

## Epidemiología de la enfermedad del mosaico africano de yuca en la provincia Huíla, Angola

### Epidemiology of african cassava mosaic diseases in Huíla province, Angola



<http://opn.to/a/j0pZI>

Jesus J. Moisés-Capenda da Rosa<sup>1</sup>, Ileana Miranda-Cabrera<sup>2</sup>, Yamila Martínez-Zubiaur<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Dirección Provincial de Agricultura da Huíla, Angola.

<sup>2</sup>Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA). Apartado 10. Autopista Nacional y Carretera de Jamaica, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

**RESUMEN:** Se evaluaron los factores epidemiológicos que influyen en la incidencia y severidad de la enfermedad del mosaico africano de la yuca (CMD) en dos municipios de la provincia Huíla, Angola. Se monitorearon 20 campos en producción y se aplicó una encuesta a los productores. Los muestreos se realizaron al 1 % del total de plantas presentes, en los meses de junio/2016, febrero y junio de 2017 y febrero/2018. La severidad y densidad del vector se compararon mediante análisis de varianza. El riesgo de factores no asociados al clima, sobre la severidad de la enfermedad, se determinó mediante análisis de la Fracción Atribuible al Riesgo. Los síntomas de la enfermedad estuvieron presentes en el 100 % de los campos analizados y la severidad difirió, significativamente, en los periodos en ambas localidades. La densidad de la mosca blanca (*Bemisia tabaci* G.) en Caluquembe, durante junio 2016, evidenció el mayor valor de los periodos analizados; mientras que, en Kuvango, durante ese periodo fue significativamente menor, lo que demostró que la severidad no está determinada solamente por la densidad del insecto. Se demostró que la temperatura y la humedad tuvieron la mayor influencia en ambas localidades, junto a las precipitaciones y la altitud. Se determinó que el tamaño de la superficie, la procedencia de los esquejes, la colindancia y la presencia de cultivos como col (*Brassica oleracea*), tomate (*Solanum lycopersicum*) y la ausencia de protección física, fueron los factores que aportaron el mayor riesgo al desarrollo de la severidad de la enfermedad; se observó que más del 66 % de los campos monitoreados estuvieron expuestos a estos factores de riesgos. Los resultados confirman la necesidad de realizar cambios en las tácticas de manejo de la enfermedad, para contribuir a disminuir su incidencia y severidad.

**Palabras clave:** Begomovirus, *Bemisia tabaci*, CMD, Huíla, mosca blanca, yuca.

**ABSTRACT:** The epidemiological factors influencing on the incidence and severity of the African Cassava Mosaic Disease (CMD) were evaluated in two localities of the province of Huila, Angola. Twenty production fields were monitored, and a survey was applied to the farmers. One percent of the plants growing in each field was sampled in June, 2016; February and June, 2017; and February, 2018. Severity and whitefly density were compared by an analysis of variance. CMD symptoms were observed in 100 % of the fields, and the severity showed significant differences for both locations in each period. In Caluquembe, the density of whiteflies (*Bemisia tabaci*) was greater in June 2016 than in the rest of the periods analyzed, while, in the same period, it was significantly lower in Kuvango. Severity was determined not only by the density of the insect. The climatic variables analyzed showed that temperature and humidity had the greatest influence in both locations, although rainfall and altitude also influenced. The analysis of the fraction attributable to the risk permitted the estimation of the risk on CMD severity by factors like field size, cutting origins, host crops (cabbage and tomato crops) in the field or nearby, and no use of physical protection measures. It was detected that more than 66 % of the fields surveyed were exposed to these risk factors. The results confirmed the need for making changes in the tactics of CMD management in order to reduce its incidence and severity.

**Keywords:** Begomovirus, CMD, whiteflies, cassava, Huila, *Bemisia tabaci*.

\*Autor para correspondencia: Yamila Martínez-Zubiaur: E-mail: [yamila@censa.edu.cu](mailto:yamila@censa.edu.cu)

Recibido: 03/07/2018

Aceptado: 19/10/2018

## INTRODUCCIÓN

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) constituye una fuente importante de energía en los países tropicales y subtropicales, sobre todo en África. Se estima que se producen unas 152 millones de toneladas por año, donde el 50 % lo aporta África, 30 % Asia y el 20 % los países de América, contribuyendo, significativamente, a la nutrición y al sustento de más de 800 millones de personas (1).

