

Aproximación matemática al entendimiento de la dinámica de la enfermedad “complejo pudrición del cogollo” en palma de aceite, en diferentes regiones productoras de América tropical

A mathematical approach to understanding the dynamics of the “bud rot complex” disease in oil palm, in various producing regions of tropical America

AUTORES



Jorge E. Gómez

jegomez@thinoil.net

Jorge E. Corredor

jecorredor@thinoil.net

Palabras CLAVE

Pudrición del cogollo, palma de aceite.

Bud Rot, oil palm

Resumen

Se prepararon curvas matemáticas de la epidemiología de la enfermedad pudrición del cogollo en palma de aceite para diferentes regiones productoras de palma de aceite de América Tropical, que han sido afectadas por la enfermedad. A partir de las figuras se construyeron las ecuaciones que describen dichas curvas. La información fue utilizada para lograr un mejor entendimiento de las diferencias en virulencia de la enfermedad en las diferentes regiones y de los diferentes materiales genéticos para así intentar explicar la causa de esas diferencias. Las proyecciones de las curvas también se utilizaron para predecir la producción y por tanto el flujo de caja de las compañías palmeras.

Abstract

Mathematical curves of the epidemiology of bud rot disease in oil palm for different oil palm producing regions in tropical America that have been affected by the disease were prepared. Based on these figures, equations describing these curves were constructed. The information was used to gain a better understanding of the differences in virulence of the disease in different regions and in different genetic materials in order to try to explain the cause of these differences. The projections of the curves were also used to predict production and therefore the cash flow of oil palm companies.

Introducción

La pudrición del cogollo se ha convertido en el factor más limitante para el desarrollo de nuevas áreas de palma de aceite en Sur y Centroamérica, así como para la sostenibilidad de los cultivos ya establecidos. Esta enfermedad ha afectado plantaciones de palma de aceite en la mayoría de países en América Central como Panamá, Costa Rica y Nicaragua así como en Suramérica en países como Ecuador, Colombia, Surinam y Brasil.

Recientemente la enfermedad causó una severa devastación en las plantaciones en Tumaco, ciudad localizada al suroeste de Colombia, con alrededor de 35.000 hectáreas cultivadas en palma de aceite. La enfermedad se está moviendo actualmente a la frontera sur, hacia San Lorenzo, ciudad situada en el noroeste de Ecuador, donde hay cerca de 20.000 hectáreas cultivadas en palma de aceite que están siendo afectadas.

Por cerca de cincuenta años ha habido una discusión sobre si la enfermedad es causada por factores bióticos o abióticos. Otra pregunta sin respuesta por muchos años ha sido si esta enfermedad es causada por el mismo microorganismo en todas las regiones de América Tropical debido a que los síntomas y los resultados varían dependiendo de la región, debido posiblemente a las diferentes condiciones climáticas.

En septiembre de 2008, Cenipalma completó el postulado de Koch con la especie *Phytophthora*, la que después fue identificada como *P. palmivora*. Recientemente el mismo microorganismo ha sido aislado de palmas enfermas en tres de las cuatro regiones productoras de Colombia y en dos de las tres regiones productoras de Ecuador.

Algunos trabajos en epidemiología de la enfermedad fueron hechos en Surinam y Brasil durante los años 1980 y 1990 sin conocer el agente causal de la enfermedad, lo que dificultó el entendimiento de la complejidad de este disturbio.

Metodología

Se recogió para todos los casos analizados la estadística base consistente en el número de palmas nuevas enfermas mes tras mes o año tras año. Esta información se sometió a modelos matemáticos para enfer-

medades policíclicas. Finalmente se construyeron las fórmulas matemáticas y se proyectaron en el tiempo hacia atrás y hacia adelante las curvas de incidencia con la misma metodología de análisis con el propósito de tener un mismo patrón de comparación.

