

Valoración económica de las pérdidas en aceite generadas por la Pudrición de Cogollo en los Llanos Orientales de Colombia*

Economic evaluation of oil losses
generated by the Bud Rot in the Eastern Planes of Colombia

Néstor José Acevedo Araque 1; Pablo Buritica Céspedes 2; Jesús Alberto García Nuñez 3; Norberto Galvis Duque 4

RESUMEN

La enfermedad más limitante de la palma de aceite en los Llanos Orientales de Colombia es la Pudrición de Cogollo, que afecta el rendimiento de racimos de fruta fresca. A partir de la escala de recuperación establecida para este complejo patológico en la zona del Bajo Upía, se realizaron análisis de racimos en seis tratamientos distintos, encontrándose diferencias estadísticas para la mayoría de sus componentes, incluyendo la tasa de extracción de aceite y el porcentaje de ácidos grasos libres. Con las diferencias halladas y empleando los registros de palmas afectadas por cada estado se calcularon las pérdidas para cada uno de ellos.

SUMMARY

The Bud Rot is the most serious oil palm diseases in the Eastern part of Colombia. Its effect is evident on the yield reduction, expressed in tonnes of fresh fruit bunches per hectare. Using the different grades to measure the diseases stages in the affected palms, the bunches under six different treatments were studied and analyzed. Statistical differences for oil extraction rate and fatty free acids percentage were obtained. The statistical differences were projected to commercial yield and expressed in economic terms.

PALABRAS CLAVES: Pudrición de Cogollo, TEA, Ácidos grasos libres, Pérdidas, Rendimiento, Palma de aceite, Aceite de palma, Racimo.

INTRODUCCIÓN

La rentabilidad y expansión del cultivo de la palma de aceite en Colombia se ha alcanzado, entre otras cosas, por los ingresos netos obtenidos por los productores, por la disponibilidad de áreas óptimas y abundantes y por la ausencia de barreras de

importancia en la producción agronómica, especialmente, plagas y enfermedades.

Los rendimientos alcanzados son un reflejo de lo anterior; por ejemplo, en los Llanos Orientales, 26,24

*Aparte de la Tesis presentada por el autor principal para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

¹ Ing. Agrónomo Universidad Nacional de Colombia, Medellín. e-mail: njaceved@perseus.unalmed.edu.co

² Ing. Agrónomo Ph.D. Profesor Titular, Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
e-mail:gsvunal@perseus.unalmed.edu.co

³ Ing. Sanitario. Área Procesos y Usos Cenipalma. A.A. 252171, Santafé de Bogotá, Colombia

⁴ Ing. Mecánico. Director Planta Extractora Palmas del Casanare, Villanueva - Casanare

toneladas de racimos de fruta fresca (RFF) por hectárea por año (1994), y tasas de extracción de aceite (TEA) de 24,17% promedio anual (1995).

De las cuatro regiones palmeras que se han caracterizado en el país, la de mayor crecimiento y desarrollo es la Zona Oriental (Llanos Orientales), donde las proyecciones de expansión son inmejorables. Sin embargo, han aparecido fenómenos patológicos que en diversa proporción afectan los cultivos y su rendimiento; comprometiendo la producción total, expresada en toneladas de RFF y la producción de aceite por hectárea.

A partir de información preliminar obtenida por Henríquez (1999) al comparar los análisis de racimos provenientes de palmas sanas y enfermas se proyectó el análisis de racimos provenientes de plantas con diferente grado de afección por la Pudrición de Cogollo (PC) y su efecto sobre el contenido de aceite.

La información ha permitido ajustar la escala de calificación de los estados de PC, cuantificar el porcentaje de aceite expresado por la tasa de extracción y el contenido de ácidos grasos libres, para, finalmente, estimar el efecto económico que está generando la PC en la Zona Oriental.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en la plantación Palmas del Casanare, ubicada en el municipio de Villanueva (Casanare) a una altura de 400 m.s.n.m., precipitación de 2.400 mm promedio/año, humedad relativa del 85% y temperatura media de 27°C.

Se trabajó con el material genético Tenera Costa Rica, cuya siembra de plantío se realizó en 1989.

Los racimos objeto del análisis se cosecharon de dos lotes continuos (E20 y E21) en la plantación, y de esta forma se garantizó igual manejo agronómico, especialmente riego y fertilización, efectos climáticos similares y baja variabilidad del suelo (discontinuidad litológica). El área de muestreo y/o cosecha de racimos se realizó en 45,8 hectáreas.