Los begomovirus pertenecen a la familia *Geminiviridae* y su genoma está constituido por una o dos moléculas de ADN circular de cadena sencilla; la replicación viral ocurre en el núcleo de las plantas hospedantes por un mecanismo de círculo rodante. Sobre la base de la organización del genoma, las identidades moleculares y las propiedades biológicas, la familia se divide en nueve géneros: *Becurtovirus*, *Begomovirus*, *Eragrovirus*, *Mastrevirus*, *Curtovirus*, *Topocuvirus*, *Capulavirus*, *Grablovirus* y *Turncurtovirus* (2,3).

Los miembros del género *Begomovirus* se consideran los más importantes debido a su amplia distribución mundial, la severidad de las enfermedades y las pérdidas que ocasionan en cultivos de interés agrícola (3). La transmisión se realiza por diferentes biotipos de mosca blanca (*Bemisia tabacci* Genn). La enfermedad del mosaico africano de la yuca (CMD) es de etiología viral compleja y se asocia a diez especies de virus, entre los que se encuentran el African cassava mosaic virus (ACMV), East african cassava mosaic virus (EACMV) (3), East african cassava mosaic Cameroon virus (EACMCV) (4), East african cassava mosaic virus-Uganda (EACMV-UG) (5), East african cassava mosaic Zanzibar virus (EACMZV) (6), East african cassava mosaic Malawi virus (EACMMV) (7), East african cassava mosaic Kenia virus (EACMKV) (8), East african cassava mosaic Burkina Faso virus (EACMBFV) (8), South african cassava mosaic virus (SACMV) (9) y Cassava mosaic Madagascar virus (CMMGV) (10).

De forma general, los síntomas típicos de la enfermedad son muy fuertes en las hojas jóvenes, que presentan áreas cloróticas, verde-claras, combinación de áreas verde-oscuras y

distribuidas aleatoriamente en el área foliar. También se evidencia distorsión, reducción del área foliar, enanismo, mosaico amarillo brillante, moteados cloróticos, clorosis foliar marginal, enrollamiento foliar, deformaciones foliares y arrugamientos de las hojas. Los síntomas pueden variar entre las hojas y ramas de una misma planta debido, fundamentalmente, a la presencia de diferentes aislados del virus, la variedad, la edad de la planta y los factores ambientales, como son la fertilidad del suelo, la humedad relativa, la radiación y la temperatura (2).

Angola es uno de los principales países productores de yuca en África, con una producción de 14,1 t.ha<sup>-1</sup>, aproximadamente; las mayores pérdidas se le atribuyen a la enfermedad del mosaico africano de la yuca (CMD), a través de la diseminación y propagación de estacas infestadas entre los productores (11).

En los estudios realizados sobre CMD en las provincias Malanje, Cuanza-Norte y Sur, Uíge, Bengo, Benguela y en la región de Okavango (Cunene) zona sur de Angola, usando variedades como Precoce de Angola, Ngana rico, Thiti, TMS-30142 y TMS-40125, se identificaron tres especies involucradas en la enfermedad. En la provincia Uíge, la mayor incidencia encontrada fue el ACMV con 84,6 %, EACMV con 63 % y el EACMV-UG con 18,5 % (12,13).

Diversos factores, como variaciones en el vector, el virus y el ambiente, son importantes en la sobreexpresión y dispersión de las enfermedades virales

El objetivo de este trabajo fue evaluar los factores epidemiológicos que influyen en la enfermedad del mosaico de la yuca (CMD) en la provincia Huila, República de Angola.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se encuestaron 20 campos de producción en los municipios Caluquembe y Kuvango, por ser los de mayores áreas sembradas y a nivel de la provincia (14,15). Los muestreos se realizaron en los periodos de junio/2016, febrero y junio de 2017 y febrero/2018.

Los aspectos generales, considerados en las encuestas a cada campo, fueron los siguientes:

Descripción general de la parcela y entrevista al productor

Se tomaron los datos de altitud, temperatura, humedad, velocidad y dirección de los vientos, precipitación, meses de siembra, edad de las plantas, hospedantes alternativos de mosca blanca, tácticas de manejo del cultivo, detalles de la plantación y del cultivo, uso de insecticida, historia de la parcela, fecha de siembra de la yuca y detalles sobre la producción de plántulas.

