de suelo.

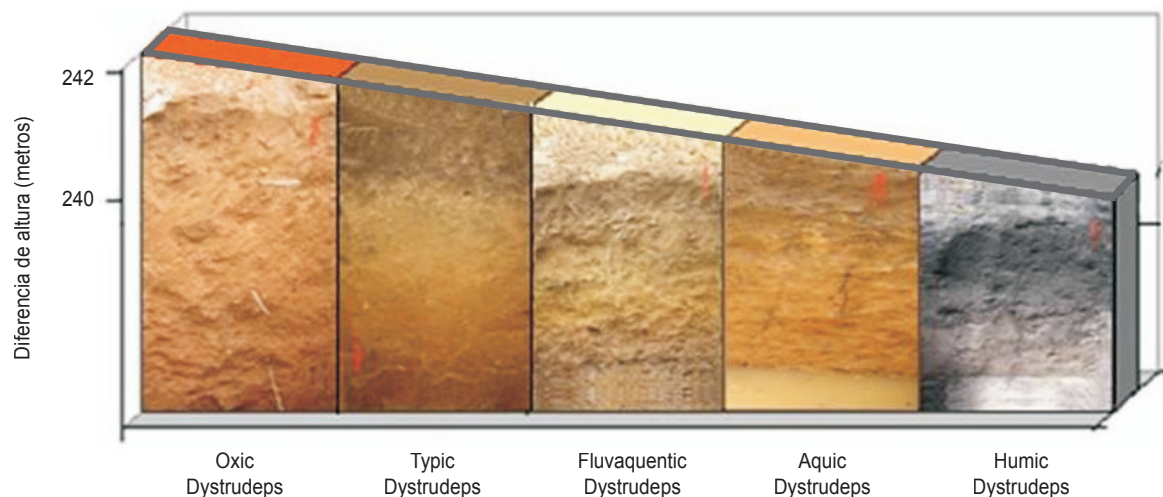


Figura 9. Perfil característico de cada subgrupo de suelo.

Comportamiento de la incidencia de PC en cada subgrupo de suelo

La tasa de crecimiento de la enfermedad se calculó para cada subgrupo de suelo con base en la incidencia mensual acumulada. Algunos suelos presentaron

condiciones más favorables para el desarrollo de la enfermedad, como es el caso de los subgrupos de suelos Aquic Dystrudept y Humic Endoaquept, mientras que en otros subgrupos de suelos, la tasa de crecimiento de PC es más baja, como en el caso de los Typic, los Fluvaquentic, y Oxic Dystrudept (Figura 10).

**Tabla 3.** Características físicas y químicas de los subgrupos del primero horizonte de suelo

Parámetro	Oxic Dystrudepts	Typic Dystrudepts	Fluvaquentic Dystrudepts	Aquic Dystrudepts	Humic Endoaquepts	Nivel óptimo (Munévar, 2001)
Arcilla (%)	35,24	38,80	33,42	34,49	33,45	
pH	4,57	4,56	4,53	4,50	4,51	5
Mat. Orgánica (g kg ⁻¹)	28,30	29,40	29,30	36,90	39,80	40
K (cmol kg ⁻¹)	0,32	0,33	0,27	0,23	0,24	0,4
Sat. K (%)	12,03	11,03	10,64	7,70	7,53	6
Ca (cmol kg ⁻¹)	0,51	0,69	0,42	0,65	0,62	
Sat. Ca (%)	19,16	23,12	16,16	22,13	20,03	40
Mg (cmol kg ⁻¹)	0,17	0,24	0,16	0,14	0,16	0,3
Sat. Mg (%)	6,51	8,22	6,19	4,66	5,12	20
Al (cmol kg ⁻¹)	1,55	1,65	1,70	1,80	2,08	
Sat. Al (%)	59,91	55,59	63,48	62,32	65,39	<30
P (mg kg ⁻¹)	1,09	2,63	1,40	2,03	4,98	20
Fe (mg kg ⁻¹)	72,48	70,34	62,41	69,91	44,99	30
Ca/Mg	4,16	2,92	3,38	5,06	3,95	2 : 1
Densidad aparente(g cm ⁻³)	1,49	1,32	1,53	1,40	1,16	

Relación entre las características edáficas y la tasa de crecimiento de PC

Inicialmente se realizó el análisis de componentes principales, sin tener en cuenta los subgrupos de suelos, con el objeto de identificar las variables de mayor asociación con la enfermedad y luego se llevó a cabo un análisis de regresión lineal múltiple con el método stepwise, incluyendo todos los cuadrantes de los tres lotes estudiados. Los resultados indicaron un bajo nivel de asociación entre las diferentes características del suelo con el desarrollo de la enfermedad.

Luego, se llevó a cabo el análisis por subgrupo de suelo y posición de muestreo. Cuando se efectuó el análisis

para la zona del plato no se encontró ninguna variable asociada, ya que todas ellas presentaron un valor de P mayor a 0,05; esto puede deberse a que el volumen de suelo del plato no representa las condiciones generales del volumen de suelo explorado por el sistema de raíces del cultivo, debido a los métodos de aplicación de fertilizantes usado por la plantación, los cuales generan gradientes de acumulación de nutrientes y desbalance entre estos. En contraste, en la zona de la calle de no tráfico, que representa en conjunto con la calle de cosecha aproximadamente el 82% del área total del cultivo y las cuales comparten similares condiciones, se identificaron factores particulares asociados con PC para cada subgrupo de suelo (Tabla 4).