⁵ Palmas del Casanare. Comunicación personal.

Diariamente se cosecharon 2-3 racimos dependiendo de la disponibilidad de los mismos y de la frecuencia de corte o ciclos de cosecha en la plantación (11-13 días). Antes de tomar las muestras (racimos) se procedió a evaluar el estado fitosanitario en que se encontraba la palma, utilizando la escala que de forma empírica es empleada en campo, en todas las plantaciones de palma de aceite ubicadas en la zona del Bajo Upía. La escala se caracteriza por los siguientes parámetros:

1. Inestable

- a) Pudrición baja. Emisión de ñocos.
- b) Pudrición baja, ñocos y/o hojas de más de 2 m de longitud (puede haber amarillamiento)

2. En recuperación

- a) Pudrición alta en flecha. Hojas de más de 4 m de longitud.
- b) Pudrición alta en flecha y amarillamiento. Hojas de más de 4 m de longitud.

3. En buena recuperación

- a) Hojas sanas hasta la número 12.
- b) Hojas sanas hasta la número 12 (puede haber amarillamiento).

4. Alta recuperación

- a) Palmas con más de 12 hojas sanas (puede haber hoja ligeramente corta).
- b) Palmas con más de 12 hojas sanas e inflorescencias o racimos por encima del nivel de daño.

A esta escala de evaluación, y como producto de experiencia en este trabajo, se adicionaron dos estados más, el primero sin disturbio (Palma aparentemente sana), considerado el testigo; segundo correspondió a palmas con características de PC inicial o mejor catalogado como eviden

(Palma sin reporte anterior de la enfermedad), es decir amarillamiento en el paquete de flechas y presencia de algunos folíolos quemados. Se consideró emplear el término "aparentemente sana" para designar al testigo, debido a la alta incidencia de la enfermedad en la región. Acorde con las sugerencias hechas por Tailliez et al. (1996) y Sterling (1997), en relación con la influencia que ejerce el clima sobre el contenido de aceite en los frutos, semanalmente se cosechó mínimo un racimo por estado, pretendiendo así que el factor clima afectara la extracción en proporciones similares a cada uno de los racimos.

Como criterio de cosecha se tuvo en cuenta el color (Sterling y Alvarado 1993) y el número de frutos presentes en el plato (Abdul Azis 1985); es así como no se toleraron desprendimientos mayores a 10 frutos por racimo, con el fin de evitar variaciones en el porcentaje de extracción e incrementos en la formación de ácidos grasos libres (AGL), debido a una maduración excesiva (Abdul Azis et al. 1993; Wood et al. 1985, citando a Siregar 1976 y Southworth 1976; Tailliez et al. 1996, Southworth 1981), de igual forma se previno la pérdida de fruto en el momento de la cosecha (tumbe, recolección y transporte del racimo).

En el laboratorio, cada uno de los racimos se sometió al proceso para análisis de racimos de la forma descrita con detalle por Acevedo (2000), con el propósito de tener información relacionada con el peso del racimo, del raquis, de frutos abortados, partenocárpicos y normales; de la espiguilla, de la pulpa seca y fresca, de la nuez y extracción de aceite.

Para determinar el porcentaje de AGL de cada racimo se tomaron 5 kilogramos de espigas, los cuales se depositaron dentro de lonas sintéticas que se alojaron al interior del autoclave, asegurando así las mismas condiciones de presión y temperatura utilizadas en el proceso industrial, y como ya ha sido establecido previamente, frenar la actividad enzimática de la hidrólisis del aceite (Beltrán 1991; Ojeda 1991; Corley 1982; Grodsky et al. 1982). Una vez las muestras salían del autoclave, se tomaron, por cada una de ellas, 30 frutos al azar, a los cuales se les separó el mesocarpio de la nuez y, mediante un procedimiento mecánico de presión, se extraían 5 gramos de aceite,

que fueron empleados para cuantificar el porcentaje de AGL según el patrón establecido para la metodología industrial.

Estimativo económico sobre las pérdidas de aceite para cada estado de sanidad

Los estimativos económicos se realizaron teniendo en cuenta el número de palmas afectadas por estado hasta el censo especial efectuado en el mes de diciembre de 1999. En los cálculos finales no se incluyeron las palmas con PC evidente, debido a que este tratamiento no es discriminado o tenido en cuenta al momento de realizar la evaluación de la enfermedad.