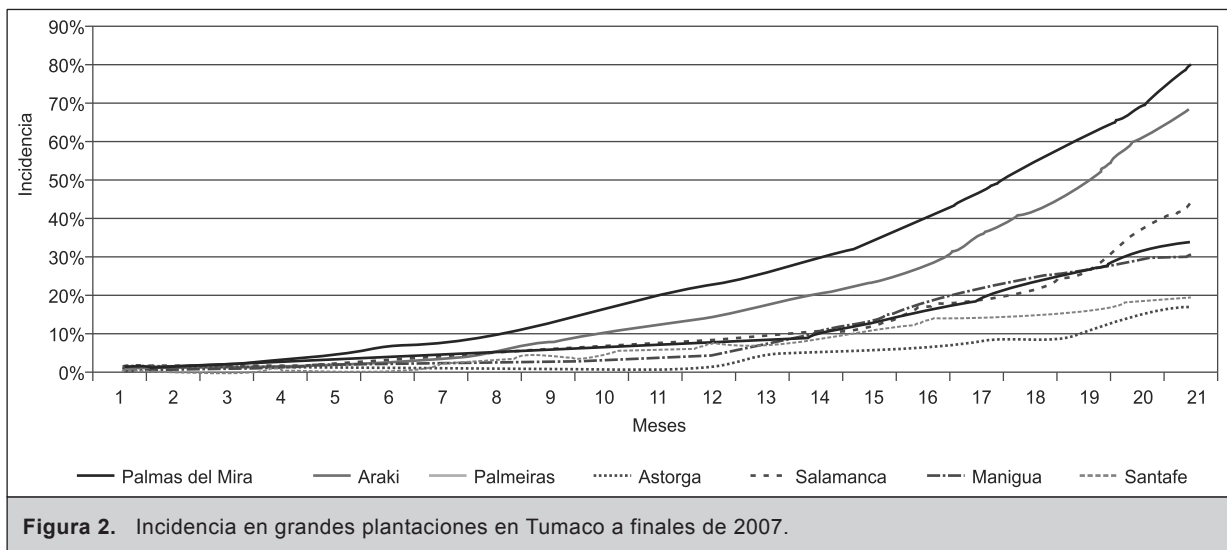
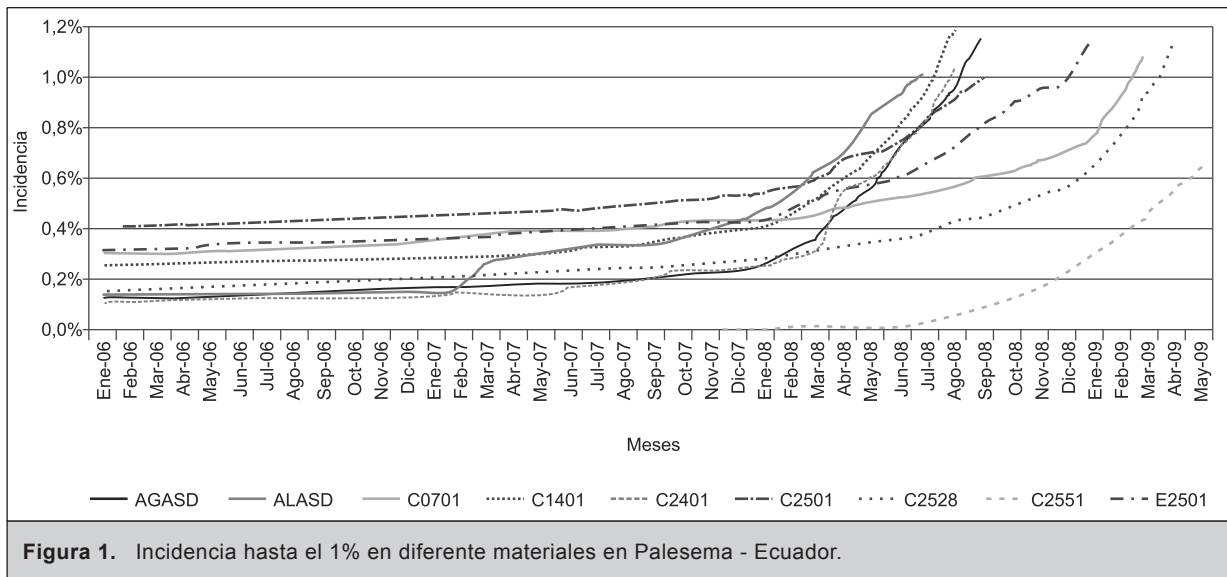
Resultados y discusión

Epidemiología

Varios autores han afirmado que esta enfermedad tiene dos fases de expansión. La fase uno, cuando algunas palmas se ven afectadas de manera aleatoria y la fase dos con la formación de focos alrededor de palmas inicialmente afectadas.

