

# Densidad e índice estomático en genotipos de *Musa* con respuesta diferencial ante *Raoiella indica* Hirst



<https://eqrcode.co/a/k0VRzy>

## Density and stomatal index in *Musa* genotypes with differential response to *Raoiella indica* Hirst

✉ Héctor Rodríguez Morell<sup>1\*</sup>, Delvy Alonso-Rodríguez<sup>1</sup>, Maxyuris Ysidro-Hernández<sup>1</sup>, Yanebis Pérez-Madruga<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Agraria de La Habana (UNAH). Autopista Nacional y carretera de Tapaste, km 23 ½. San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). Autopista Nacional y carretera de Tapaste, km. 3 ½. San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

**RESUMEN:** El objetivo del presente trabajo fue determinar la densidad estomática y el índice estomático como posibles mecanismos de resistencia involucrados en la interacción *Raoiella indica* Hirst-*Musa* spp. en los genotipos de *Musa* spp. 'FHIA 18', 'FHIA 01', 'Cueto INIFAT', 'Pisang Ceilán', 'Dátil', 'Burro CEMSA' y 'Hawaiano'. Se encontró la mayor densidad estomática en el genotipo 'Pisang Ceilán' con 160,95 estomas.mm<sup>-2</sup>. Sin embargo, el mayor índice estomático lo alcanzó el genotipo 'Hawaiano' (12,74). En ambos casos las diferencias con los demás genotipos fueron significativas. Los resultados alcanzados en el estudio no explican la respuesta diferencial de genotipos de plátano y banano evaluados previamente ante infestaciones naturales con *R. indica*. A partir del impacto económico de *R. indica* en el país, la evaluación de la resistencia de cultivares de plátano y banano debe continuar, para desarrollar estrategias sostenibles para el manejo de las poblaciones del ácaro rojo.

**Palabras clave:** ácaro rojo del cocotero, mecanismos de defensa.

**ABSTRACT:** The objective of the present paper was to determine the stomatal index and stomatal density as possible resistance mechanisms involved in the interaction *R.indica*-*Musa* spp in the genotypes 'FHIA 18', 'FHIA 01', 'Cueto INIFAT', 'Pisang Ceilán', 'Dátil', 'Burro CEMSA', and 'Hawaiano'. The highest stomatal density was found in the 'Pisang Ceilán' genotype with 160.95 stomata.mm<sup>-2</sup>. However, the highest stomatal index was reached by the 'Hawaiano' genotype (12, 74). In both cases, the differences with the other genotypes were significant. The results achieved in the study do not explain the differential response of the previously evaluated plantain and banana genotypes to natural infestations with *R. indica*. Based on the economic impact of *R. indica* in the country, the evaluation of the resistance of plantain and banana cultivars should be continued to develop sustainable strategies for the management of red mite populations.

**Key words:** red palm mite, plant defense mechanisms.

El ácaro rojo de las palmeras, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), es una plaga polífaga invasora, que constituye una amenaza para la agricultura en las Américas. En el Nuevo Mundo, no solo alcanzó grandes poblaciones y se extendió rápidamente, sino que también amplió, en gran medida, su rango de plantas hospedantes, con su presencia en varias especies de palmeras (Arecaceae) y especies de las familias Cannaceae, Cycadaceae, Heliconiaceae, Musaceae, Strelitziaceae y Zingiberaceae (1).

Aunque no hay datos sobre la pérdida de producción en plátano y banano debido al ataque de *R. indica*, en algunas localidades de la República Dominicana, Trinidad y Tobago y Colombia, este cultivo fue gravemente afectado, ya que varias de las hojas basales murieron y las maduras se volvieron completamente cloróticas (2).

En Cuba, esta especie exótica invasora se encontró por primera vez sobre hojas de *Cocos nucifera* L. y *Adonidia merrillii* (Becc.) Becc., en Caimanera y

Boquerón, provincia Guantánamo, en marzo de 2008 (3). Desde su informe, esta especie también amplió su distribución geográfica a todo el país y su gama de plantas hospedantes (4, 5, 6).