Para realizar los cálculos correspondientes a la producción de aceite y a las pérdidas para cada uno de los tratamientos, se estimaron diferentes valores de producción, los cuales oscilaron de 0,5 hasta 1,5 RFF/palma.

Análisis estadístico

Para comprobar la hipótesis de la influencia de la Pudrición de Cogollo sobre la TEA, se utilizó un diseño completamente al azar con 25 repeticiones por tratamiento, para un total de 150 análisis de racimos. Para cada variable se realizaron los análisis de varianza; a la vez, se efectuó la prueba de comparación de medias (Tukey 5%) y los contrastes más representativos.

RESULTADOS

Las experiencias de campo permiten hacer notar la importancia que cumplen los factores climáticos y edáficos en la presencia y expresión de la PC.

El fruto y sus componentes

Después de realizar los análisis de varianza para cada una de las variables, se encontraron, con relación al peso medio y el porcentaje de pulpa por fruto,

diferencias altamente significativas entre los estados de la enfermedad. La comparación de medias (Tukey 5 %) es significativa, correspondiendo a las sanas el mayor valor en las dos variables. En cuanto al porcentaje de casco y almendra por fruto no se halló diferencia significativa entre los estados; sin embargo, los valores más altos corresponden a "palmas en recuperación" y los más bajos a "palmas sanas" (Tabla 1), lo que establece una relación inversa con el porcentaje de pulpa por fruto.

una diferencia de 1,60 y 3,74% entre "palmas sanas" y "en recuperación", estado al cual correspondió el mayor porcentaje; los anteriores datos difieren notablemente de la relación porcentual para la misma variable entre "palmas sanas" y "enfermas", 5,44 y 5,19, respectivamente, perteneciente a la información obtenida por Henríquez (1999). El porcentaje de frutos partenocárpicos no presentó diferencias estadísticas significativas, pero la mayor proporción de estos frutos se encontró en racimos que provinieron de palmas con "PC evidente". Tanto la

Tabla 1. Comparación entre estados del peso medio de un fruto y el porcentaje de sus componentes

Estado	Peso medio de un fruto (g)	% pulpa por fruto	% casco por fruto	% almendra por fruto
Inestable	7.85 c	76.63 ab	13.60	9.76
Recuperación	8.99 bc	75.43 b	14.06	10.49
Buena recuperación	9.71 abc	77.55 ab	12.86	9.58
Alta recuperación	11.21 ab	78.17 ab	12.67	9.15
Sana	11.30 a	80.00 a	11.67	8.31
PC Evidente	9.56 abc	76.88 ab	13.83	9.28

*En cada columna, valores seguidos por la misma letra no presentan diferencias significativas según la prueba de Tukey 5%.

Relación de Frutos

El estudio de las variables porcentaje de frutos abortados, normales y totales por racimo (Tabla 2), arrojó datos estadísticos significativos. Para el porcentaje de frutos abortados por racimo se encontró

relación de frutos normales como totales por racimo presentan diferencias significativas. Los valores más bajos de frutos normales corresponden a "palmas en recuperación" y "con PC evidente", mientras que, para el total de frutos el menor porcentaje corresponde a inestables.

Peso promedio del racimo

En cuanto al peso promedio de los racimos, el análisis de varianza muestra una diferencia altamente significativa. Al realizar la comparación de medias (Tukey 5%) se conforman dos grupos, a partir de los cuales se nota cómo los estados "aparentemente sano" y "alta recuperación", presentan los valores más altos con relación a los otros estados. Igualmente, es importante resaltar la diferencia de 9 kg entre "aparentemente sanas" e "inestables", de forma similar la disminución que empiezan a presentar los racimos de palmas con "PC Evidente" (Fig.1).

Tabla 2. Comparación entre estados del porcentaje de frutos abortados, partenocárpicos, normales y totales por racimo por estado de la enfermedad.