Algunos también han concluido que la dispersión de la enfermedad en la primera fase es lineal y luego se vuelve exponencial en la segunda fase. Al comparar los datos en este trabajo se pudo notar que con la exclusión temprana de palmas infectadas, la dispersión explosiva de la enfermedad pudo ser demorada por un tiempo y la pendiente inicial de la curva pudo ser reducida. Sin embargo, aún por debajo del 1% de incidencia se vio en los datos gráficos para Palesema, Ecuador, que la enfermedad se propaga en todos los materiales *E. guineensis* de manera exponencial (Figura 1). Cuando se grafica toda la enfermedad en una sola figura con la misma escala, los datos iniciales parecen lineales, pero si estos datos son graficados en una escala más grande y sus ecuaciones matemáticas son calculadas, se puede ver claramente que el crecimiento es exponencial y que la ecuación puede predecir el terrible resultado de la enfermedad, significando con esto el corto tiempo de vida que le resta a cada parcela.

Con base en el trabajo hecho sobre epidemiología de la enfermedad por Van de Lande en Surinam (1993) en la década de los noventa, se obtuvieron datos de las grandes plantaciones de Tumaco a comienzos de 2007, los cuales fueron graficados para obtener las ecuaciones matemáticas y así tratar de entender de manera temprana cómo la enfermedad se podría extender y cuál sería el resultado. En ese momento la incidencia de la mayoría de las plantaciones se encontraba por debajo del 5% pero fue posible predecir que muchas estarían en avanzado estado de incidencia a finales de 2007 (Figura 2) y cerca al 100% hacia finales



de 2008 y su producción se detendría a mediados de 2009. Estas predicciones probaron ser precisas con el tiempo (Figura 3).

De las observaciones de campo se ha logrado deducir que la producción se detiene por completo seis meses después de haber alcanzado el 100% de incidencia. Este lapso de tiempo fue utilizado para calcular la producción total de fruta por cada plantación, así como para toda el área productora de Tumaco. Esta información fue utilizada por las plantaciones para calcular su flujo de caja y sus necesidades de fertilización y otras prácticas agronómicas, lo que ayudó a conservar recursos económicos para ser utilizados en el proceso de renovación (Figura 4).

América Tropical: diferencias entre regiones y materiales

En un intento por entender si se trata de la misma enfermedad, se consiguieron datos de otras regiones de América Tropical donde hubo información disponible, donde la enfermedad ha causado severa devastación y se graficó la información, para tratar de entender las similitudes y diferencias entre las diferentes regiones. El caso de Tumaco, en Colombia, es el que hasta el momento ha demostrado tener el más alto grado de severidad y virulencia, al punto tal que no hay oportunidad para una reemisión masiva y una recuperación del cultivo.

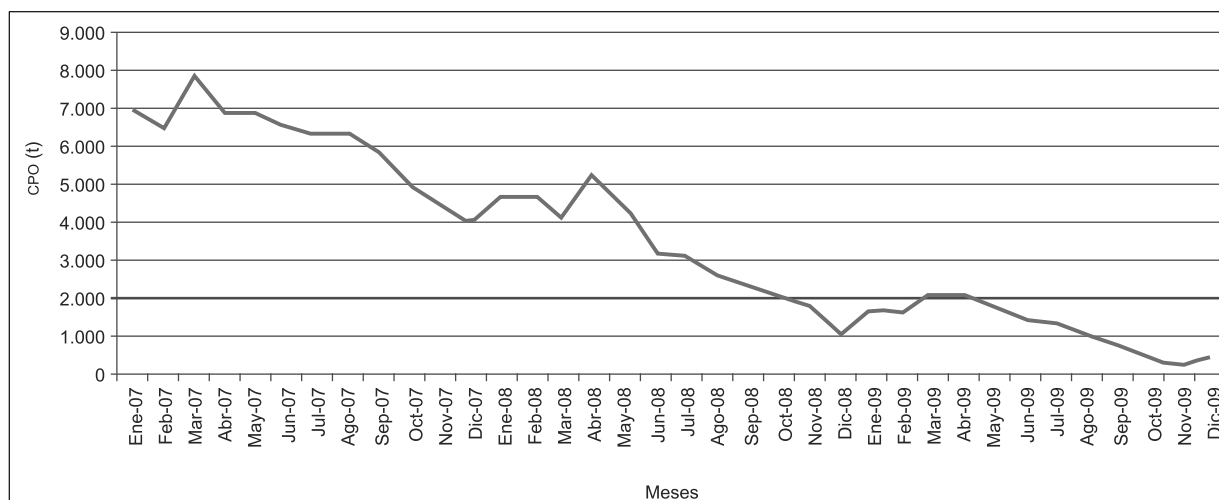


Figura 3. Proyección de incidencia en grandes plantaciones en Tumaco.

