

Uso de dos bioensayos para estimar el efecto residual y el valor nutricional de un compost hecho de la fibra de racimos vacíos de la palma aceitera (*Elaeis guineensis*, Jacq)

Manuel Segura¹; Carlos Ramírez¹; Carlos Chinchilla²; Randall Torres²

Resumen

Se utilizaron dos bioensayos para evaluar el valor nutricional y el efecto residual de un abono elaborado a partir de fibra de racimos vacíos de palma aceitera. En un ensayo de campo, se utilizó el sorgo como planta indicadora, y se sembró en micro-parcelas en un Inceptisol que fue mezclado con cantidades crecientes de compost (tratamientos). Se incluyó además un testigo con fertilización mineral (urea). Los resultados de este bioensayo, se compararon con los obtenidos en otro bioensayo de laboratorio, en donde se midió el crecimiento microbiano en mezclas de suelo con cantidades también crecientes del compost. En la primera cosecha del sorgo (37 días después de la siembra), se encontró una regresión significativa ($P < 0.05$), entre el incremento de materia fresca y seca, y el aumento en las cantidades de abono aplicado, lo que indica que el compost suministró nutrimentos a corto plazo, y que la disponibilidad de varios elementos aumentó conforme se aplicaron cantidades más altas. En las siguientes cosechas tales relaciones no fueron evidentes. Sin embargo, luego de una nueva aplicación de urea después del cuarto corte, los contenidos foliares de N,P,K y Zn en el tejido aéreo del sorgo (quinto corte), fueron estadísticamente diferentes entre tratamientos. Considerando que el análisis de suelo inicial mostró concentraciones bajas de K, P y Zn, y que los contenidos de estos elementos en el tejido del sorgo no fueron bajos, se puede asumir que se dio un efecto residual del compost a mediano plazo (seis meses y medio). No se encontró un aumento adicional de biomasa foliar del sorgo, ni de contenidos de N, a partir de la adición de 5 % de compost al suelo en todas las cosechas realizadas. Aparentemente, parte del N fácilmente disponible en el compost puede perderse, ya sea por lixiviación o volatilización, comportándose así de manera similar al N que aportó la urea. La correlación entre la biomasa microbiana determinada en el laboratorio y el peso seco del sorgo, sólo fue significativa para la primera cosecha del sorgo, lo que permite concluir que el bioensayo microbiano, sólo es útil para estimar el valor nutricional de un compost en el corto plazo. La mayor parte del N en el compost posiblemente está acomplexado en las moléculas orgánicas en formas de difícil mineralización. La calidad del compost elaborado a partir de la fibra de los racimos vacíos de la palma aceitera es de excelente calidad según los valores obtenidos de biomasa microbiana.

¹ Laboratorio de biotecnología, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. 2. ASD de Costa Rica, cmlchinchilla@gmail.com

Introducción

El proceso de extracción de aceite de los frutos de la palma aceitera, genera una gran cantidad de pinzotes (racimos vacíos), los que pueden potencialmente provocar un problema de contaminación. No obstante, y a pesar de una alta relación C/N, estos desechos tienen un contenido de nutrimentos relativamente alto, por lo cual pueden ser devueltos a la plantación como “mulch”. Sin embargo, el material es pesado, contiene mucha humedad y ocupa mucho volumen, lo que resulta en altos costos de transporte por unidad de nutrimentos, y la dificultad en la distribución en el campo, especialmente en la época lluviosa (Huan 1989, Uexkull y Fairhurst 1991, Torres et al. 1999).

Por cada tonelada de racimos procesados se generan aproximadamente 0.22 toneladas de racimos vacíos y entre 800 y 900 litros de efluente y otros residuos. La planta extractora de aceite de frutos de palma aceitera ubicada en Palo Seco, Quepos, Puntarenas, Costa Rica, procesa aproximadamente 100 000 toneladas de fruta fresca al año, y los racimos vacíos de la fruta contienen cantidades importantes de elementos: 90 t N, 43 t P, y 146 t K (Torres et al. 1999). Estos residuos pueden ser procesados para formar un compost que tiene el potencial de sustituir parte de las necesidades nutricionales del cultivo, mejorar las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo, y promover un uso eficiente de los desechos.

No obstante, para normalizar el uso agrícola, es necesario conocer el aporte nutricional de estos abonos para orientar las cantidades de aplicación (Vandevivere y Ramírez 1995a Keeney 1985), y con tal propósito, se han desarrollado varios métodos basados en medidas cuantitativas (Dick y McCoy 1993, Vandevivere y Ramírez 1995a).

El análisis tipo “suelo” de un compost, que incluye el uso de una solución extractora, determina los nutrimentos intercambiables supuestamente disponibles para las plantas. Este análisis usualmente subestima la cantidad de nutrimentos de un abono orgánico, pues no considera que una buena parte de los elementos en estos abonos no se encuentran disponibles de inmediato, y para ser liberados necesitan de la mineralización por los microorganismos del suelo (Vandevivere y Ramírez 1995a).

El “diagnóstico tipo foliar”, por otro lado, evalúa el contenido total de nutrimentos mediante una digestión completa de la muestra con ácidos fuertes. Este análisis sobrestima la cantidad de elementos disponibles en un compost, puesto que, por ejemplo, no todo el nitrógeno orgánico es mineralizable y puede estar en formas recalcitrantes. Otro inconveniente es que no ofrece información sobre el plazo en el cual los nutrimentos estarían disponibles (Vandevivere y Ramírez 1995a).

Vandevivere y Ramírez (1995b) desarrollaron una metodología para estimar el valor nutricional en los abonos orgánicos, que consiste en estimular el crecimiento de los microorganismos nativos mediante la adición de glucosa y un inhibidor de protozoarios. De esta forma, el carbono disponible no es un factor limitante del crecimiento microbiano en el sustrato, que consiste en mezclas de suelo con cantidades crecientes de compost. El incremento de la biomasa microbiana estará determinado por la cantidad de nutrimentos disponibles en la mezcla, aportados principalmente por el compost.

La biomasa microbiana se mide por el método de la respiración inducida de un sustrato. La glucosa se utiliza para inducir un máximo de respuesta respiratoria en los microorganismos que están en el suelo, medida como evolución de CO₂, que está relacionado con la biomasa del carbono microbiano (Anderson y Domsch 1978).

El crecimiento microbiano en laboratorio está relacionado con el crecimiento y absorción de nutrientes de plantas de sorgo (Salas 1997, Salas y Ramírez 2000). La cantidad de nutrientes que limita el crecimiento microbiano aparentemente se comporta de manera semejante con una planta.

En esta investigación, se trató de validar la eficacia de un bioensayo microbiano para predecir la disponibilidad de nutrientes en un compost hecho a partir de racimos vacíos de palma aceitera, y para usarlo como guía para fijar las cantidades por utilizar en el campo. Los datos de biomasa microbiana obtenidos “in vitro”, se correlacionaron con los generados en un bioensayo de campo con sorgo como planta indicadora. En ambos bioensayos se mezcló el suelo con cantidades equivalentes de compost. Para estimar la residualidad del compost, se realizaron cortes repetidos de los rebrotes del sorgo después de varias cosechas sistemáticas, en los cuales se determinó la acumulación de materia seca y el contenido de elementos nutritivos.

Materiales y métodos

La materia prima usada para elaborar el compost fue la fibra de los racimos vacíos de la palma aceitera. Después del desprendimiento de los frutos en la extractora, el racimo vacío es cortado y desmenuzado por sierras girando a alta velocidad, y después, una buena parte del remanente de aceite es extraído con prensas de rodillo. El producto resultante es una fibra que representa un 12 - 15% del peso de la fruta fresca (Torres et al. 1999).

La fibra fue enriquecida con efluente (300 l/m³), urea (10 kg/t), lodos (20 kg/t), cal (6.6 kg/t) y fósforo (0.86 kg). Con estos materiales se elaboraron camas de compostaje de 7.5 m³. La aireación se realizó mediante volteo manual de los componentes cada ocho días. Durante el primer mes se ajustó la humedad entre el 45 y el 55%. Después de cuatro meses el compost se consideró maduro. Las características químicas y físicas de la fibra y el abono aparecen en los cuadros 1-3.