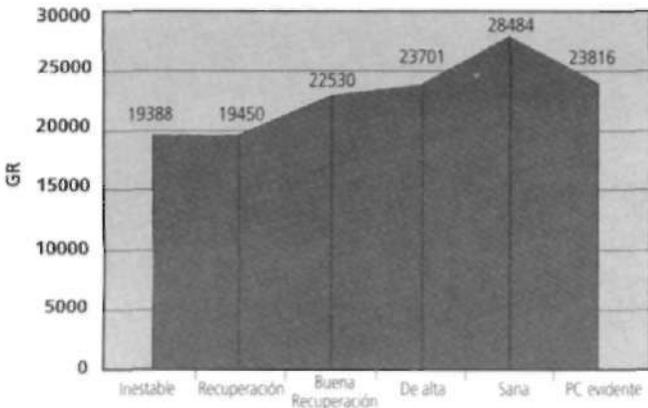
Estado	% frutos abortados	% frutos partenocárpicos	% frutos normales	% frutos totales
Inestable	2.36 ab	1.63	64.38 ab*	68.65 b
Recuperación	3.74 a	1.52	64.14 ab	69.42 ab
Buena recuperación	2.27 ab	1.64	68.44 a	72.37 ab
Alta recuperación	3.38 ab	2.75	66.90 ab	73.04 a
Sana	1.60 b	2.88	67.67 a	72.17 ab
PC Evidente	3.07 ab	3.83	63.10 b	70.01 ab

*En cada columna, valores seguidos por la misma letra no presentan diferencias significativas según la prueba de Tukey y Duncan 5%.

Sólidos secos

La apreciación estadística no muestra diferencias para el porcentaje de sólidos secos no aceitosos o fibra seca por racimo de fruta fresca.

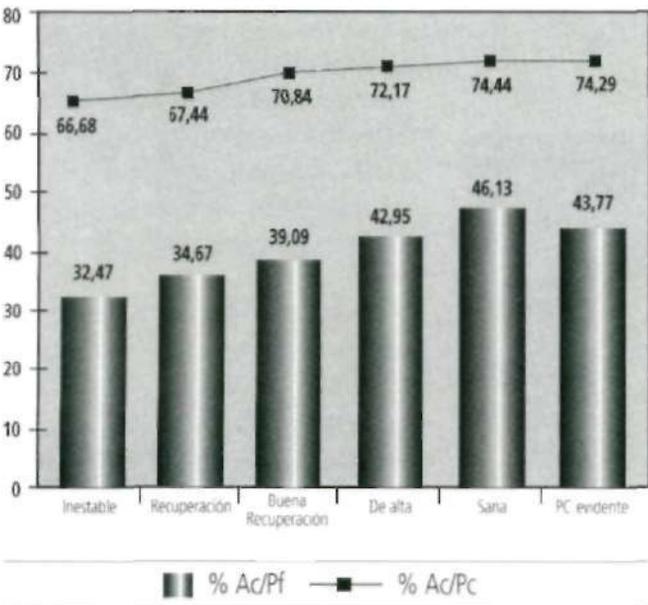
Figura 1. Peso promedio de los racimos por estado de sanidad



Porcentaje de aceite y tasa de extracción

El porcentaje de aceite por pulpa fresca mostró diferencias altamente significativas entre estados; nuevamente las "palmas sanas" poseen el mayor porcentaje con relación a los otros estados. De igual forma que la anterior variable, el porcentaje de aceite por pulpa seca muestra diferencias muy marcadas entre estados de la enfermedad, correspondiendo otra vez a "palmas sanas" el valor más alto (Fig. 2).

Figura 2. Porcentaje de aceite por pulpa fresca y aceite por pulpa seca para cada estado de sanidad



Siendo coherente con los dos resultados anteriores, la TEA por racimo difiere estadísticamente,

presentándose una diferencia de 9,95 puntos porcentuales entre "palmas sanas" e "inestables" (Fig. 3). Esta diferencia tan amplia es debida a la discriminación establecida entre palmas enfermas.

Figura 3. Tasa de extracción de Aceite por estado de sanidad.

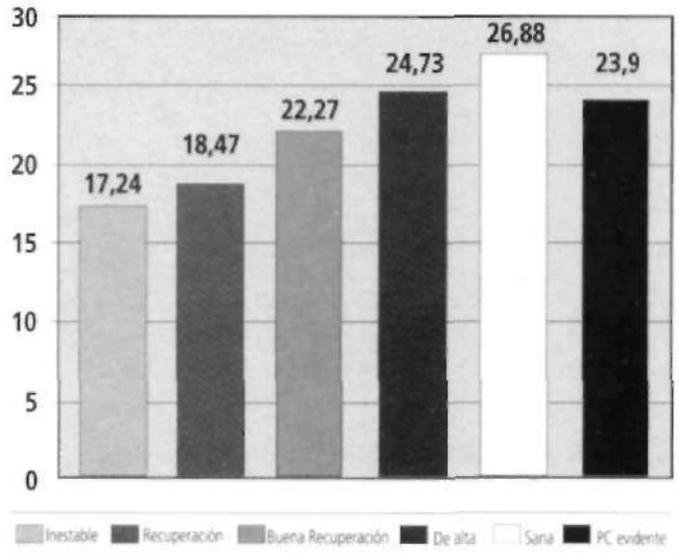


Tabla 3. Comparación entre estados del porcentaje de aceite por pulpa fresca, porcentaje de aceite por pulpa seca y la tasa de extracción de aceite