Observaciones en la parcela

Se realizó la descripción de los síntomas y el grado de expresión de estos, utilizando una escala de 1-3, a partir de la observación del 1 % del total de plantas distribuidas en cinco puntos; para ello se utilizó el método de diagonal cruzada.

La escala de la severidad de los síntomas se describe a continuación:

A1- Plantas sin síntomas

A2- Plantas con síntomas ligeros de mosaico

A3-Plantas con síntomas severos de mosaico, encrespamientos y enanismo

Los índices de severidad e incidencia se determinaron para cada campo visitado siguiendo las fórmulas siguientes:

$$\text{Incidencia} = \frac{A2 + A3}{\text{total}}$$

$$\text{Severidad} = \frac{A3}{A2 + A3}$$

Para el cálculo de la densidad de moscas blancas en cada planta, se contaron los adultos presentes, así como la sumatoria de la cantidad en cada punto, dividido por el número total de plantas analizadas en cada punto, teniendo en cuenta la dirección de los vientos predominantes.

Los resultados se analizaron y compararon utilizando un ANOVA (SC tipo III). La influencia de las variables climáticas se calculó mediante un análisis de componentes principales y, para ello, se empleó el paquete estadístico InfoStat (16).

El riesgo de los factores no asociados a clima sobre la severidad de la enfermedad se determinó mediante un análisis de regresión logística. Los riesgos se identificaron según el cálculo de los *odds ratio* y se determinó la fracción atribuible al riesgo (FAE). Se empleó el paquete SPSS 21.0.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La enfermedad incidió en todos los periodos y campos analizados, sin diferencias estadísticas,

con valores entre 89,5 % y 93 %; estos resultados coinciden con los informados en países de África afectados por severas pandemias de CMD: 85 % de incidencia para los países del Centro de África (17).

Sin embargo, los índices de severidad media de la enfermedad y de densidad de mosca blanca fluctuaron en los diferentes periodos analizados y las localidades encuestadas. (Tabla 1)

En Caluquembe, se apreció una tendencia al incremento significativo de la enfermedad, sin diferencias entre los meses de junio 2017 y febrero 2018. Es importante destacar que el pico de severidad obtenido en la media del mes de febrero de 2017 estuvo condicionado por la elevada severidad obtenida en solo dos campos del total evaluado, lo que posteriormente se asocia a la convergencia, en estos campos, de factores que favorecieron el desarrollo de la enfermedad. La densidad de la mosca blanca, en esta localidad, solo fue significativamente mayor en el mes de junio de 2016; en el resto de los periodos no se observaron diferencias.

En Kuvango, en los meses de junio en los años 2016 y 2017, se observó una menor severidad de la enfermedad que en los meses de febrero de 2017 y 2018, aunque febrero de 2018 no mostró diferencias significativas con junio 2017. De igual manera, la densidad de la mosca blanca fue significativamente menor en junio de 2016; mientras que, en el año 2017, no tuvo diferencias en los periodos analizados.

Se demuestra lo descrito por Legg *et al.* (18), quienes plantearon que, a pesar que la transmisión de la enfermedad se logra con bajas densidades de mosca blanca, los elevados índices de densidad del vector son importantes para la dispersión e incidencia de la enfermedad.

El 38,1 % de la variabilidad encontrada en el primer componente (CP1) tuvo una incidencia de las temperaturas máximas, media y mínima, así como las precipitaciones. El componente 2 (CP2) expresó el 22,5 % de la variabilidad encontrada con la influencia de la humedad relativa mínima, media y máxima, y la altitud. La densidad de la mosca blanca (DM) no influyó en la severidad de la enfermedad y mostró una correlación negativa con las temperaturas, la humedad y las precipitaciones, mientras que se observó una

**TABLA 1.** Media de la severidad de la enfermedad y de la densidad de mosca blanca por localidades./ Means of disease severity and whitefly density by localities