Cuadro 1. Características químicas de la fibra de los racimos vacíos de palma aceitera (materia prima del compost)

		%			mg/kg			
N	P	Ca	Mg	K	Fe	Cu	Zn	Mn
0.73	0.18	0.29	0.18	0.49	1440	27	21	42

Bioensayo de campo: aporte nutricional del compost al sorgo forrajero

El bioensayo de campo se realizó en el área de Cerros (Damas, Quepos, Costa Rica), dentro de una plantación de palma aceitera de pocos meses de edad, propiedad de la compañía Palma Tica S.A. El suelo se clasificó como Fluventic Haplustepts. (Mata. R. 2000; Comunicación personal). (Cuadro 4).

Cuadro 2. Características físicas y químicas de los racimos vacíos de palma aceitera (materia prima del compost)

Composición físico química	Valores
Fibra neutro detergente	70.0%
Fibra ácido detergente	54.2%
Lignina	20.0%
Silicio	4.1%
Hemicelulosa	16.2%
Celulosa	28.5%
Digestibilida in vitro	35.0%
Extracto aéreo	8.0%
Energía bruta(kcal/kg)	4570
Densidad (kg/m ³)	3250

Se sembraron microparcels (1.25 m² : 1.25 m x 1m) de sorgo (*Sorghum vulgare*) distanciadas 30 cm. Las distancias de siembra fueron 18 cm entre hileras, depositando las semillas en un chorro continuo. El suelo superficial (primeros 20 cm), fue mezclado con cantidades crecientes del compost: 0, 2.5, 5.0, 7.5, 10.0, 12.5%. Estas cantidades equivalen a 0, 58, 116, 174, 232 y 290 t de compost/ha. Se incluyó, además, un tratamiento con 0.5 t de urea /ha (230 kg N/ha). Los tratamientos se ordenaron en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones.

Cuadro 3. Características químicas y físicas del compost elaborado con la fibra de los racimos vacíos de la palma aceitera

Características química		Característicaa físicas	
N	1.91%	Fibra remanente	5.8 - 8.9%
P	0.10%	Humedad final	45 - 55%
Ca	0.96%	Reducción en volumen fibra/composte	65%
Mg	0.51%	Reducción en peso fibra/composte	44%
K	2.47%	Densidad	417kg/m ³
Fe	9367 ppm		
Cu	42 ppm		
Zn	64 ppm		
Mn	117 ppm		
S	0.23 ppm		

Para evaluar el efecto residual del abono, y conocer el aporte nutricional que podría proporcionar tanto a corto (1 - 3 meses) como a mediano plazo (7 meses), se determinó el peso fresco y seco del sorgo en cortes consecutivos en una parcela útil de 625 cm², delimitada en el centro de cada micro parcela. Se realizaron además, análisis químicos foliares con el fin de estimar los nutrimentos extraídos por la planta. Al final del ensayo se comparó el peso seco foliar total acumulado por cada tratamiento.

Cuadro 4. Resultados del análisis químico del suelo, en donde se ubicó el bioensayo con sorgo. Cerros, Quepos, Costa Rica

Sitio	pH	Cmol/l					mg/l						
		Ca	Mg	K	Ac-int.	CICE	P	Cu	Fe	Mn	Zn	B	S
1	5.90	24.00	3.57	0.65	1.11	29.30	21.10	49.00	326	11.10	2.10	0.22	4.00
2	5.20	26.90	3.60	0.29	0.63	31.42	14.40	50.60	192	9.60	0.90	0.26	4.27
Ref.	5.50	4.00	1.00	0.20	0.50	5.00	10.00	1.00	10	5.00	3.00	0.20	12.00

Ref. = cantidad de referencia

Los cortes se realizaron aproximadamente cada cinco semanas, el primero 37 días después de la siembra y posteriormente cada 37 días; con excepción del segundo corte que se realizó a los 51 días. Con el material del primer corte, se realizó un análisis químico foliar de N en cada una de las parcelas, y uno completo (todos los elementos) para todos los tratamientos, pero combinando las cuatro repeticiones. En la siguiente cosecha, se realizó un análisis foliar de N por tratamiento, con las muestras combinadas de las cuatro repeticiones, y uno completo para los tratamientos uno (testigo) y tres (5% de abono), combinando las repeticiones de los cuatro bloques. Este procedimiento se alternó hasta la cuarta cosecha, mientras que en la quinta se realizó un análisis completo de los nutrimentos para todas las parcelas.

Dado que después del primer corte no se observaron diferencias significativas entre tratamientos, en cuanto a peso seco y contenido de nutrimentos de la parte aérea de las plantas de sorgo, se decidió agregar 46 kg/ha de N a todos los tratamientos después del cuarto corte.

Ensayo microbiano

Este ensayo se realizó en el Laboratorio de Biotecnología del Centro de Investigaciones en Protección de Cultivos (CIPROC) de la Facultad de Agronomía en la Universidad de Costa Rica. Utilizando la metodología de Vandevivere y Ramírez (1995b), se evaluaron cantidades crecientes (% p/p) del abono orgánico utilizado en el bioensayo de sorgo en el campo. El compost se mezcló en las mismas proporciones, con el mismo tipo de suelo en el que se realizó el bioensayo con sorgo. Se incluyó un tratamiento con urea (12.6 mg N/50g de suelo). Tanto el suelo como el compost fueron tamizados con una malla de 2 mm y secados al aire.

Se empleó un diseño de bloques completos al azar, en donde cada uno de tres bloques correspondió al grupo de unidades experimentales que recibieron los tratamientos en el mismo período de incubación, bajo las mismas condiciones ambientales (ej. humedad relativa,

temperatura ambiente) y manejo (ej. medición de respiración). El experimento fue repetido tres veces en el tiempo. La unidad experimental fue un frasco Erlenmeyer de un litro con 50 gramos de la mezcla de suelo y abono, con la humedad ajustada a capacidad de campo.

Determinación de la biomasa microbiana. La actividad de los protozoarios fue inhibida en la mezcla de suelo con compost añadiendo tritón, para eliminar esta fuente de depredación de otros microorganismos. Después se agregó glucosa en polvo (1 % del peso total de la mezcla suelo/abono: 0.5 g / frasco), y se incubó en la oscuridad por 48 horas.

La biomasa microbiana fue estimada con el ‘Método de respiración inducida por un sustrato (RIS)’ de Anderson y Domsch (1978), con las modificaciones realizadas por Cheng y Coleman (1989). Transcurridas las 48 horas de incubación, se agregaron 0.5 gramos de glucosa a cada erlenmeyer y se agitó de inmediato. Después de 30 minutos, los frascos fueron conectados al sistema de flujo de aire por media hora, para eliminar el CO_2 acumulado en las tuberías del sistema y en los frascos. El flujo de aire se pasa por una trampa de NaOH, 0,2 N para limpiarlo de CO_2 , y luego es bombeado por un tubo de 2.5 cm de diámetro interno con varias terminales y salidas donde son conectados los frascos Erlenmeyer con la muestra de suelo y abono (Fig. 1).

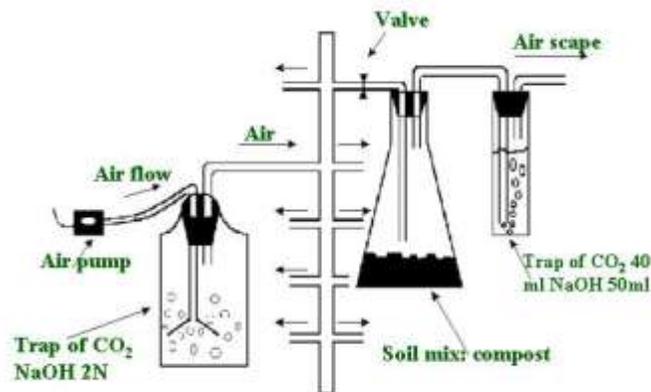


Fig. 1. Diagrama y fotografía del sistema de flujo de aire para limpiar y atrapar el CO_2 producto de la actividad microbiana en un compost

Después de limpiar el sistema de CO₂, se conectaron las trampas (tubos de ensayo de 60 ml con 40 ml de NaOH 0,05M), y se dejaron burbujeando por una hora, para atrapar el CO₂ producido por la actividad de los microorganismos. El flujo de aire fue de al menos 3 litros/ hora. Frascos Erlenmeyer vacíos fueron conectados al sistema (blancos) con sus respectivas trampas de CO₂.