Tabla 4. Parámetros edáficos asociados con PC en cada subgrupo de suelo

Parámetro	Oxic Dystrudepts	Typic Dystrudepts	Fluvaquentic Dystrudepts	Aquic Dystrudepts	Humic Endoaquepts
Densidad aparente					X
Arcilla (%)		X		X	
CICE (cm ol kg ⁻¹)			X	X	X
P(mg kg ⁻¹)			X	X	X
Sat. De Mg (%)	X		X	X	X
B (mg kg ⁻¹)		X			
Fe (mg kg ⁻¹)	X				X
Cu (mg kg ⁻¹)	X		X		
Sat. de Al (%)	X	X	X	X	X
K (cmol kg ⁻¹)	X	X	X	X	
Ca/K	X	X			

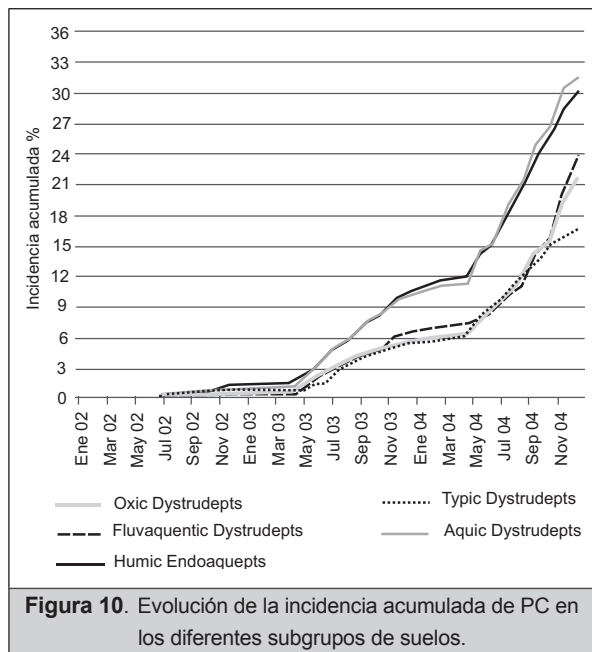


Figura 10. Evolución de la incidencia acumulada de PC en los diferentes subgrupos de suelos.

La saturación de aluminio es el parámetro en común para todos los subgrupos de suelos asociados con PC, seguido por el Potasio y la saturación de Mg, en último lugar se encuentra la densidad aparente y el B que se encuentran asociados solamente con un tipo de suelo (Tabla 4).

Una vez analizadas las tendencias por tipo de suelo, se evaluaron los patrones de comportamiento generalizado entre los cinco subgrupos, utilizando los valores medios de cada parámetro para cada suelo y la tasa de crecimiento de la enfermedad. Es de resaltar que de esta forma se integran no sólo las variables químicas y sus relaciones, sino la posición topográfica y su efecto sobre las relaciones hídricas, así no se hayan detectado diferencias estadísticas cuando los datos fueron analizados como un conjunto total.

Las tendencias agronómicas encontradas son de gran importancia para generar recomendaciones de manejo agronómico que minimicen el daño causado por PC (Figura 11).

Con base en los niveles óptimos propuestos para la interpretación de análisis de suelos para palma de aceite (Munévar, 2001) es evidente en el caso del Mg y el K (expresado en valores absolutos o en porcentaje de saturación) que en la medida en que los niveles

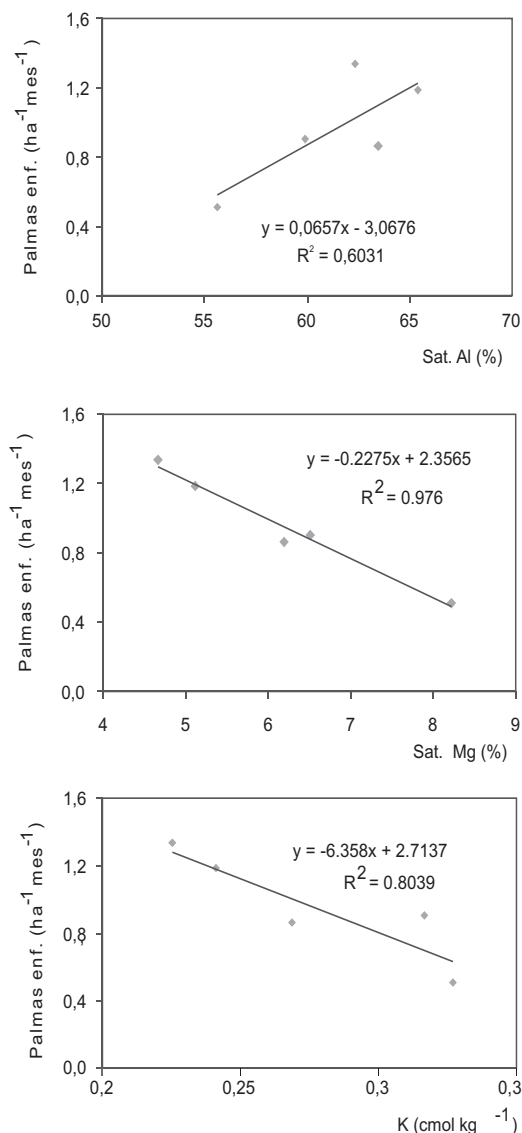


Figura 11. Evolución de la incidencia acumulada de PC en los diferentes subgrupos de suelos.