	Caluquembe		Kuvango	
	I.S±E.E	D.M±E.E	I.S±E.E	D.M/E.E
Jun-16	0,11 <sup>c</sup> ±0,07	0,86 <sup>a</sup> ±0,09	0,17 <sup>c</sup> ±0,1	0,26 <sup>c</sup> ±0,03
Jun-17	0,42 <sup>b</sup> ±0,08	0,42 <sup>b</sup> ±0,08	0,33 <sup>bc</sup> ±0,09	0,41 <sup>ab</sup> ±0,03
Feb-17	0,79 <sup>a</sup> ±0,1	0,34 <sup>b</sup> ±0,08	0,70 <sup>a</sup> ±0,09	0,38 <sup>b</sup> ±0,03
Feb-18	0,36 <sup>b</sup> ±0,04	0,41 <sup>b</sup> ±0,08	0,60 <sup>ab</sup> ±0,09	0,48 <sup>a</sup> ±0,03

Leyenda: E.E Error estándar, I.S: Índice de severidad, D.M: Densidad de la mosca blanca.

Medias con letra diferentes, en una misma columna, difieren significativamente ( $p \leq 0,05$ )

correlación positiva con la velocidad de los vientos en estas localidades. (Fig. 1)

En ambas localidades, las temperaturas y la humedad del mes de febrero fueron más favorables para el desarrollo de la enfermedad que las presentadas en el mes de junio; sin embargo, la humedad presentada en estos meses fue desfavorable para el desarrollo de la mosca. Esto puede indicar la necesidad de que se realice un manejo intensivo del vector a partir del mes de junio, con el objetivo de disminuir las poblaciones del insecto y contribuir a evitar la alta diseminación de la enfermedad.

Los insectos requieren un intervalo favorable de condiciones climáticas para su óptimo desarrollo y reproducción, fuera de este se impiden los procesos o se suprimen, lo que pudiera influir en el desarrollo, crecimiento, incidencia, distribución y dispersión de los insectos herbívoros (19). Se ha planteado que la influencia de los factores climáticos pueden llevar a la adaptación del insecto al ambiente favorable de la temperatura y la disponibilidad del agua, los cuales influyen en el desarrollo y la reproducción, pueden inducir los cambios en la densidad de la población, dinámica, composición genética, duración de la vida, habilidad de dispersión, tamaño individual y en las estructuras del consumo, efectos que pueden ser diferentes para las distintas especies (20).

El estudio de otros factores sobre la distribución geográfica de la enfermedad, en cuatro agroecosistemas diferentes, refleja que existe una estrecha relación entre la incidencia y severidad, superior durante periodos de calor y alta altitud, donde la actividad del vector es más activa. Al comparar los diferentes momentos, se observó que la incidencia y la severidad eran

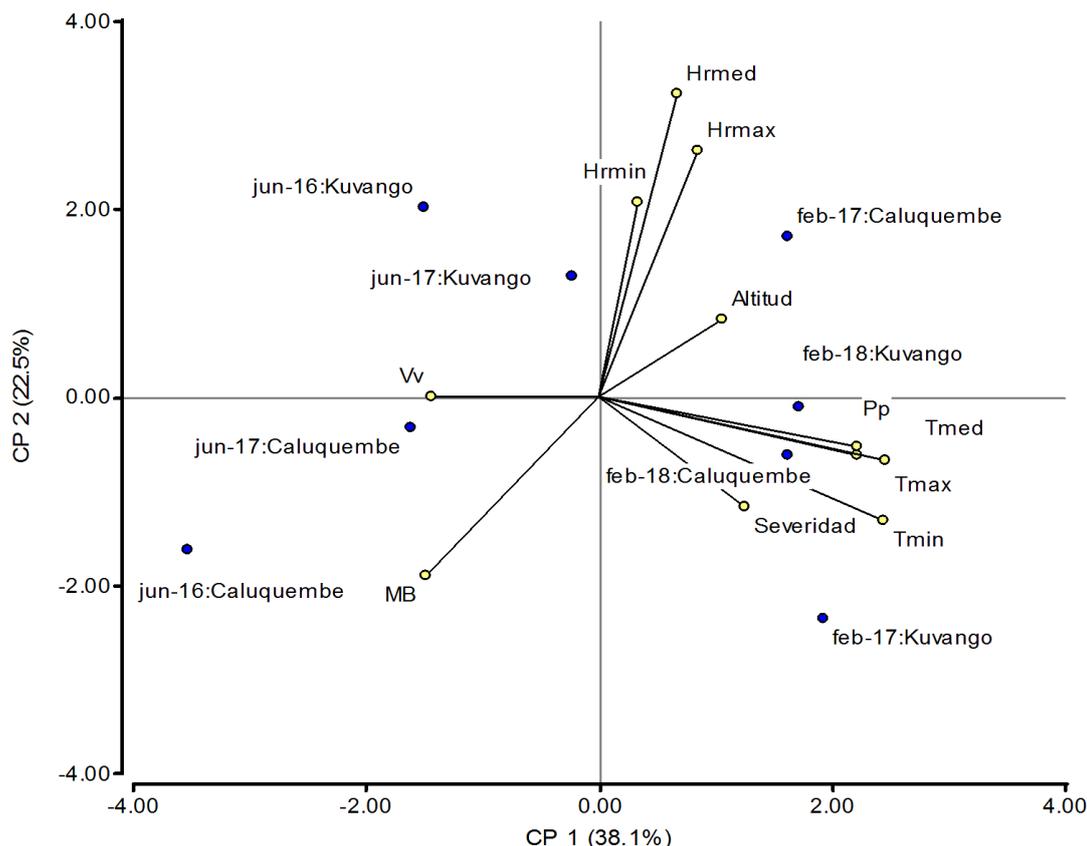
mayores en los bosques húmedos (entre 64-97 %), seguido de bosques de transición en 45 bosques con montañas (38 %) y en las sabanas húmedas con 29 %; se demuestra así la influencia de factores epidemiológicos, como la temperatura, humedad y altitud en la incidencia y severidad de la enfermedad (21,22).