El producto de la reacción del hidróxido de sodio con el CO₂ ($\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{HCO} + \text{H}_2\text{O}$), se transfirió cuantitativamente a frascos Erlenmeyer de 250 ml y se agregaron 6 ml de BaCl₂, (0,2 N) para formar carbonato de bario estable. Finalmente el producto se tituló con HCl 0,2M luego de agregar tres gotas del indicador fenolftaleína.

Resultados y discusión

Producción de biomasa y contenido de elementos en la parte aérea del sorgo

Se observó una tendencia al aumento en el peso seco aéreo (principalmente en los cortes uno, cuatro y cinco), conforme las cantidades de compost agregadas fueron mayores (Fig. 2). Este comportamiento también fue evidente en los contenidos de nitrógeno foliar para todos los cortes (Fig. 3). No obstante, no se encontraron diferencias estadísticas significativas después del primer corte para el peso seco foliar. Para el contenido de N foliar, se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos en el tercero y quinto corte.

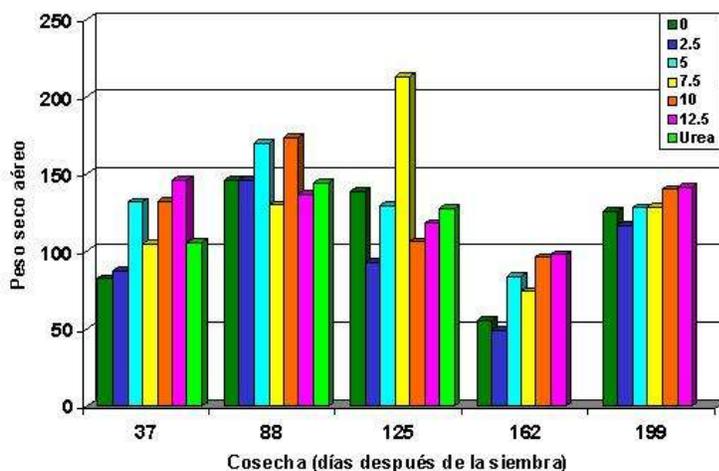


Fig. 2. Biomasa aérea de sorgo (g/parcela de 625cm²) obtenida en cinco cortes en un Inceptisol enmendado con cantidades crecientes de compost (0 - 12.5%). Se incluyó un tratamiento con urea (0.5 t/ha).

La cantidad de materia seca aérea producida por el sorgo en el primer corte correlacionó positivamente con el aumento en las cantidades de compost añadidas al suelo. Esto indica que el abono suministró nutrientes a corto plazo (37 días), y que la disponibilidad de algunos elementos (P, K y Zn) (Cuadro 5) fue mayor conforme se aplicaron dosis más altas del material.

Las cantidades de nutrientes foliares fueron similares en el tratamiento con urea y el testigo sin compost, excepto para el N que fue máximo en el tejido aéreo del primer corte en el tratamiento

con urea (Cuadro 5). El resultado era esperado, ya que la urea solo aporta nitrógeno, no así el compost, que aportó una cantidad importante de otros nutrientes. Debido a esto posiblemente la producción de biomasa foliar en el tratamiento con urea no fue la más alta (Fig. 2).

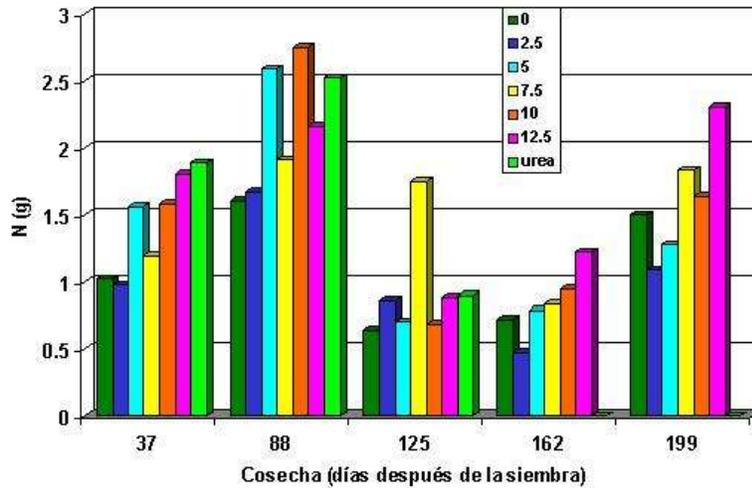


Fig. 3. Contenido de nitrógeno en el tejido aéreo (g/parcela de 625 cm²) en cinco cortes de sorgo en un Inceptisol enmendado con cantidades crecientes (0 - 12.5%) de compost. Se incluyó un tratamiento con urea (0.5t/ha)

Los datos de biomasa foliar (Fig. 4), y las cantidades estimadas de N acumulado (Fig. 5), podrían indicar que la capacidad de absorción del sorgo se saturó con un 5 % p/p del compost aplicado al suelo, ya que por encima de este valor, no se observó un aumento en la biomasa foliar, ni un incremento en la concentración de N.

Cuadro 5. Estimado de las cantidades (kg/ha of N, P, K, Zn y Mn) en la parte aérea del sorgo desarrollado en un Inceptisol enmendado con cantidades crecientes (0 - 12.5%) de compost

Tata miento	37 días después de la siembra					37 días después de la siembra					37 días después de la siembra				
	N	P	K	Zn	Mn	N	P	K	Zn	Mn	N	P	K	Zn	Mn
0*	162.86	28.89	571.31	0.25	0.56	102.16	53.30	488.58	0.36	0.44	240.67	46.13	445.24	0.49	0.94
58	157.57	50.20	592.62	0.31	0.47	138.20	41.61	411.62	0.37	0.45	173.98	43.03	550.02	0.42	0.58
116	249.55	80.36	1015.10	0.47	0.66	111.78	57.96	548.55	0.52	0.43	205.12	49.23	576.39	0.43	0.64
174	191.02	63.67	755.70	0.45	0.52	279.42	122.67	913.24	0.99	0.55	292.97	59.83	697.36	0.48	0.59
232	252.47	86.99	978.06	0.51	0.59	108.88	57.84	430.40	0.41	0.29	262.27	62.76	697.14	0.55	0.64
290	288.31	124.23	1073.55	0.82	0.56	140.16	51.14	431.83	0.38	0.27	367.99	65.47	803.71	0.68	0.51
0.5**	302.22	37.14	675.36	0.35	0.59	144.75	59.13	456.69	0.49	0.75					

* = 0 t de compost/ha

** = 0.5 t de urea/ha

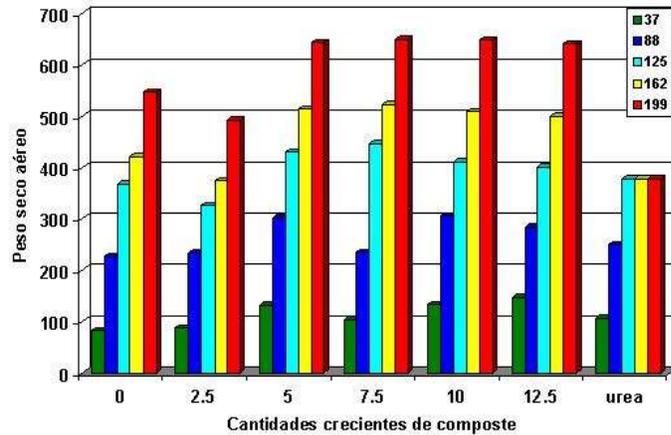


Fig. 4. Producción acumulada de biomasa foliar seca (gramos/parcelas de 625 cm²) en cinco cortes de sorgo, como respuesta a la adición de cantidades crecientes de compost (0 - 12.5%) en un Inceptisol. Se incluyó un tratamiento con urea (0.5t/ha).