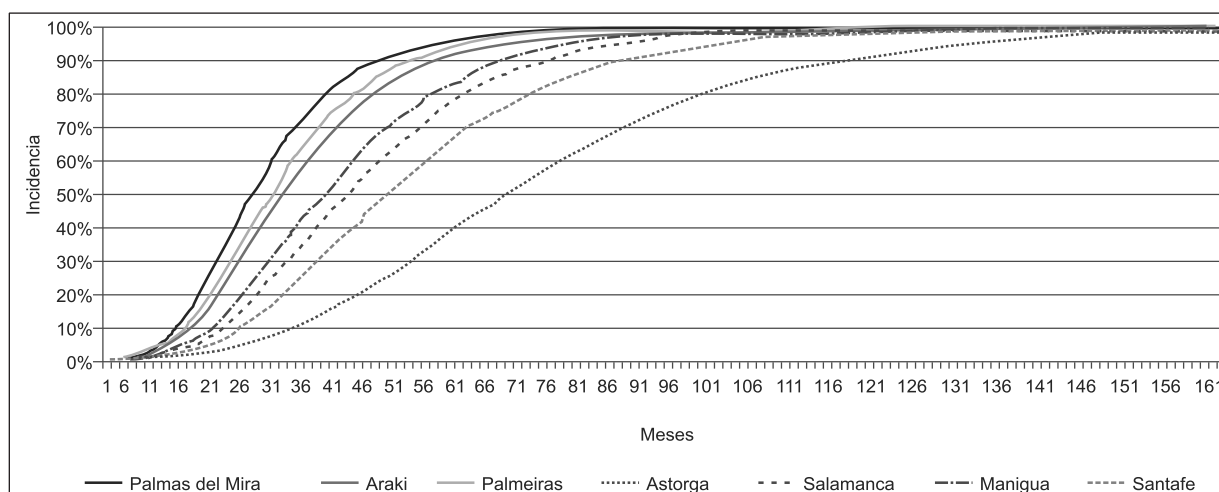


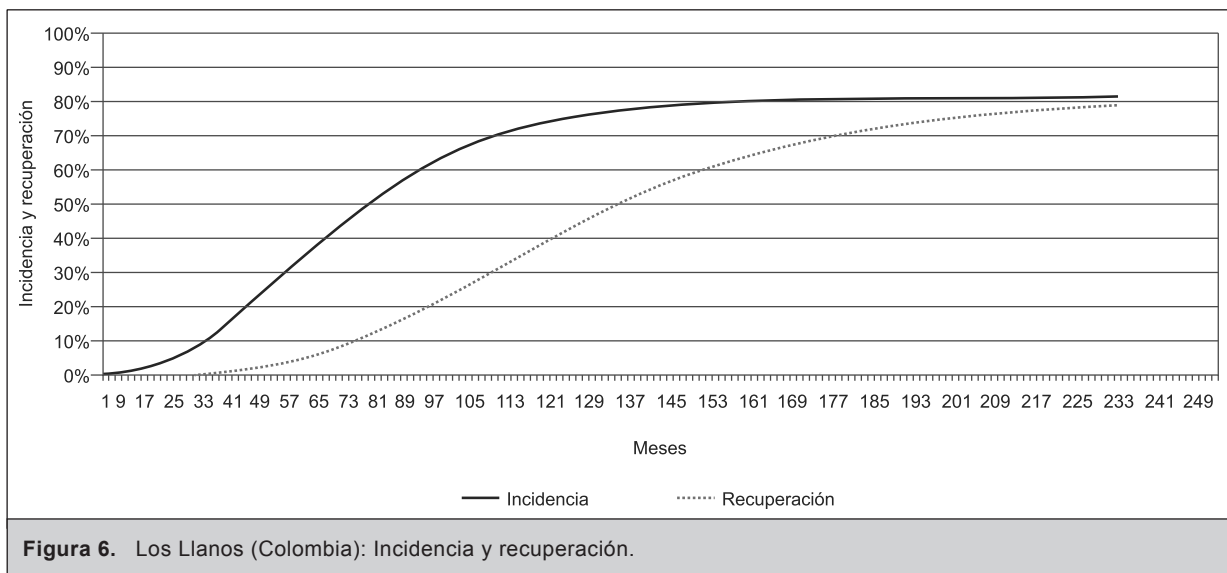
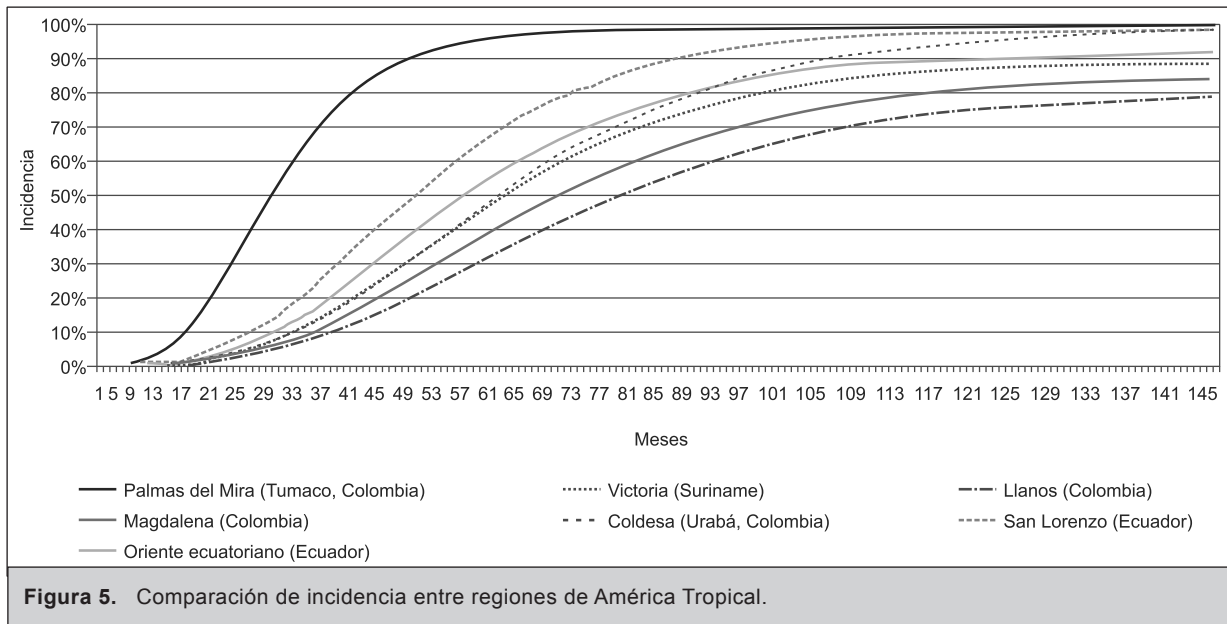
Figura 4. Producción proyectada de APC para Tumaco 2007-2009 (t/mes).