Los resultados confirman que la densidad de mosca blanca influye en la tasa de propagación de la enfermedad en los campos de yuca; estas poblaciones pueden aumentar o disminuir en dependencia de las condiciones climáticas locales, como son la humedad, la temperatura, la dirección de los vientos, la presencia de hospedantes. Elementos similares se han descrito para esta enfermedad (23).

Generalmente, las poblaciones de mosca blanca son favorecidas por altas temperaturas, alta humedad relativa y precipitaciones anuales moderadas (24). Sin embargo, Robertson (25) describió que, a lo largo de la zona costera de Kenya, la abundancia de mosca blanca estuvo relacionada con altas temperaturas y con el aumento de la capacidad de vuelo de mosca blanca, después de la finalización del periodo lluvioso. Recientemente en Tanzania, se demostró que el aumento de mosca blanca también puede estar relacionado con altas temperaturas y bajas precipitaciones anuales, así como con otros factores ambientales (26).

### Factores de riesgo para la severidad de la enfermedad

En el análisis del riesgo, para la severidad de CMD, los factores relacionados con las prácticas culturales, el tamaño de las parcelas y las características generales de las parcelas mostraron una mayor influencia en los campos de Caluquembe (76,31 %) que en Kuvango (55,26



**FIGURA 1.** Relación de las variables climáticas sobre la severidad e incidencia de la enfermedad. / *Relationship between the climatic variables and the disease severity and incidence.*

%). En la [Tabla 2](#) se muestran los factores de mayor significación.

Se distinguen cinco elementos de riesgo relativo con significación estadística ( $p \leq 0,05$ ) y límite inferior por encima de 1, que influyeron en la severidad de la enfermedad. Entre los elementos de riesgo se encuentra la superficie de las parcelas, pues en aquellas menores una hectárea, donde se presentó mayor severidad de la enfermedad, se confirmó que cuando se utiliza el policultivo asociando la yuca con hospedantes del insecto vector, como lo son la col de repollo, el tomate y las plantas pertenecientes a Cucurbitacea y Euphorbiaceae, se incrementa el riesgo de la enfermedad. Igualmente, resultó de alto riesgo el uso de esquejes procedentes de los propios campos infectados o de campos a distancias menores de 1 km y obtenidos sin ningún tipo de protección física.