La cantidad total de N acumulado (suma de cuatro cortes), en la parte aérea de las plantas de sorgo, apenas es una pequeña fracción del N total que se estimó estaba presente en las diferentes cantidades de compost (Fig. 6). Además, el aumento en la concentración de N foliar en el sorgo con las cantidades crecientes de compost, no fue proporcional a la cantidad de N adicionado. El tratamiento 5% p/p de compost fue el mejor con apenas un 12 % de N aportado, mientras que, por ejemplo, el tratamiento con 7.5% p/p de compost aportó un estimado de 8.3% de N. Lo anterior posiblemente se debió a que la materia orgánica del abono formó compuestos fuertemente estables con el nitrógeno, y por lo tanto de mineralización lenta, que no permitieron un buen aprovechamiento del N en el mediano plazo (tercer y cuarto corte) por la planta (Nommik 1965).

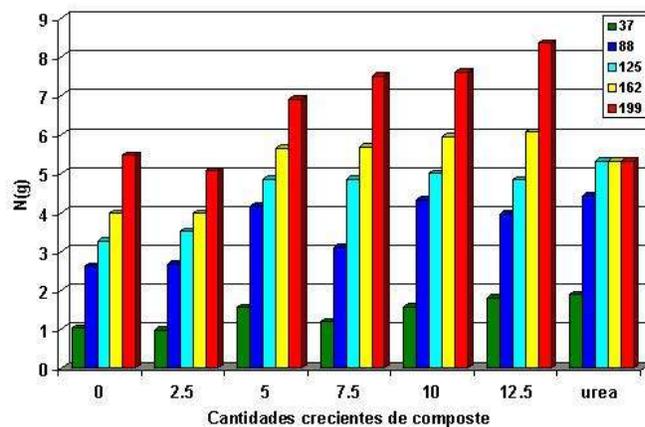


Fig. 5. Contenido de nitrógeno acumulado en el tejido foliar aéreo (gramos/parcelas de 625 cm²) en cinco cortes de sorgo desarrollado en un Inceptisol enmendado con cantidades crecientes de compost (0-12.5%).

Considerando los datos del bioensayo microbiano en el laboratorio, se estimó que únicamente un 17.7% del N presente en el compost del tratamiento con 5% p/p, era fácilmente disponible. No obstante, en el bioensayo de campo con sorgo se determinó que únicamente 12% de este N fue incorporado en el tejido vegetal hasta la cuarta cosecha (Fig. 6). La información permite concluir que el aprovechamiento por parte del sorgo en el corto plazo fue bajo. Además, estos resultados indican que el N de lenta liberación no fue suficiente después del segundo corte, aunque se puede anotar que el segundo y tercer corte (Fig. 3) estarían evaluando apenas de una manera conjunta el nitrógeno liberado en 23 semanas, que es un período relativamente corto.

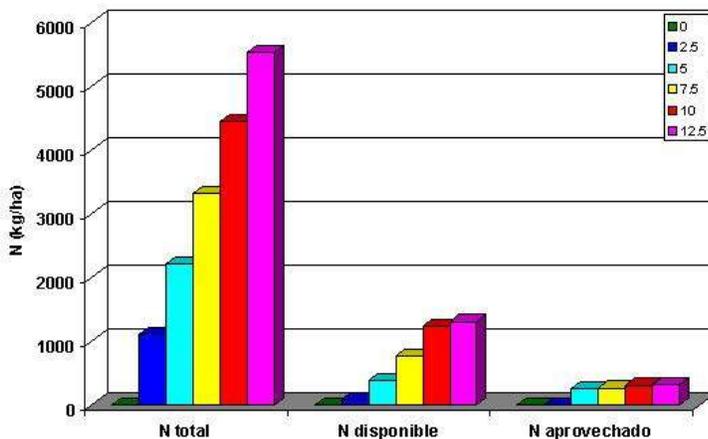


Fig. 6. Cantidades totales estimadas de N (kg/ha) presentes en el compost (N total), nitrógeno disponible estimado a partir del bioensayo microbiano y N aprovechado finalmente por las plantas de sorgo en el bioensayo de campo (acumulado hasta el cuarto corte). Se utilizaron cantidades crecientes de compost (0 - 12.5%) en ambos bioensayos.

El nitrógeno de liberación lenta no pudo ser estimado en el ensayo con sorgo, ya que el período de evaluación fue relativamente corto. La disponibilidad de N de liberación lenta, tiene la ventaja de suministrar pequeñas cantidades en el tiempo, lo cual puede disminuir las pérdidas y beneficiar la nutrición nitrogenada de un cultivo perenne como la palma aceitera. Este factor debería de tomarse en cuenta al dosificar el compost en el campo y al escoger la época de aplicación.

Residualidad del compost

El rendimientos de biomasa foliar y contenido de N en la parte aérea del sorgo, disminuyeron conforme se realizaron los cortes hasta un mínimo en el corte cuarto (Fig. 2 y Fig. 3). Esto indica una disminución del poder residual del compost, o bien un deterioro en el suministro de nutrientes.

Sin embargo, en la quinta cosecha se encontraron diferencias significativas entre tratamientos (cantidades de compost agregadas al suelo), en los contenidos foliares de N, P, K y Zn, lo cual

estuvo asociado con la aplicación adicional de urea (46 kg N / ha), después del cuarto corte. Las diferencias entre tratamientos se explican por el efecto residual de las cantidades crecientes del compost; ya que a mayores dosis de abono, hubo mayor reservorio de estos nutrientes, lo cual indica que el N era el elemento limitante. La presencia de la materia orgánica en el suelo puede incrementar los sitios de intercambio para el NH_4^+ que aportó la urea, y favorecer la disponibilidad de este nutriente para las raíces del sorgo (Mohammed et al. 1991).

Las cantidades de N, P, K y Zn en el tejido foliar del sorgo se relacionaron con la producción de biomasa foliar. En la primera, tercera y quinta cosechas del sorgo, el valor de estas variables tendió a aumentar con las cantidades crecientes de abono agregadas al suelo.

Las concentraciones de K, P y Zn eran bajas en el lugar donde se realizó el ensayo de campo (Cuadro 4). Sin embargo, las plantas de sorgo tenían concentraciones adecuadas, según el cuadro de concentraciones de nutrientes en sorgo (Veroni 1997; Jones et al. 1991), por lo tanto se asume que el compost aportó parte de esos nutrientes.

La cantidad de Mn foliar disminuyó con el aumento en la cantidad agregada de compost al suelo, y en la quinta cosecha las diferencias de Mn entre tratamientos fueron significativas. La deficiencia de Mn está asociada con altos contenidos de materia orgánica en el suelo (Cresser et al. 1993, Tan 1994; Schatz et al. 1964; Dick y McCoy 1993; Bolle - Jones 1976).

Bioensayo microbiano como indicador de la fertilidad del compost

La correlación entre la biomasa microbiana determinada en el laboratorio, y el peso seco del primer corte de la parte aérea del sorgo (un mes y una semana después de la siembra) fue significativa ($r = 0.83$; $P = 0.007$, Fig. 7). La correlación no es significativa para el resto de las cosechas, lo cual indica que el bioensayo microbiano es una herramienta adecuada para estimar el efecto nutricional de un compost únicamente en el corto plazo.

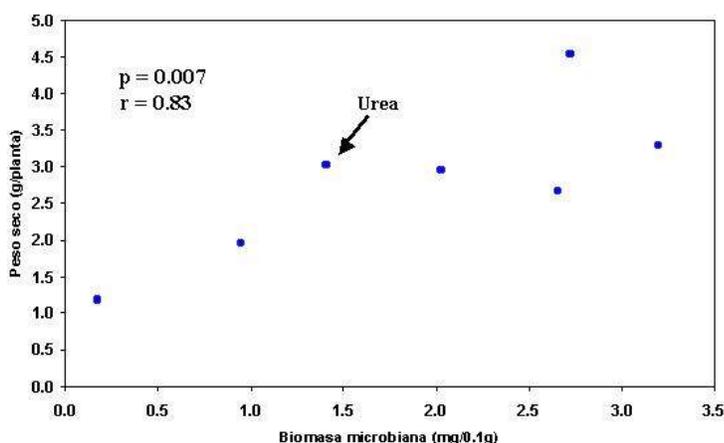


Fig. 7. Correlación entre el peso seco del sorgo (primer corte) y la biomasa microbiana

Los datos del bioensayo microbiano indican que el compost evaluado parece ser un abono de muy buena calidad, ya que a una cantidad del 10 % p/p, se obtuvieron valores de biomasa microbiana superiores a los 3 miligramos de carbono microbiano (Fig. 8). Estos datos son similares a los obtenidos con otros abonos evaluados de muy alta calidad nutricional (Salas y Ramírez 2000).