Estado	% aceite por pulpa fresca	% aceite por pulpa seca	TEA
Inestable	32.47 d	66.68 c	17.36 c
Recuperación	34.67 cd	67.44 bc	18.77 c
Buena recuperación	39.09 bc	70.84 ab	22.49 b
Alta recuperación	42.95 ab	72.17 a	25.04 ab
Sana	46.13 a	74.29 a	27.31 a
PC Evidente	43.77 ab	70.98 a	24.29 ab

*En cada columna, valores seguidos por la misma letra no presentan diferencias significativas según la prueba de Tukey 5%.

Porcentaje de ácidos grasos libres (AGL)

La variación que se presenta del porcentaje de AGL es gradual entre los estados. La diferencia más representativa se da, como las variables anteriores, al comparar "sanas" e "inestables". Tanto el análisis de varianza como la prueba de Tukey 5% permiten

ver diferencias altamente significativas entre los estados de sanidad (Tabla 4).

Tabla 4. Comparación de los AGL entre estados.

Estado	Porcentaje de AGL
Inestable	1.8228 a
Recuperación	1.5884ab
Buena recuperación	1.0708 bcd
Alta recuperación	1.0220 cd
Sana	0.9052 d
PC Evidente	1.4520 abc

*En cada columna, valores seguidos por la misma letra no presentan diferencias significativas según la prueba de Tukey 5%.

Cálculo económico sobre las pérdidas de aceite

A partir de los datos que se obtuvieron de los análisis de varianza, se tomaron los valores del peso medio de los racimos y la TEA, con el propósito de determinar la TEA en kilogramos (obtención teórica de aceite en bruto), y las pérdidas de aceite, tanto en porcentaje como en kilogramos para cada estado de sanidad. Los datos concernientes a la producción y pérdidas de aceite por estado se encuentran desglosados en la Tabla 5.

Tabla 5. Obtención y pérdidas de aceite en porcentaje y kilogramos por estado de sanidad de acuerdo a la Tasa de Extracción (TEA).

Estado	Peso Racimo Kg	TEA en porcentaje	TEA* en Kg de aceite	Pérdidas de aceite en porcentaje	Pérdidas de aceite en Kg
Inestable	19.388	17.369	3.367	9.943	4.412
Recuperación	19.450	18.771	3.650	8.541	4.128
Buena recuperación	22.530	22.499	5.069	4.813	2.710
Alta recuperación	23.701	25.048	5.936	2.264	1.842
PC Evidente	23.816	24.292	5.785	3.020	1.994
Sana	28.484	27.312	7.779	-	-

*Los valores presentados corresponden a la cantidad teórica de aceite en bruto.

Con los valores de producción y pérdidas de aceite anteriormente relacionados, y empleando diferentes valores de producción de RFF, en la Tabla 6 se pormenorizan las utilidades y pérdidas brutas en

Tabla 6. Utilidades y pérdidas brutas en dinero para un ciclo de corte en toda la plantación. Palmas de Csanare Villanueva (Cas.) 1999.

Estado	Palmas	No por estado	Utilidades brutas		Pérdidas brutas	
			Totales	Por Ha	Totales	Por Ha
Inestable	88865	621.4	127.160.000	204.634	166.600.000	258.104
Recuperación	53224	372.2	99.025.000	266.053	112.030.000	300.994
Buena recuperación	65023	454.7	194.480.000	427.710	103.955.000	228.623
Alta recuperación	145744	1019.1	588.285.000	577.259	182.495.000	179.074
Sana	71779	502	462.825.000	921.962	-	-

dinero que se lograrían en un ciclo de corte para toda la plantación (Palmas del Casanare), considerando un precio promedio de \$850.000 por tonelada de aceite en 1999.

Los estimativos de producción equivalentes a: 0,5, 0,6, 0,7, 0,8 y 0,9 RFF/palma, para cada estado de sanidad, respectivamente, fueron considerados.

DISCUSIÓN

Aspectos Agronómicos

A pesar de haber asumido la posición de necrosis en el paquete de flechas como el principal criterio de identificación y diagnóstico de "palmas inestables", este estado presenta una gran variabilidad en su aspecto externo, que posibilita la elaboración de una escala para esta condición patológica.