Otros factores con rangos de riesgo entre 1-1,4 y significación estadística se detectaron con menor influencia en la severidad de la enfermedad y estuvieron relacionados con la edad de la plantación. En las plantaciones

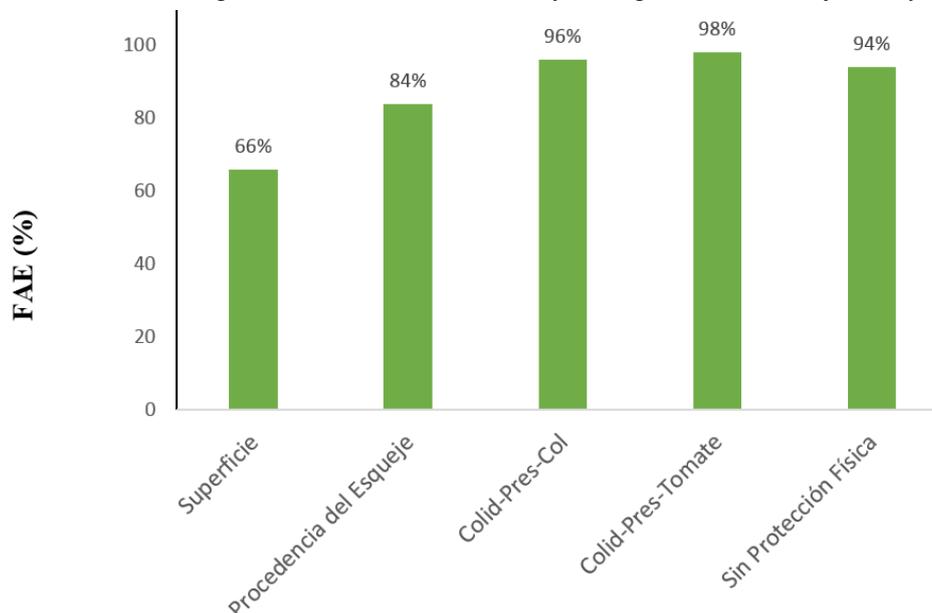
jóvenes los síntomas fueron más severos, así como la ausencia de prácticas culturales, la explotación intensiva de las áreas en producción de yuca, la colindancia con cultivos hospedantes del vector y el momento de plantación de los esquejes. Este resultado demuestra que la coexistencia de varios factores, mutuamente relacionados que determinan el comportamiento de otros, requieren ser dilucidados para precisar la contribución real de cada uno de ellos en la severidad de la enfermedad.

La FAE ([Figura 2](#)), que indica el porcentaje de campos expuestos a los factores de riesgo evaluados, demuestra que más del 66 % de los campos evaluados están expuestos a los cinco factores de mayor riesgo detectados. Más del 95 % se expusieron a la presencia dentro del campo, o en la colindancia, a los cultivos de col y tomate, ambos hospedantes del vector. De igual forma, el 94 % de los campos se sembraron con esquejes sin protección. Este resultado permite sugerir las medidas inmediatas necesarias a considerar para el manejo de la enfermedad, las cuales deben

**TABLA 2.** Riesgo de los factores culturales para el incremento de la severidad de CMD en las localidades Caluquembe y Kuvango, Angola. / *Risk of cultural factors for increasing the severity of CMD in the localities Caluquembe and Kuvango, Angola.*

Factores de riesgo	$\chi^2$	Sig.	Odds Ratio (OR)	I.C. 95 % para Odds Ration	
				Inferior	Superior
Edad de los esquejes	6,366	,012	1,029	1,006	1,051
Edad de la Plantación	5,245	,022	1,061	1,009	1,116
Superficie de la parcela	8,229	,004	2,256	1,294	3,932
Plantación anterior con Yuca	6,365	,012	1,383	1,075	1,778
Plantaciones de yuca en los alrededores	5,234	,022	1,405	1,050	1,879
Presencia en la parcela de arvenses hospedantes potenciales	6,550	,010	1,374	1,077	1,753
Procedencia de los Esquejes	8,150	,004	1,461	1,126	1,898
Sin Protección Física	6,587	,010	1,775	1,145	2,750
Distancia del área al borde del campo	4,500	,034	1,426	1,027	1,979
Colindancia y presencia en la parcela del cultivo de col	7,055	,008	1,847	1,174	2,905
Colindancia y presencia en la parcela del cultivo tomate	6,765	,009	1,837	1,162	2,904
Colindancia con cultivo de cucurbitáceas con y sin síntomas	3,154	,076	1,391	,966	2,002
Presencia de euforbiáceas en la colindancia	5,476	,019	1,464	1,064	2,013
Ausencia de prácticas culturales	6,616	,010	1,322	1,069	1,635

Letras señaladas en **negrita** señalan los factores de mayor riesgo/*bold letters major risk factors.*



**FIGURA 2.** Fracción Atribuible al Riesgo (FAE) para la severidad de la enfermedad, en relación con los factores de mayor riesgo. / *The risk attributable fraction (FAE) for the severity of the disease, in relation to the major risk factors.*

estar relacionadas con minimizar el riesgo de exposición de las parcelas a estos factores.