Las otras áreas de América Tropical que tienen un comportamiento similar son San Lorenzo, en Ecuador, y Denpasa, en Brasil, pero esta última fue eliminada de las figuras debido a que la información no es confiable. En las demás áreas la dispersión de la enfermedad fue mucho más lenta, lo que le podría haber dado a las palmas la oportunidad de reemitir (Figura 5).

No es claro todavía si estas reemisiones siguen patrones de clima o se dan por diferencias en virulencia del microorganismo involucrado, lo que debe ser estudiado posteriormente. La velocidad de dispersión varía de muy rápido y con muy pocas reemisiones como en el caso de Tumaco, pasando por unas más lentas con una presencia importante en el número de

reemisiones como en Surinam y en el extremo como ocurre en los Llanos en Colombia, donde las palmas se recuperan de la enfermedad, con muy pocas reemisiones. Las recuperaciones se han atribuido a una muy marcada estación seca de tres meses con muy baja humedad relativa, pero no hay aún explicación para la baja reincidencia (Figura 6).

En la región de Tumaco se intentó una gran variedad de tratamientos químicos y biológicos, ninguno con éxito. En esta región colombiana, la exclusión de palmas infectadas fue la principal práctica por cerca de quince años; era realizada por la mayoría de las plantaciones pero no por los pequeños palmicultores. Esto permitió el aumento de la presión de inóculo y



con el tiempo la explosión de la enfermedad y el movimiento hacia las grandes plantaciones. Una vez fuera de control, la enfermedad no pudo ser detenida.

Las pobres prácticas de exclusión de palmas afectadas probaron ser muy peligrosas. Debido a la gran cantidad de troncos de palma en descomposición, especialmente en manos de los pequeños palmicultores, una explosión de la población del escarabajo *Rhynchophorus palmarum* tuvo lugar y se convirtió en una amenaza para el proceso de renovación con híbridos O x G y otras especies de palmas en el área.