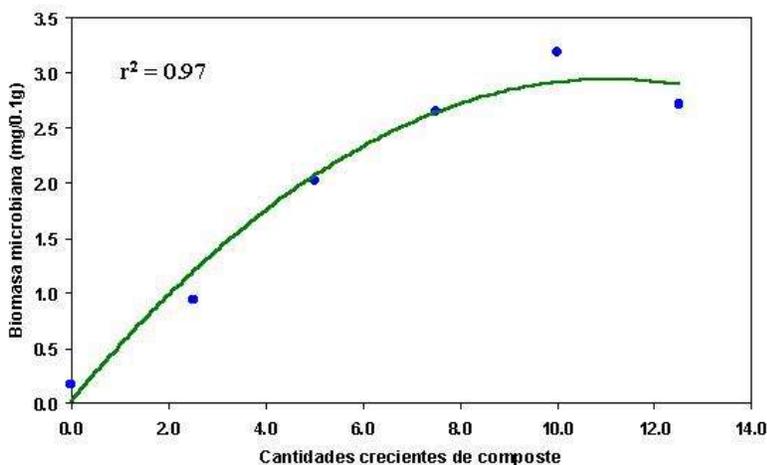


Fig. 8. Crecimiento en 48 h de la biomasa en mezclas de suelo con cantidades crecientes de compost (0 -12.5%). Se incluyó un tratamiento con urea (12.6 mg/50g de suelo).

El crecimiento microbiano presentó valores que sobrepasaron los 2 mg C microbiano / 0.1g de abono, a partir de la dosis del 5 % (p/p), los cuales son considerados como valores intermedios, pero capaces de suministrar los nutrientes necesarios al sorgo durante al menos el primer mes y medio de crecimiento (Salas 1997; Salas y Ramírez 2000).

Literatura citada

- Anderson, J.P.E., Domsch, K.H. 1978. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils. *Soil Bio. Biochem.*10:215-221.
- BOLLE -JONES, E.W. 1976. Organic matter in relation to soil fertility, p 212- 219. In FAO (ed). *Organic recycling in Asia. Papers presented at the FAOISIDA workshop on the use of organic materials as fertilizers in Asia.* Rome, Italy.
- Cheng, W., Coleman, D.C. 1989. A simple method for measuring CO₂ in a continuous airflow system: modifications to the substrate-induced respiration technique. *Soil Bio. Biochem.* 21 (3): 385-388.
- CRESSER, M; KILLHAM, K; EDWARDS, T. 1993. *Soil chemistry and its applications.* New York, USA. Cambridge University Press.192 p.
- DICK, W.A; McCOY, E.L. 1993. Enhancing soil fertility by addition of compost, p. 622 -644 In H.A Hoitink and H.M Keener (ed) *Science and engineering of composting.* Renaissance Publications. Worthington, Ohio, USA.

- HUAN, L.K. 1989. Trial on Composting EFB of Oil Palm with and without Prior Shredding and Liquid Extraction, p 217-224. In International Palm Oil Development Conference. PORIM. Malaysia.
- JONES, J.B; WOLF, B; AND MILLS, H.A. 1991. Plant Analysis Handbook. Methods of Plant Analysis and interpretation. Athens, Georgia, USA. Micro -Macro Publishing, Inc. 213 p.
- Keeney, D.R. 1985. Nitrogen management for maximum efficiency and minimum pollution. p. 605-649. In. Stevenson, F.J. (ed). Nitrogen in agricultural soils. ASA, Inc. Publisher, Wisconsin.
- MOHAMMED, A.T; ZAKARIA, Z.Z; DOLMAT, M.T; FOSTER, H.L; BAKAR, H.A; HARON, K. 1991. Relative Efficiency of Urea to Sulphate of Ammonia in Oil Palm: Yield Response and Environmental Factors, p 340 -348. In Intl. Palm Oil conference, Agriculture. PORIM. Malaysia.
- NOMMIK, H. 1965. Soil Nitrogen: Ammonium fixation and other reactions involving a non-enzymatic immobilization of mineral nitrogen in soil. Ed. By Bartholomew, w. V. Clark, F. E. Madison, Wisconsin, USA; American Society of Agronomy. p: 240 -248.
- RUSSELL, R.S. 1977. Plant root systems: Their function and interaction with the soil. Great Britain, England. McGraw- Hill Book Company (UK) Limited. 298 p
- SALAS, E. 1997. Bioensayo microbiano para estimar los nutrientes disponibles en los abonos orgánicos: Calibración en el campo. Thesis Master of Science. University of Costa Rica. Faculty Agronomy, Escuela de Fitotecnia. 85 p.
- SALAS, E; RAMIREZ, C. 2000. Bioensayo microbiano para estimar los nutrientes disponibles en los abonos orgánicos: calibración en el campo. To be published in Agronomía Costarricense.
- SCHATZ, A; SCHATZ, V; SCHALSCHA, E.B; MARTIN, J.J. 1964. Soil organic matter as a natural chelating material. Part I: The chemistry of chelation .Compost Science, p 25- 28.
- TAN, K.H. 1994. Environmental Soil Science. New York, Marcel Dekker, Inc. 255 p.
- TORRES, R; CHINCHILLA, C; RAMIREZ, C. 1999. Compostaje de los desechos agroindustriales de la palma aceitera, p. 411 -418. In F. Bertsch; J. Garcia; G.Rivera; F. Mojica; W. Badilla (ed). XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. UNED, San Jose, Costa Rica.
- Uexkull, H.R., Fairhurst, T.H. 1991. The oil palm. Fertilizing for high yield and quality. IPI. Bulletin #12. Bern/Switzerland. 79p.
- VANDEVIVERE, P; RAMIREZ, C. 1995a. Control de calidad de los abonos orgánicos por medio de bioensayos. In Simposio Centro Americano Sobre Agricultura Organica J. A. Garcia, J.M. Najera (ed) UNED, San Jose, Costa Rica. p 121 -140.
- VANDEVIVERE, P; RAMIREZ, C. 1995b. Bioensayo microbiano para determinar los nutrientes disponibles en abonos organicos. BOL TEC 28 (2): 90 -96.
- VERONI, M. 1997. Plant analysis: an interpretation manual. Second edition. Australia.CSIRO. 572

El anillo clorótico y otros síntomas atribuidos a virus en palma aceitera: riesgos de transmisión por semilla

Carlos Chinchilla¹

Resumen

La palma aceitera, en la mayoría de las áreas en que es cultivada, parece encontrarse libre de enfermedades económicamente importantes causadas por virus. Sin embargo, el llamado anillo clorótico, el cual afecta palmas de vivero, ha causado pérdidas importantes en Ecuador y en menor grado en la India. Otros desórdenes en palma aceitera caracterizados por la presencia de síntomas que hacen sospechar de una infección viral (u otro agente no cultivable), se describen también en este documento. Algunos de ellos carecen de toda importancia económica, y en otros, su naturaleza viral no ha sido claramente demostrada. No existe evidencia experimental de que alguno de estos desórdenes sea transmitido en la semilla.

Introducción

En palma aceitera, los patógenos transmitidos a través de la semilla son una rara excepción (Chinchilla y Umaña 1996). Así mismo, las enfermedades causadas por virus, o que se sospecha puedan estar asociadas a una infección viral, son realmente poco comunes en las palmas en general (Chase y Broschat 1993). Algunos informes viejos sobre virus en palma aceitera no pudieron ser confirmados posteriormente, o se consideran más como una curiosidad, que como una amenaza para el cultivo. Los desórdenes descritos por Plumb et al. (1977) están en esta categoría, y algunos descritos por Turner (1981). Las condiciones conocidas como "blast" en viveros, y la "mancha anular", también en viveros y principalmente en palma joven en el campo, se han asociado a virus, pero todavía falta evidencia experimental para tener certeza sobre esto.