Los elevados índices de incidencia y severidad de la enfermedad, condicionada por las diversas características de los agroecosistemas estudiados,

demuestran que la ocurrencia de la enfermedad se debe a varios factores que, entrelazados, provocan una complicada situación epidemiológica que necesita ser conocida y analizada a fin de programar eficientes tácticas de

manejo del complejo mosca blanca-geminivirus en la provincia y en el país.

Los resultados confirman que, aunque la fuente primaria de inóculo en la mayoría de la enfermedad de mosaico de la yuca (CMD) aún no está completamente dilucidada, las fuentes externas de inóculo son tan o más importantes que las fuentes internas, así como los componentes ambientales para favorecer la propagación de las enfermedades con impacto en la salud del cultivo de la yuca, aspectos que se han señalado previamente en otras enfermedades virales (27).

### REFERENCIAS

1. FAO. Food and Agriculture Organization. Statweb site, <http://www.fao.org/stat>. 2013.
2. Zerbini FM, Briddon RW, Idris A, Darren PM, Moriones E, Navas-Castillo J, et al. ICTV Virus Taxonomy Profile: Geminiviridae. *Journal of General Virology*. 2017; 98:131-133. Report: <http://www.ictv.global/report/geminiviridae>
3. Fauquet CM, Briddon RW, Brown JK, Moriones E, Stanley J, Zerbini M, et al. Geminivirus strain demarcation and nomenclature. *Arch. Virol.* 2008; 153: 783-821.
4. Fondong VN, Pita JS, Rey C, Beachy RN, Fauquet CM. Evidence of synergism between African cassava mosaic virus and the new double recombinant Geminivirus infecting cassava in Cameroon. *J. Gen. Virol.* 2000; 81: 287-297.
5. Monde G, Walangululu J, Winter S, Bragard C. Dual infection by cassava begomoviruses in two leguminous species (Fabaceae) in Yangambi, Northeastern Democratic Republic of Congo. *Archives of Virology*. 2010; 155:1865-1869.
6. Maruthi MN, Seal S, Colvin J, Briddon RW, Bull SE. East African cassava mosaic Zanzibar virus a recombinant begomovirus species with a mild phenotype, *Arch. Virol.* 2004;149: 2365-2377.
7. Zhou X, Robinson DJ, Harrison BD. Types of variation in DNA among isolates of East African cassava mosaic virus from Kenya, Malawi and Tanzania. *J. Gen. Virol.* 1998; 79:2835-2840.
8. Bull SE, Briddon RW, Serubombwe WS, Ngugi K, Markham PG, Stanley J. Genetic diversity and phylogeography of cassava mosaic viruses in Kenya. *J. Gen. Virol.* 2006; 87: 3053-3065.
9. Berrie LC, Palmer KE, Rybicki EP, Rey MEC. Molecular characterization of a distinct South African cassava infecting geminivirus. *Arch. Virol.* 1998; 143:2253-2260.
10. Harimalala M, Lefeuvre P, De Bruyn A, Tiendrébeogo F, Hoareau M, Villemot J, et al. A novel cassava--infecting begomovirus from Madagascar: Cassava Mosaic Madagascar Virus. *Archives of Virology*. 2012; 157:2027-2030.
11. Legg J, Lava KP, Makesh Kumar T, Tripathi L, Ferguson M, Kanju E, et al. Cassava Virus Diseases: Biology, Epidemiology, and Management. In: Gad L, Nikolaos IK (eds). *Advances in Virus Research*. 2014; 91:85-142.
12. Lava KP, Akinbade SA, Dixon AGO, Mahungu NM, Mutunda MP, Kiala D, et al. First report of the occurrence of East African cassava mosaic virus-Uganda (EACMV-UG) in Angola. *New Disease Reports*. 2008; 18:20. <http://www.bspp.org.uk/publications/newdiseasereports>.
13. Matic S, Pais da Cunha AT, Thompson JR, Tepper M. An analysis of viruses associated with cassava mosaic disease in three Angolan province. *Journal of plants pathology*. 2012; 94(2):443-450. Edizione ETS Pisa.
14. Anónimo. Direcção Provincial da Agricultura e do Desenvolvimento Rural, Pescas e Ambiente da Huíla (DPADR-Huíla). Relatório de Balanço da Campanha Agrícola 2013/2014. Governo da Província da Huíla. República de Angola. Anexos, Maio de 2014.
15. Anónimo. Relatório de Balanço Ministério da Agricultura e do Desenvolvimento rural. República de Angola. Base de datos. 2014. Disponible en <http://www.contrystat.org/ago>
16. Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzalez L, Tablada M, Robledo CW. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA,