Se encuentra que el número de hojas en el primer anillo de la espiral no es constante, de igual manera que la condición estructural de las mismas, ya que es común encontrar hojas cortas seguidas de hojas largas acompañadas por diversos

tonos cloróticos; aun, en una misma hoja, e independientemente de la sintomatología presente, hay reducción del tamaño del estípite, por lo que se presenta desuniformidad en los lotes.

Esta diversidad de manifestaciones sintomatológicas es compartida con "palmas en recuperación", a excepción de la ubicación que presenta en el paquete de flechas la región necrótica y las condiciones de los racimos. Con frecuencia RFF cosechados de "palmas inestables" llegan a ser afectados directamente por la enfermedad; también se presentan similitudes en relación con el peso de los RFF, entre "palmas inestables" y "palmas sanas", particular que no se puede extrapolar a la TEA, además, sólo es posible referirse a los racimos protegidos por hojas no afectadas directamente por la pudrición. Los racimos que dan inicio a su formación, antes y durante el disturbio alteran su normal desarrollo, bien sea en peso y/o TEA.

Palmas en "buena recuperación" y de "alta recuperación" no presentan esa marcada desuniformidad en el primer anillo de hojas, palpable en "palmas inestables" y "en recuperación", sin embargo, no alcanzan la longitud normal de las mismas.

En palmas con "PC evidente", cuyos síntomas se han caracterizado por la clorosis presente en el paquete de flechas acompañada con parches necróticos en algunos puntos de las hojas, la formación de los racimos no muestra alteración visible, y la deficiencia de K, crítica en "palmas inestables" y "en recuperación", no se hace presente.

Teniendo en cuenta las características de las tres series de suelos ubicadas en el área de trabajo, es evidente que las condiciones físicas de los lotes: nivel freático, drenaje externo, drenaje interno y drenaje natural, son factores edáficos predisponentes para la alta incidencia de PC en los lotes (92% E 20, 88% E 21, datos a diciembre de 1999).

Aspectos fisiológicos y bioquímicos

En palma de aceite, como en otras plantas, existen simultáneamente hojas de sol y de sombra, las cuales presentan anatomías y propiedades fisiológicas diferentes. Las de sombra fotosintetizan con mayor eficiencia a bajas intensidades luminosas (Cayón 1996; Salisbury y Ross 1994; Hess 1980). Las estructuras de reserva (racimos) son protegidas por hojas de sombra, cuya funcionalidad es alterada en

mayor proporción en "palmas inestables" y "en recuperación", debido a que las hojas de sol prácticamente no existen por efectos de la enfermedad, puede entenderse, que haya reducción de la tasa fotosintética debida a la ausencia de hojas de sol, y a la alteración funcional de las hojas de sombra, que deben traslocar parte de los fotoasimilados correspondientes en condiciones normales a las celdas lipídicas de los frutos, hacia otros lugares de la planta. Esta situación en particular se corrobora a medida que la planta va recuperando hojas.

Otro de los aspectos que puede estar siendo afectado es la denominada eficiencia química (Corley 1982), que se relaciona directamente con la capacidad de la clorofila para transformar la energía solar. Este proceso es el que puede estar siendo alterado en primera instancia, cuando las palmas presentan los síntomas de "PC evidente".

Al observar las diferencias tan marcadas presentes en algunas variables, entre tratamientos, se puede afirmar que el porcentaje de asimilados y su distribución varían por estado, es decir, que las triosas fosfato, formadas a través del ciclo fotosintético de reducción del carbono, y que son las precursoras de la síntesis de ácidos grasos, aminoácidos, carotenoides y celulosa, entre otros (Salisbury y Ross 1994), difieren entre estados de sanidad, y en aquellos estados de afección más aguda, caso de "palmas inestables" y "en recuperación", estas triosas fosfatadas, al parecer, son utilizadas para fortalecer las estructuras de la parte reproductiva del fruto, cuesco y almendra.

Las triosas se exportan desde los cloroplastos de las células fotosintéticas que se ubican en las hojas (Azcon-Bieto y Talon 1993). En "palmas inestables" y "en recuperación", el número de hojas presentes no sobrepasa las ocho; de igual modo, las condiciones de las mismas no son las más apropiadas a causa de la enfermedad, portal motivo, las células fotosintéticas de estas palmas no se encuentran en número y condición adecuada. En este sentido se entiende que el porcentaje de asimilados producidos sea menor, y que las palmas en respuesta a la enfermedad prefieran acumular los pocos fotoasimilados producidos en estructuras reproductivas, a cambio de estructuras de reserva como posible mecanismo de supervivencia.