En el sur de la India, y en el occidente ecuatoriano en 1994-95, se encontraron palmas de vivero mostrando síntomas muy similares a una infección viral (Solomon y Babu 1998, Chinchilla et al. 1995). En el caso de Ecuador, la incidencia fue muy alta en algunos viveros, lo que hizo pensar a algunos que la industria de la palma aceitera podría estar siendo amenazada en ese país.

Han transcurrido ya varios años desde estos informes iniciales, y los problemas con este virus son cada vez menos frecuentes en ambas localidades, lo que ha hecho que retorne la calma entre los productores y se hayan reactivado las siembras.

¹ 1. Consultor para ASD de Costa Rica, cmlchinchilla@gmail.com

Informes previos sobre la presencia de síntomas asociados a virus

Turner (1981) presenta una descripción de las condiciones conocidas como estrías pardas (bronze streak), clorosis infecciosa (infectious chlorosis) y mancha anular (ring spot) en palmas de vivero en Africa y el suroeste asiático. La condición fue considerada de escasa importancia, ya que los síntomas desaparecían después de llevar las plantas al campo, y por que la presencia del problema se asociaba con un manejo agronómico deficiente del vivero.

La condición del "bronze streak" se caracterizaba, entre otros síntomas, por un crecimiento lento de las plantas y por un rayado clorótico en las hojas más jóvenes, algunas de las cuales presentaban bandas blanquecinas muy angostas entre las venas y concentradas en la parte distal de las hojas. El estriado clorótico era muy evidente y se volvía discontinuo hacia la parte distal de la hoja, dejando una hilera de pequeñas manchitas cloróticas con bordes bien definidos. Las puntas de los folíolos apicales podían aparecer completamente cloróticas.

Algunos de los síntomas de la "clorosis infecciosa" eran semejantes al "bronze streak", e incluían la presencia de un rayado clorótico blanquecino localizado entre las venas, el cual se acentuaba en los folíolos de la punta de las hojas más jóvenes. Los primeros síntomas de "ring spot" aparecían en las hojas flecha como manchas translúcidas blancuzcas localizadas entre las venas y hacia el borde de los folíolos doblados. Estas manchas eran más fácilmente visibles al trasluz. Al abrir las flechas, las manchas cambiaban a un verde pálido, produciendo anillos cloróticos circulares u ovals, localizados entre las venas. Estos síntomas eran también visibles al trasluz en las hojas más viejas. En general, estos síntomas son similares a lo que se describe luego como anillo clorótico. En el tiempo en que estos síntomas fueron descritos no se encontró evidencia de transmisión de las condiciones descritas.

Plumb et al. (1978) describió en Papua Nueva Guinea, lo que él llamó "infección asintomática", a la cual se encontraron asociados tres tipos de partículas virales. No obstante, no se pudo asociar ningún síntoma específico con la presencia de alguna de estas partículas. La aparente infección viral se asociaba a plantas estresadas (¿causa o efecto?) y no fue posible transmitir las partículas a otras plantas.

Mancha anaranjada (orange spotting)

Este es un término muy general para describir una condición en palmas adultas caracterizada por la presencia de manchas en las hojas que cambian con la edad de amarillas (hojas más jóvenes) a un anaranjado opaco en las hojas más viejas. En algunos casos todo el follaje de la palma se ve anaranjado desde lejos. En las hojas viejas, las manchas coalescen y los folíolos muestran un reticulado anaranjado. Esta condición, comúnmente aparece en palmas aisladas, y ha sido asociada con progenies particulares y atribuida a una depresión endogámica. (Hartley 1988, Turner 1981).

Ciertos síntomas asociados a la deficiencia de potasio se asemejan en algo a la mancha anaranjada y han sido descritos como "confluent orange spotting". En este caso, los síntomas aparecen en un grupo de palmas cercanas, y son las hojas más viejas las afectadas, en las cuales se desarrolla una necrosis de los folíolos a partir de las puntas y los márgenes. En casos severos,

la porción central de las lesiones se necrosa, lo cual no ocurre en el caso de la mancha anaranjada.

Harold y Randles (1991) describen un tipo de mancha anaranjada en palma aceitera en la cual observaron unas partículas semejantes a las del viroide del "cadang cadang" del cocotero descrito en Filipinas. Palmas inoculadas con tales partículas desarrollaron manchas naranja brillantes muy conspicuas en las hojas de mayor edad. Las palmas infectadas dejaron de producir fruta, y aparentemente murieron después de un tiempo a causa de la enfermedad. Otras especies de palmas fueron inoculadas con las partículas y también se obtuvo infección. La condición no fue transmitida en la semilla, y hasta ahora no se conoce de ningún problema de campo asociado a tales partículas.

Anillo clorótico

Esta enfermedad, descrita en el occidente ecuatoriano (Chinchilla et al. 1995) representa un riesgo potencial para la industria de la palma aceitera en ese país. Una condición similar (posiblemente la misma) fue descrita en la India (Karnataka y Andra Pradesh) en 1994 por Solomon y Babu (1998). Morales, F. (2000) describe la enfermedad en Tumaco, Colombia y aporta nuevos estudios sobre el agente causal.

En la India, la incidencia fue bastante baja (0.0001-0.01%) (Solomon y Babu (1998), pero algunos viveros en Ecuador alcanzaron una incidencia por encima del 80%. Después de esta explosión de la enfermedad en Ecuador en 1995, la incidencia ha bajado consistentemente en los últimos años, y se considera que ahora está bajo control, a pesar de que no se sabe a ciencia cierta exactamente qué ha causado tal situación.

Síntomas

Un detalle de interés de esta enfermedad es la presencia de al menos tres tipos de síntomas en una misma planta: moteado, estriado clorótico, y manchas pálido-amarillentas en forma de anillos en las hojas (Fig. 1). El moteado se presenta como áreas entremezcladas de un verde oscuro y verde más claro o amarillo, más evidente en las hojas de mayor edad. El estriado, que normalmente se concentra hacia la punta de las hojas jóvenes, se caracteriza por bandas muy angostas amarillentas y discontinuas paralelas a la nervadura de las hojas. Los anillos cloróticos son áreas de tejido verde claro rodeadas de un anillo irregular de color amarillo-blanquecino. La forma varía entre redonda y ovalada, y los márgenes de anillos contiguos pueden converger, o bien se forman patrones de anillos concéntricos, particularmente hacia la mitad del foliolo.

Los síntomas se desarrollan a partir de las hojas más jóvenes aún sin abrir (flechas), en donde las manchas tienen un tono blanquecino pálido. Estos síntomas se extienden desde los folíolos de la base de las flechas hacia los de la punta. En algunas ocasiones los peciolo también presentan decoloraciones. Los síntomas persisten por largo tiempo en el tejido, y conforme se forman nuevas hojas, la planta presenta una mayor proporción del follaje afectado, predominando los moteados en las hojas más viejas, que fueron las primeras infectadas cuando estaban en la fase de flechas. A pesar de la severidad aparente de los síntomas, el crecimiento y vigor general de las plantas parece ser poco afectado. Es posible que infecciones tardías puedan tener un efecto menor en el crecimiento.



Fig. 1. Anillo clorótico: estrías, mosaico y anillos cloróticos

Agente causal

Tejidos con síntomas examinados en la India y Ecuador mostraron la presencia de partículas virales filamentosas y flexuosas en forma de varilla. Las inclusiones citoplasmáticas de tipo "pinwheels" y otras similares, llevaron a Solomon y Babu (1988) a incluir este virus en forma tentativa dentro de la sub-división I de Potyviridae. Reddy (1996) había mostrado que los extractos de hojas infectadas reaccionaban positivamente con antisueros para el grupo de los potivirus. Las partículas virales asociadas a las palmas afectadas en Ecuador son también del grupo de los potivirus (Chinchilla et al. 1995, Rivera et al. 1996).