Universidad Nacional de Córdoba, Argentina:  
<http://www.infostat.com.ar>

17. Zinga I, Chiroleu F, Legg J, Lefeuvre P, Kosh Komba E, Semballa S, et al. Epidemiological assessment of cassava mosaic disease in Central African Republic reveals the importance of mixed viral infection and poor health of plant cuttings. *Crop Prot.* 2013; 44:6-12.
18. Legg JP. Epidemiology of a whitefly-transmitted cassava mosaic geminivirus pandemic in Africa. In: Stansly, P.A. and Naranjo, S.E. (eds) *Bemisia: Bionomics and Management of a Global Pest.* Springer, Dordrecht-Heidelberg-London-New York. 2010; pp. 233-257.
19. Thompson LJ, Macfadyen S, Hoffmann AA. Predicting the effects of climate change on natural enemies of agricultural pests. *Biol. Control.* 2010; 52(3):296-306.
20. Hodkinson ID. Life cycle variation and adaptation in jumping plant lice (Insecta: Hemiptera: Psylloidea): a global synthesis. *J Nat Hist.* 2009; 43(1-2):65-179.
21. Bash ES, Bamwefa BA, Winter S, Dixon SAGO. Distribution and Current Status of Cassava Mosaic Disease and Begomovirus in Guinea. *Research Article in AJCRT.* 2011;9(1):17-23.
22. Islam W, Zhang J, Adnan M, Nonan A, Zainan M, Wu Z. *Plant Virus Ecology: a glimpse of recent accomplishments.* *Applied Ecology and Environment Research* 15 (1):691-705. <http://www.aloki.hu>. ISSN 15891623 (Print). 2017; ISSN 17850037 (Online). Budapest, Hungary.
23. Alabi OJ, Mulenga RM, Legg JP. Mosaic diseases I: Cassava Mosaic. In: *Virus Diseases of Tropical and Subtropical Crops* P. Tennant and G. Fermin CAB International. 2015. <http://lcn.loc.gov/2015030126>
24. Seruwagi P, Sserubombwe WS, Legg JP, Ndunguru J, Thresh JM. Methods of surveying the incidence and severity of cassava mosaic disease and whitefly vector populations on cassava in Africa: a review. *Virus Research.* 2004; 100:129-142. Doi: 10.1016/j.virusres.2003.12.021.
25. Robertson IAD. The whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius) as a vector of African cassava mosaic virus at the Kenya coast and ways in which the yield losses in cassava, *Manihot esculenta* Crantz caused by the virus can be reduced. *Insect Science and its Application.* 1987; 8:797-801.
26. Jeremiah SC, Ndyetabula IL, Mkamilo GS, Haji S, Muhanna MM, Chuwa C, et al. The dynamics and environmental influence on interactions between cassava brown streak disease and the whitefly, *Bemisia tabaci*. *Phytopathology.* 2015; 105: 646-655. Doi: 10.1094/PHTO-05-14-0146-R.
27. Mahatma L, Mahatma MK, Pandya JR, Solanki RK, Solanki VA. Epidemiology of Begomoviruses: A Global Perspective. In: Gaur R, Petrov N, Patil B, Stoyanova M (eds). *Plant Viruses: Evolution and Management.* 2016; pp171-188. Springer, Singapore.

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.