Esta práctica de manejo de la enfermedad mediante la exclusión o tratamiento de palmas enfermas ha sido seguida por la zona de San Lorenzo en Ecuador, la cual fue exitosa por al menos seis años, pero con plantaciones con el 100% de incidencia de la enfermedad a solo 8 kilómetros hacia el norte en Tumaco, no pudo ser detenida por siempre. Es posible que la detección y exclusión de palmas enfermas no se logre hacer con suficiente anticipación como para ser capaz de detener la propagación exponencial de la enfermedad, pero es una buena manera de frenar su desarrollo cuando se llega a una nueva área, lo cual se ha comprobado

en diversos lugares donde se ha trabajado. Este es el único período de tiempo en el cual el buen manejo podría haber afectado el resultado en las regiones de Tumaco y San Lorenzo. En la medida en que mejor se aplique esta práctica, la plantación sobrevivirá por más tiempo.

Como resultado de este manejo de la enfermedad, consistente en intervención temprana, sistemática, y minuciosamente planeada, se puede ver en las figuras trazadas la única parte lineal del desarrollo de la enfermedad que es cuando la enfermedad se está dispersando lentamente, y que de todas maneras siempre está por debajo del 1% de incidencia (Figura 7).

Debido a que la temprana y adecuada gestión de la enfermedad afecta el inicio exponencial, se observó que una vez la velocidad de propagación comienza a crecer de manera exponencial, su seguimiento es una buena forma de comparar el desarrollo de la enfermedad en diferentes materiales, dejando en evidencia la diferencia en la virulencia del agente causal o en la susceptibilidad del huésped (Figura 8).

También se observó en Tumaco que hay gran diferencia en susceptibilidad del material genético, clasificando los materiales desde los muy susceptibles cruces *Deli X Avros* de varios proveedores, hasta cruces menos susceptibles *Deli X La Me del Cirad*, hasta los

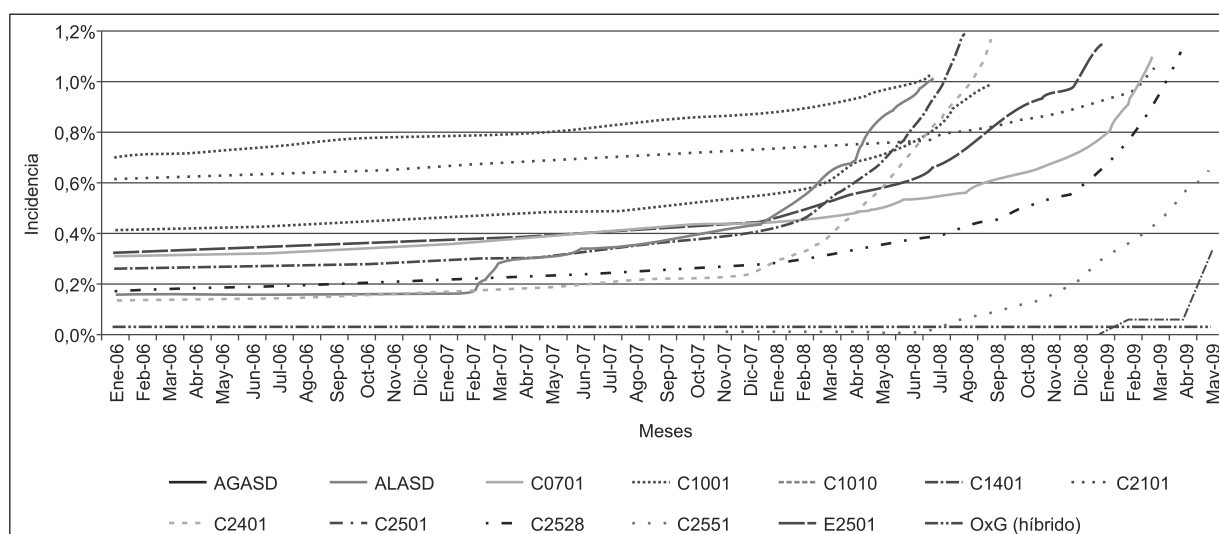


Figura 7. Incidencia hasta el 1% en diferentes materiales en Palasema - Ecuador.