Epidemiología y control

No existe mucha información sobre el manejo de esta enfermedad. Como medida normal preventiva, las plantas con síntomas son usualmente removidas prontamente del vivero y destruidas. El tipo de virus asociado a estos síntomas (potivirus) es normalmente transmitido por insectos chupadores que se alojan principalmente en gramíneas. Considerando esta información, se pueden adoptar varias otras medidas preventivas para reducir las probabilidades de infección, tales como un buen control de malezas dentro y en los alrededores del vivero, control de los insectos, e incluso (cuando económicamente esto es factible), el aislamiento del vivero con un material (zarán fino) que prevenga en algo la entrada de insectos. Dado que el problema no aparece o es de muy baja incidencia en el pre vivero, se ha recomendado retrasar el transplante al vivero principal, pero esto puede causar ahilamiento de las plantas.

La distribución de los primeros casos de la enfermedad en el vivero es completamente aleatoria. Normalmente, las primeras plantas con síntomas aparecen cuando el vivero alcanza unos cuatro meses de edad, y la incidencia puede ser bastante alta a los 7-8 meses, cuando 25 % o más de las plantas pueden aparecer enfermas. En palmas afectadas que son llevadas al campo, los síntomas en el follaje persisten por varios años, pero el efecto sobre el rendimiento no ha sido cuantificado.

Existe evidencia circunstancial de que la sombra en vivero puede ayudar a reducir la incidencia. En África, en donde la condición conocida como "blast" es común, el uso de sombra combinado con insecticidas, ayuda a reducir la incidencia del desorden.

La ubicación del vivero, lejos de áreas bajas, y el uso de un mulch repelente, tal como granza de arroz, pueden ayudar también a mantener alejados a los posibles vectores (Diaz et al. 1998).

La evidencia acumulada hasta ahora indica que el anillo clorótico no es transmitido en la semilla (Chaves 1995, Chinchilla 1994, 1995). En una ocasión, un lote particular de semillas germinadas, se dividió en dos mitades que fueron sembradas en localidades diferentes. La incidencia alcanzó 80% en una área y fue nula en la otra (Genty 1996).

Blast

Esta fue probablemente la enfermedad más destructora en viveros en África y Malasia. Una enfermedad de características similares fue descrita en Colombia, pero los síntomas pudieron ser fácilmente confundidos con los de la "mancha anular". La causa del "blast" fue desconocida por muchos años, de manera que el combate fue empírico durante mucho tiempo, por lo cual las pérdidas de plantas podían ser muy altas (5-80%) (Turner 1981).

Síntomas

Los primeros síntomas observados son un amarillamiento en la base de las hojas más jóvenes, y el desarrollo de un bronceado en las más viejas. El follaje pierde su brillo normal y adquiere una apariencia opaca y consistencia flácida. El color del follaje cambia a verde oliva o caqui, luego a verde amarillento, desarrollándose una coloración violácea hacia las puntas de las hojas. Las hojas más afectadas se necrosan rápidamente, toman un color pardo oscuro, y adquieren una consistencia quebradiza. Acompañando a estos síntomas, se desarrolla una necrosis húmeda y oscura en la base de la flecha. Las raíces (corteza) se pudren aún en estados muy tempranos de la enfermedad, empezando por las puntas de las raíces primarias. La pudrición de raíces se detiene en la base de la planta (Robertson 1968). Un corte transversal del pseudobulbo revela una coloración café-anaranjada, que puede tornarse negruzca (Franqueville et al. 1991). La muerte puede ocurrir en dos semanas. En algunos casos, la planta infectada no muere pero su crecimiento es severamente afectado, por lo cual estas plantas son normalmente desechadas. El periodo de mayor susceptibilidad ocurre cuando las plantas están produciendo entre 4 y 6 hojas. (Franqueville et al. 1991).

Originalmente, el desarrollo de la pudrición de raíces se atribuyó a una infección combinada de *Rhizoctonia* y *Phythium*, pero esta teoría fue desechada en parte al comprobarse que existe probablemente un agente ("mollicute" no cultivable) transmisible por un insecto chupador: *Recilia mica* (Jessidae). Este insecto normalmente se hospeda en gramíneas (*Paspalum* sp, *Pennisetum* sp), y de ahí la asociación entre la incidencia de la enfermedad e infestación por gramíneas en el vivero (Renard y Quillec 1979, Franqueville et al. 1991, Julia 1979). Los primeros síntomas pueden aparecer después de una semana de la infección, y la muerte de la planta puede ocurrir en 20 días (Franqueville et al. 1991).

Combate

Con prácticas como una irrigación adecuada, el uso de "mulch" en las bolsas y un buen control de malezas en el vivero, se puede mantener la enfermedad a un bajo nivel. Se ha aconsejado

eliminar con herbicidas todas las gramíneas dentro del vivero y sobre una franja de al menos 15 m de ancho a su alrededor. En áreas y épocas de mayor riesgo (época seca) se ha recomendado aplicar un insecticida sistémico como el aldicarb (Renard y Quillec 1979). No se conoce de ninguna información que indique que esta condición pueda ser transmitida en la semilla (Frison et al. 1991).

Mancha anular

El desconocimiento del agente causal de este trastorno ha conducido a que exista bastante confusión en cuanto a su relación con otras formas de pudrición de las flechas, la llamada pudrición seca del cogollo, el moteado del cogollo, el amarillamiento fatal y aún el “blast”.

Enfermedades con síntomas similares han sido descritas en varios países de Sur América (Perú, Ecuador, Colombia y Brasil) y en Africa (Costa de Marfil). La incidencia es mayor, y los síntomas más severos en palmas entre dos y cuatro años en el campo: entre un 10% y un 25% o más de las palmas pueden ser afectadas en áreas específicas. (Renard y Quillec 1984; Van de Lande 1986; Turner 1982; Dzido et al. 1978; Renard y Franqueville 1989). La enfermedad aparece también en *E. oleifera*, en donde se observa un secamiento rápido de la flecha y una pudrición seca en el cogollo (Renard y Franqueville 1989).

En los viveros, la enfermedad se concentra cerca de los bordes, y en la plantación los primeros casos aparecen forma dispersa. En el segundo año después de la siembra, se pueden desarrollar focos de plantas enfermas, en donde la incidencia alcanza 25% o más.

Síntomas

En las plantas de vivero aparecen pequeñas manchas redondeadas u ovals de color amarillento o blanco en los folíolos inferiores de las flechas aún sin abrir. En la parte basal de las flechas, aún de color crema, las lesiones son de coloración marrón. La clorosis se extiende a las hojas jóvenes abiertas y se desarrolla una pudrición seca en el cogollo. La tasa de crecimiento se reduce, las hojas nuevas producidas son más cortas y pueden presentar sectores arrugados en el raquis. En la parte basal de las hojas, las manchas están rodeadas de un halo amarillento brillante de unos 2-5 mm de diámetro, y se extienden a lo largo de la vena principal.

En las palmas jóvenes en el campo, el crecimiento de la flecha se reduce y se desarrolla una coloración amarilla brillante en los extremos de las hojas más jóvenes (generalmente la 1, 2 y 3). La clorosis se extiende a otras hojas de mayor edad y posteriormente todas las hojas jóvenes se secan (Fig 2).

Característico en las primeras fases de la enfermedad es el desarrollo de pequeñas manchas redondas u ovaladas (0.8 x 0.85 mm), grasosas y amarillentas, en la base de los folíolos basales de las flechas. Estas manchas pueden ser también subcuadrangulares y a veces se disponen en líneas formando eslabones. Conforme las manchas se necrosan, se desarrolla una pudrición seca en las flechas, que avanza hasta alcanzar el meristemo en algunos casos. Las hojas bajas se tornan pardas y se secan. Las inflorescencias y racimos más jóvenes presentan manchas amarillo-anaranjado y también se pudren.



Fig. 2. Mancha anular: clorosis de hojas jóvenes (izquierda), pudrición de flechas (centro) y manchas en la base del tallo (derecha).

Internamente, en las fases iniciales del desarrollo de los síntomas, se nota la presencia de manchas necróticas en la parte basal del raquis de las hojas nuevas. El bulbo (base de la planta) presenta internamente manchas grasosas en su parte superior, y una zona de color violáceo que se extiende en forma radial, especialmente cerca de la zona de inserción de las raíces. Manchas de color rojo-violáceo también pueden aparecer en la parte superior del tallo (Renard y Quillec 1984; Dzido et al. 1978).