El mantenimiento, y por tanto el crecimiento de las plantas, demanda un flujo continuo de energía que es obtenido mediante la respiración, proceso químico mediante el cual los carbohidratos y otros substratos son degradados para formar compuestos de alta energía (ATP) y poder reductor (NADPH + H⁺) (Salisbury y Ross 1994; Azcon-Bieto y Talon 1993).

Este proceso se divide en respiración de crecimiento y respiración de mantenimiento. La primera tiene que ver directamente con el crecimiento y almacenamiento, la segunda, con el gasto de energía para soportar la organización celular.

La respiración de mantenimiento es prioritaria sobre la respiración de crecimiento. Para la planta es indispensable satisfacer sus necesidades de sostenimiento antes de acumular carbohidratos en reservorios especializados, como lo son los frutos en la palma.

Si se tiene en cuenta que la producción de materia seca depende tanto de la fotosíntesis bruta como de la respiración total de todos los órganos, es predecible que los porcentajes de pulpa en los frutos, el peso de los racimos y el porcentaje de extracción difieran para cada estado de sanidad, ya que el estado funcional de los órganos fotosintéticos (hojas) difiere entre tratamientos.

Dado que el suministro de asimilados está variando entre estados, dicha ineficiencia hace que las células pasen a consumir sus propias reservas (almidón, fructanos, grasas, ácidos orgánicos) y materiales estructurales (proteínas), sobreviniendo la descomposición de las estructuras en un proceso gradual de senescencia que culmina con el desprendimiento de los órganos (Fernández 1986).

Esta particularidad, referida al desabastecimiento de CO₂ y por ende a la descompensación entre la respiración de crecimiento y la de mantenimiento, puede estar favoreciendo la proporción de AGL al quedar el sustrato disponible a la enzima que cataliza la reacción de formación de AGL, debido a un proceso de maduración atípico; en otras palabras, la lipasa puede estar aumentando su actividad en los frutos, ocasionada por un proceso de senescencia anormal. Balz (1966) en un trabajo citado por

Bonner y Varner (1976), encontró que en hojas de tabaco la actividad de esta enzima crece estrepitosamente cuando las hojas se están desprendiendo, fenómeno que se entiende como senescencia.

Otra causal del aumento de los AGL, es el hecho de que los patógenos asociados con la enfermedad estén comprometidos de manera directa en la ruptura de las celdas que contienen los ácidos grasos, favoreciendo la actividad de la enzima.

Aspectos industriales

Aunque no se puede establecer que la Pudrición de Cogollo se relacione de manera directa con los contenidos de fibra evacuados durante el proceso industrial, sí es posible que el aumento en la capa de lodos ligeros, que se presenta en determinados momentos durante el control del proceso, esté siendo influenciado por la irregularidad con la que provienen los racimos procedentes de palmas afectadas por el disturbio, al variar o afectarse los contenidos y/o la composición de sustancias pépticas y almidón en los frutos, como consecuencia de un cambio en la cinética de las reacciones biológicas y fisiológicas controladas por enzimas y procesos bioquímicos en el fruto, respectivamente, y cuya alteración es debida al complejo patológico. Tanto las sustancias pépticas como el almidón presentes en los frutos son los responsables directos de la formación de la capa de lodos livianos (Beltrán 1991), lo que implicaría hacer ajustes en el proceso de esterilización.

CONCLUSIONES

• Exceptuando las "palmas inestables" y "en recuperación", existe correlación positiva entre el peso medio de un fruto y el porcentaje de frutos totales. El porcentaje de frutos normales se relaciona negativamente con el porcentaje de frutos abortados, a excepción de las "palmas en transición", donde no se presenta ningún tipo de relación.

• Las palmas que han sido afectadas por la enfermedad presentan los porcentajes más altos de frutos abortados

y los valores más bajos de frutos normales, lo que a su vez afecta directamente el peso de los racimos.

•La enfermedad afecta positivamente la formación de ácidos grasos libres (AGL), y aunque el porcentaje más alto correspondiente a palmas inestables se encuentra por debajo del punto de bonificación y/o castigo, este parámetro es importante tenerlo en cuenta en el manejo de poscosecha de aquellos racimos de fruta fresca provenientes de lotes de alta incidencia, en donde los valores para este parámetro pueden aumentar con mayor facilidad.