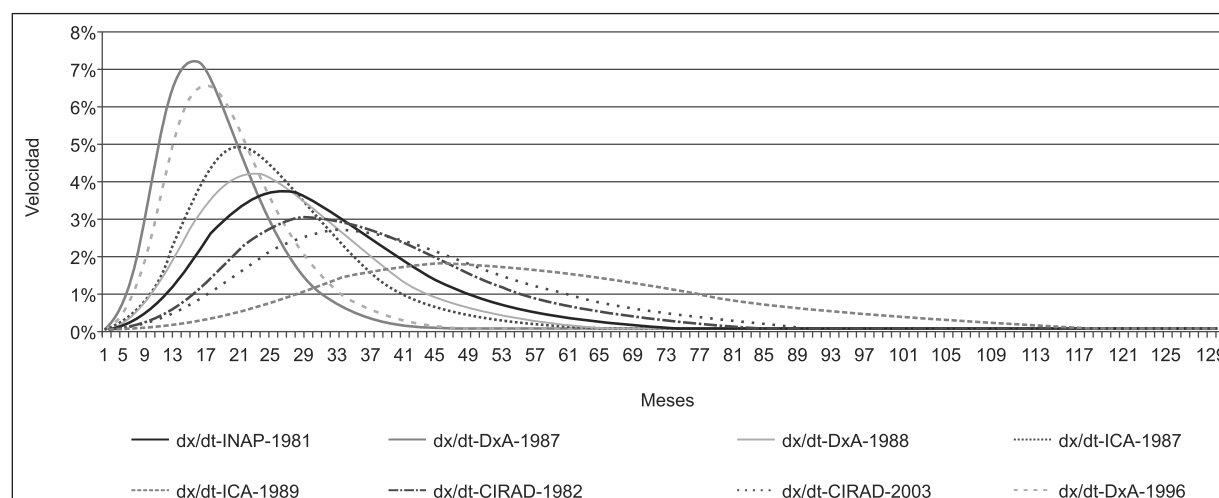
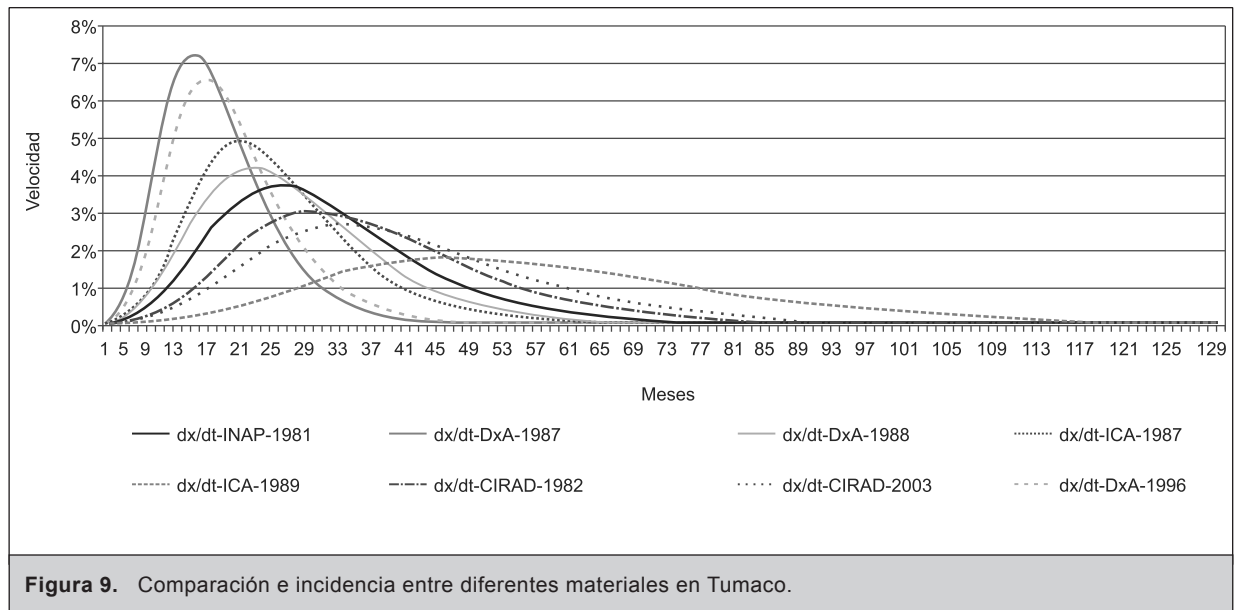


Figura 8. Velocidad de la enfermedad en diferentes materiales en Tumaco.



ocasionalmente afectados cruces de *E. guineensis* X *E. oleífera* (alto oléico) de varios orígenes, llegando a las palmas puras no susceptibles *E. oleífera*. (Figura 9). Si bien en Tumaco se encontraron diferencias en la velocidad de crecimiento de la enfermedad en los diferentes materiales *E. guineensis* probados hasta la actualidad, la muerte económica ocurrió en todas ellas con pocos meses de diferencia.