De acuerdo a Renard y Quillec (1984) las raíces no son afectadas, pero Dzido et al. (1978) observaron una pudrición acuosa en las raíces terciarias y cuaternarias y un ennegrecimiento del cilindro central de las raíces primarias y secundarias. Es posible que tanto la pudrición de las flechas como de las raíces sean en realidad síntomas secundarios que se desarrollan en etapas avanzadas de la enfermedad.

La muerte de la palma puede ocurrir entre tres meses y un año después de presentarse los síntomas. Una tolerancia a la enfermedad se desarrolla con la edad y las plantas de cinco años o más son aparentemente resistentes.

Conforme la planta se desarrolla en el campo luego del trasplante, los síntomas son menos severos, desapareciendo en algunos casos las manchas anulares características en los folíolos de las flechas. Esto hace que la sintomatología pueda confundirse con otras enfermedades. En algunos casos las palmas afectadas no mueren, y después del ataque producen al menos un ciclo de hojas más pequeñas.

Combate

Aparentemente la palma aceitera americana (*E. oleifera*) es más resistente a este trastorno, y los híbridos OxG presentan una respuesta variable a la enfermedad.

La enfermedad es prevalente en áreas bajas, mal drenadas y con fuerte infestación de malezas, especialmente gramíneas tales como *Panicum* sp. La incidencia es menor en áreas sin malezas y

con el suelo descubierto. Esta situación ha hecho pensar a algunos de la presencia de un vector que se aloja en malezas y lleva hasta la palma algún agente transmisible. De acuerdo a Renard y Quillec (1984) la enfermedad fue reproducida con dos cigarritas: (Homópteros): *Sogatella kolophon* y *S. cubana*.

Como medidas que ayudan a disminuir la incidencia de la enfermedad se recomienda el establecimiento temprano de una cobertura de leguminosas, una fertilización balanceada, mantenimiento de los comales (rodajas) y la erradicación temprana de las plantas con síntomas. En las áreas de mayor incidencia se recomienda mantener el suelo libre de malezas (suelo desnudo) durante la estación seca (Renard y Quillec 1984).

En el vivero se deben controlar las malezas especialmente gramíneas, las cuales deben de ser eliminadas en un borde no menor de 15 m alrededor. La aplicación mensual de un insecticida sistémico tal como aldicarb también ayuda (Renard y Quillec 1984).

No existe evidencia de la transmisión de esta condición a través de la semilla. En una oportunidad un lote de semillas fue sembrado en dos localidades; siendo uno de ellos destruido por la enfermedad, mientras que el otro estuvo libre del problema (Morales 2000).

Conclusiones

El movimiento de germoplasma entre áreas geográficas y países siempre representa un riesgo de introducción de enfermedades potencialmente importantes para algún cultivo (McGee 1997). Las semillas son actualmente el material de siembra preferido en palma aceitera, y grandes volúmenes de semillas germinadas o calentadas se mueven en el mercado internacional.

Hasta ahora, *Fusarium oxysporium* f. sp. *elaeidis* es el único patógeno de importancia que se conoce pueda ser transmitido en la semilla de la palma aceitera. Las enfermedades virales en este cultivo son raras, y no existe evidencia de transmisión de ninguna de ellas por medio de la semilla. Durante el proceso de germinación de las semillas, estas son sometidas a un tratamiento con calor (39°C por 45 días) y no muchos virus podrían resistir tal tratamiento.

Los síntomas descritos por Turner (1981) como "ring spot" podrían indicar que el "anillo clorótico" descrito en la India y Ecuador ha estado realmente presente por muchos años en los viveros de algunos países pero con una incidencia extremadamente baja. Las razones para un resurgimiento del problema del anillo clorótico en dos localidades tan distantes como la India, y el Ecuador en 1994 y 1995, no serán fáciles de encontrar, como tampoco lo será, el por qué la enfermedad ha ido perdiendo terreno con el tiempo.

El patrón de comportamiento del problema en el campo pareciera indicar que los ataques se relacionaron a cambios ambientales bruscos que forzaron la migración de vectores desde reservorios nativos del virus hacia un huésped no usual como sería la palma aceitera. Una vez que tales condiciones ambientales regresaron a un patrón "normal", las migraciones en masa cesaron, lo cual ha causado que la magnitud del problema se reduzca.

Literatura citada

- Chase, A., Broschat, T. 1993. Disease and disorders of ornamental palms. USA, APS Press. 56 p.
- Chaves, F. 1995. Semillas germinadas entregadas al Ing. C. López. INIAP. Mimeografiado. 7p.
- Chinchilla, C. 1994. An evaluation of the presence of virus-like symptoms in oil palm nurseries in Karnataka, India. ASD de Costa Rica. 7p.
- Chinchilla, C.; Rivera, C.; Moreira, L.; Pereira, R. 1995. Síntomas asociados a virus en viveros de palma aceitera en Ecuador. ASD de Costa Rica y Univ. de Costa Rica. 9p.
- Chinchilla, C. Umaña, C. 1996. There is no (known) danger in importing diseases through oil palm seed imports from Costa Rica. ASD Oil Palm Papers (Costa Rica). 13: 1-8.
- Diaz, J., Merino, G., Torres, E., Villavicencio, Mendoza, E. 1998. El Palmicultor (Ecuador), 12: 36-39.
- Dzido, J.L.; Genty, P.; Ollagnier, M. 1978. Principales enfermedades de la palma aceitera en el Ecuador. *Oléagineux* 33(2): 329-332.
- Franqueville, H.; Renard, F.M.; Philippe, R.; Mariau, D. 1991. Oil palm blast: prospects for improvement of the control methods. *Oléagineux* 46(6): 223-231.
- Frison, E.A.; Putter, C.A.J.; Diekmann, M. 1991. Technical guidelines for the safe movement of coconut germplasm. FAO/IBPGR. 47p.
- Genty, P. 1996. Nueva enfermedad en semilleros de palma aceitera en Ecuador. Informe de una visita a ANCUPA. *Palmas* 17(1): 19-26.
- Hanold, D.; Randles, J.W. 1991. Coconut Cadang Cadang and its viroid agent. *Plant Disease* 75(4): 330-335.
- Julia, J.F. 1979. Mise en evidence et identification des insectes responsables des maladies juveniles du cocotier et du palmier à huile en Ivory Coast. *Oléagineux* 34(8): 385-393.
- Lande, van de H.L. 1986. Diseases of fatal character to the oil palm in Surinam and in north Brazil. *De Surin. Landb.* 34(1,2,3): 1-12.
- McGee, D. 1997. Plant Pathogens and the worldwide movement of seeds. APS Press. 109 p.
- Morales, F. 2000. La mancha anular y el anillo clorótico de la palma de aceite. *Palmas, Colombia*. 21 (Nº especial, tomo 1) pp. 158-164.
- Reddy, O.R. 1994. A report on association of potyvirus with seedlings of oil palm affected by leaf mottling and streak in Karnataka state. 2p.
- Renard, J.L.; Franqueville, H. 1989. Oil palm bud rot. *Oléagineux* 44(2): 87-92.
- Renard, J.L.; Quillec, G. 1979. Diseases and abnormalities of the oil palm in the nursery. *Oléagineux* 34(7): 331-337.
- Renard, J.L.; Quillec, G. 1984. Dry bud rot of the oil palm. *Oléagineux* 39(10): 471-476.
- Rivera, C., Pereira, R., Moreira, L., Chinchilla, C. 1996. Detection of potyvirus-like particles associated with oil palms in Ecuador. *Plant Disease* 80:1301.
- Robertson, J.S.; Prendergast, A.G.; Sly, J.M. 1968. Diseases and disorders of the oil palm in West Africa. *J. West Institute Oil Palm Res.* 4(16): 381-409.
- Solomon, J.J.; Babu M. Kochu. 1998. Incidence of potyvirus disease in oil palm nurseries seedlings. *J. Oil Palm Res. (Malaysia)*, 10(1): 52-56.
- Turner, 1981. *Oil Palm Diseases and Disorders*. Oxford University Press. pp. 48-51.