•Cualquier plan de contingencia enmarcado dentro del manejo agronómico de la plantación y que pueda ejecutarse con el objeto de recuperar palmas enfermas en un menor período y reducir los casos de PC, bien sea palmas nuevas dentro de los reportes o reincidentes, no supera en costos a las pérdidas que origina la misma enfermedad.

•Conocidos los valores en la tasa de extracción de aceite por estado de sanidad y el número de palmas en cada condición patológica, es posible predecir la producción en toneladas de aceite, al menos para lotes de la misma edad.

•La escala de recuperación empleada en la zona del Bajo Upía es una guía valiosa al momento de examinar las condiciones sanitarias de las palmas afectadas por la Pudrición de Cogollo.

BIBLIOGRAFÍA

Abdul Azis, A. 1985. The biochemical aspects of ripeness standard. In: Symposium on Impact of the Pollinating Weevil on the Malaysian Oil Palm Industry. Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur. p.165-176.

_____ ; Rosnah Mat, S.; Mohamadiah Banjari; Zailan, W.; Ornar, W.; Chen Kin, W. 1993. Ripeness standard: Any sing of loose fruit and with one loose fruit per bunch as the minimum standard. In: 1991 PORIM International Palm Oil

Conference - Agriculture. Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur. 9.120-129.

Acevedo A., N.J. 2000. Influencia de los diferentes estados de la Pudrición de Cogollo en la tasa de extracción de aceite en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.)- Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín. 86p. (Tesis de Ing. Agrónomo).

Azcon-Bieto, J.; Talon, M. 1993. Fisiología y Bioquímica Vegetal. McGraw Hill - Interamericana, Madrid. 67p.

Beltán, C. 1991. Extracción de aceite de palma y nuevos criterios de procesamiento. Palmas (Colombia) v.12 no. Especial, p.102-107.

Bonner, J.; Varners, J. 1976. Plant Biochemistry. 3d ed. Academy Press, New York. 785p.

Cayón, D.J. 1996. Aspectos fisiológicos y bioquímicos de la maduración de los frutos de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.). En: Primer Curso Internacional de Palma de Aceite. Memorias. Cenipalma, Santafé de Bogotá, p.294-306.

Corley, R.H.V. 1982. Composición del aceite de palma y cultivo de palma africana. Palmas (Colombia) v.3 no.1, p.5-11.

Daniel, Wayne. 1997. Bioestadística: bases para el análisis de las ciencias de la salud. Limusa S.A., México. 48p.

Fernandez, N. 1986. Respiracao relacionada com crescimento e manutencao das plantas. CEPLAC no.139. 18p.

Grodsky, G., etal. 1982. Bioquímica de Harper. 18ª ed. México. 3p.

Henríquez, S. 1999. Influencia de la Pudrición de Cogollo en la extracción de aceite en la palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) en los Llanos Orientales. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Santafé de Bogotá. (Tesis de Ing. Agrónomo).

- Hess, D. 1980. Fisiología Vegetal. Omega, Barcelona. 58p.
- Ojeda, J. 1991. Esterilización. Palmas (Colombia) v.12 no. Especial, p. 109-111.
- Salisbury, F.; Ross, C. 1994. Fisiología Vegetal. Iberoamericana, México. 86p.
- Southworth, R. 1981. Factores del campo que afectan la calidad. Palmas (Colombia) v.2 no.2, p.31-39.
- Sterling, F., Montoya, C, Alvarado, A. 1997. The effect of climate and oil palm age on variation in some bunch components in Coto, Costa Rica. ASD Oil Palm Papers (Costa Rica) no. 16, p. 19-30.
- _____; Alvarado, A. 1993. Determinación del estado de madurez del racimo de palma aceitera asociado con la máxima tasa de extracción de aceite. Agronomía Costarricense (Costa Rica) v.17 no.2,, p.71-76.
- Tailliez, B.; Siaka Coulibaly, M.; Bonny, C.R; Jacquemard, J.C. 1996. La maduración de los racimos de palma y los criterios de cosecha en Palmindustria (Costa de Marfil). Palmas (Colombia) v. 17 no.1, p.29-37.
- Wood, B.J.; Loong, S.G.; Said Ismail; Lee, M.H.; Quah, S.K. 1985. Mili recovery of palm oil from fresh fruit bunches (FFB) harvested to various ripeness standard. In: Symposium on Impact of the Pollinating Weevil on the Malaysian Oil Palm Industry. Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur. p.255-266.