Aunque en Tumaco hay diferencias en la velocidad de dispersión de la enfermedad en los diferentes materiales *E. guineensis* en Tumaco plantados a la fecha, la muerte económica ocurrió en todos ellos con pocos meses de diferencia. El Cirad ha evaluado para la enfermedad la mayoría de sus códigos *E. guineensis* en el este de Ecuador, encontrando un par de ellos que parecen ser un poco más tolerantes, pero uno de ellos fue plantado en el noroeste de Ecuador, donde se mostró con menor tolerancia.

Conclusiones

Entender la forma cómo la enfermedad se desarrolla hará posible el manejo de las plantaciones afectadas. Es importante excluir las nuevas palmas afectadas en todas las áreas donde la enfermedad recién comienza, con el propósito de extender la vida económica de las plantaciones. En las regiones donde la enfermedad es menos agresiva y las palmas se recuperan, la exclusión puede ser suspendida una vez la enfermedad haya

alcanzado 2 o 3%, de otra forma, las parcelas serán destruidas por el constante proceso de exclusión.

El entendimiento del desarrollo de la enfermedad hará posible la siembra de materiales tolerantes, específicamente los cruces O_xG (Alto Oléico), especialmente en resiembras donde la incidencia ocurre mucho más rápido que la primera generación de siembras o en áreas donde la enfermedad ha sido pandémica.

El conocimiento de que los diferentes materiales se comportan de manera diferente con respecto a esta enfermedad, debería alertar a los cultivadores para plantar los materiales más tolerantes disponibles. Esta enfermedad parece ser endémica de América Tropical y puede aparecer súbitamente y con efectos tan devastadores como en Tumaco, donde después de 45 años de cultivo, esta se extendió de repente. Esta enfermedad puede todavía aparecer en zonas donde todavía no ha hecho presencia.

La pregunta que surge es si una enfermedad como esta alguna vez se apoderará de los cultivos de palma de aceite en el Sudeste de Asia, donde la mayor parte de la palma de aceite en el mundo se concentra y donde el material genético preferido se basa en los cruces Deli X Avros. La industria debe preocuparse por haber desarrollado materiales con una base genética estrecha y debe tratar de diversificar esta base en la medida de lo posible, aun a costa de sacrificar algunos rendimientos.

Bibliografía

- Arneson, Phil A. 2006. *Plant Disease Epidemiology*. Cornell University (Estados Unidos).
- Boari, A.J. 2008. *Estudos realizados sobre o amarelecimento fatal do dendezeiro (Elaeis guineensis Jacq.) no Brasil*. Embrapa Amazônia Oriental Belém, PA (Brasil).
- Bock, CH.; Cotty, P.J. 1999. *Wheat Seed Colonized with Atoxigenic Aspergillus avus: Characterization and Production of a Biopesticide for A toxin Control*, Southern Regional Research Center. Agricultural Research Service. United States Department of Agriculture (Estados Unidos).
- Cooke, BM. 2006. *The Epidemiology of Plant Diseases*, University College Dublín (Irlanda).
- Elliot, M. 2009. *Oil Palm Diseases in Ecuador: PC Comparison with Colombia, Summary Trip Report*, University of Florida – IFAS Fort Lauderdale Research and Education Center, Fort Lauderdale, Florida (Estados Unidos).
- Elliot, M. 2007. *Oil Palm Diseases in the Llanos (Eastern Zone) and Tucumaco (Western Zone): Cogollo Rot, Lethal Wilt and Bud Rot, Report on Visit*, University of Florida – IFAS Fort Lauderdale Research and Education Center, Fort Lauderdale, Florida (Estados Unidos).
- Franqueville, H. de. 2001. *La pudrición del cogollo de la palma aceitera en América Latina*- Cirad, Departamento de Cultivos Perennes.
- Gilligan, C.A. 1990. *Antagonistic interactions involving plant pathogens: fitting and analysis of models to non-monotonic curves for population and disease dynamics*, Department of Applied Biology. University of Cambridge, Pembroke Street, Cambridge (Reino Unido).
- Kranz, J. 2001. *Comparative Epidemiology of Plant Diseases*, Giessen (Alemania).
- Van de Lande, Hanny Lucia. 1993. *Studies on the epidemiology of spear rot in oil palm (Elaeis guineensis Jacq.)*. En: Surinam, University of Surinam.
- Van de Lande, HL. 1995. *Epidemiology, lecture notes*, University of Surinam.