están más cerca del valor óptimo, la incidencia de PC tiende a ser menor. Para el caso de la saturación de aluminio, en la medida que el suelo presenta menor saturación, la tasa de crecimiento de la enfermedad es menor. Los anteriores comportamientos permiten visualizar la importancia de mantener balanceado los nutrientes del suelo, teniendo en cuenta los niveles de referencia sugeridos. Munévar (2004) comenta que, por lo general, un suministro balanceado de nutrientes, que asegure un crecimiento vegetal óptimo, también es adecuado para lograr resistencia a las enfermedades.



Conclusiones

- Los suelos se agruparon en cinco subgrupos taxonómicos y se encontró que entre ellos la tasa de crecimiento de la enfermedad se comportó de manera diferente.
- Las menores tasas de progreso de la enfermedad se encontraron en un Oxic Dystrudept y las mayores en un Aquic Dystrudept.
- Entre de las propiedades químicas más relacionadas en los cinco suelos, con la tasa de crecimiento de la enfermedad, se encontró la saturación de Aluminio (Al) con una relación lineal positiva (R^2 de 0,60); esto indica que en la medida en que los niveles de saturación de Al se incrementan, la tasa de crecimiento de PC es mayor.
- La saturación de Mg y la saturación de K edáfico también estuvieron asociados con la tasa de

crecimiento de PC, cuyo comportamiento se pudo describir por sendas regresiones lineales negativas (R^2 de 0,97 y 0,80 respectivamente). En la medida en que los valores de estos parámetros tendieron a los niveles que se tienen como óptimos para el cultivo, la tasa de crecimiento de la enfermedad disminuyó.

- En general, los resultados ratifican las relaciones entre el suelo y el progreso de la enfermedad, encontrado por el mismo grupo de investigación en otras áreas de los Llanos Orientales.

Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos a la plantación Palmeros Colombianos S.A. y al Fondo de Fomento Palmero administrado por Fedepalma por la financiación recibida para esta investigación.

Bibliografía

- Acosta G, A; Gómez C, PL; Vargas, JR. 1996. Factores físicos de los suelos y su influencia en la predisposición a la Pudrición de Cogollo de la palma de aceite en Colombia. *Palmas* (Colombia) 17 (1):71-79.
- Foy, CD. 1984. Physiological effects of hydrogen, aluminum, and manganese toxicities in acid soil. *Plant Physiology Institute*. USDA: 57 – 86.]
- Gómez C, PL. 1995. Estado actual de la investigación sobre la Pudrición de Cogollo. *Palmas* (Colombia) 16 (1): 6 -28.
- Kleinheisterkamp I; Habish G. 1985. Estudio Biológico y Técnico, sistemas de producción pecuaria extensiva; Brasil, Colombia, Venezuela: 25 -36.
- Munévar M, F; Acosta G, A; Gómez C, PL. 2001. Factores edáficos asociados con la Pudrición de Cogollo de la palma de aceite en Colombia. *Palmas* (Colombia) 22 (2): 9-19.
- Munévar M, F. 2001. Fertilización de la palma de aceite para obtener altos rendimientos. *Palmas* (Colombia) 22 (4): 9-17.
- Munévar M, F. 2004. Relación entre la nutrición y las enfermedades de las plantas. *Palmas* (Colombia) 25 (especial, tomo II): 171-178.
- Nieto P, LE; Gómez C, PL; Lozano T, C. 1996. Identificación y reproducción del complejo Pudrición de Cogollo de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) *Palmas* (Colombia) 22 (1): 63-68.
- Nieto P, L. 1992. Síntomas y evolución del complejo Pudrición de Cogollo de la palma de aceite en los Llanos Orientales de Colombia. *Palmas* (Colombia). 13 (2): 67-74.
- Ruiz M, JE; Tovar M, JP, Torres T, E; Ávila, M. 2006. Uso de herramientas epidemiológicas para determinar la influencia de condiciones del suelo y prácticas agronómicas sobre la incidencia y recuperación de la enfermedad Pudrición del Cogollo (PC) en la Zona Oriental. *Ceniavances* (Colombia) 135: 1-4.
- Santacruz A, L; Zambrano R, J; Amezcua, M. 2004. Comportamiento de la Pudrición de Cogollo en la Zona Oriental de Colombia. *Palmas* (Colombia) 25 (especial, tomo II): 220-231.
- Soil survey staff. 2006. *Keys to soil taxonomy*, United States Departmental of Agriculture, natural resources conservation service: 159 y 235.