Para el manejo de *R. indica* en las zonas de reciente introducción, se valoraron prácticas como el control químico (7, 8), el control biológico (9, 10) y la resistencia varietal (11), a través de la anatomía de la hoja, su composición química (12,13) y el contenido de las enzimas oxidativas (14).

Con el uso de la microscopía electrónica de baja temperatura, se demostró que el ácaro rojo de las palmeras se alimenta, principalmente, a través de las aberturas estomáticas en varias especies de palma, así como en *Musa* spp. y *Heliconia* sp. (15). En consideración a estos estudios, es posible suponer que, tanto los aspectos relacionados con la cutícula epidérmica como la densidad estomática, pudieran afectar la alimentación de *R. indica* y, consecuentemente, su desarrollo (16).

\*Autor para correspondencia: Héctor Rodríguez Morell. Email: [morell\\_66@unah.edu.cu](mailto:morell_66@unah.edu.cu)

Recibido: 11/12/2020

Aceptado: 19/02/2021

En un estudio realizado por Balza *et al.* (12), se observó que el desarrollo completo de *R. indica* fue alcanzado solo en los cultivares ‘Manzano’ y ‘Topocho’, los cuales, además de poseer menor grosor de cutícula + pared de la epidermis abaxial, también mostraron altas densidades estomáticas en la superficie abaxial de la hoja, lo cual pudo haber favorecido la alimentación del ácaro.

En Cuba, estos aspectos no se han estudiado aún, sin embargo, se encontró variación en los niveles poblacionales del ácaro rojo de las palmeras en diferentes genotipos de plátano y banano bajo infestación natural (17). A partir de estos antecedentes, el objetivo del presente trabajo fue determinar la densidad e índice estomático en genotipos de plátano y banano con respuesta diferencial ante *R. indica*.

El material vegetal se recolectó en la finca “El Carmelo” (latitud Norte 23°02’38.076’’ y longitud Oeste 82°08’25.476’’), perteneciente a la Cooperativa de Crédito y Servicios “Orlando Cuellar”, en el municipio San José de las Lajas, provincia Mayabeque, Cuba. En el momento del experimento, las plantas tenían una edad aproximada de seis meses y los genotipos de plátano y banano estudiados fueron ‘FHIA 18’, ‘FHIA 01’, ‘Cueto INIFAT’, ‘Pisang Ceilán’, ‘Dátil’, ‘Burro CEMSA’ y ‘Hawaiano’.

Se seleccionaron cinco hojas totalmente expandidas de la parte media de la planta por cada genotipo; de la parte media de cada hoja se extrajo una superficie de 9 cm<sup>2</sup>. Este material se raspó suavemente con ayuda de un bisturí por el haz hasta dejar la epidermis del envés, la cual se enjuagó en alcohol (70 %) y se conservó en agua destilada estéril hasta la realización de las preparaciones. Se realizaron 15 montajes en láminas de portaobjeto de tejido vegetal en agua, correspondientes a tres repeticiones por cada epidermis.

El cálculo de la densidad estomática (DE) y el índice estomático (IE) se basó en el conteo del número de estomas y células epidérmicas típicas, observadas a través del campo visual de un microscopio óptico (Model®) en un campo de 400X. Solo se contaron las células y estomas que se observaron completas.

La densidad estomática (DE) se expresó como el número de estomas por unidad de área foliar en mm; para este estudio el área de conteo fue de 0,1633 mm<sup>2</sup> en el campo visual de 400X:

$$DE = \text{número de estomas} \div \text{área de conteo}$$

El índice estomático (IE) se calculó mediante la fórmula sugerida por Wilkinson (18):

$$IE = \frac{NE}{CE + NE} \cdot 100$$

Donde;

NE: el número de estomas por campo de observación,

CE: el número de células epidérmicas típicas en el campo de observación

Para el análisis estadístico se probaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas mediante las pruebas Shapiro-Wilk y Levene, respectivamente. Los valores del índice estomático se transformaron a logaritmo (log<sub>10</sub>) para cumplir con el supuesto de normalidad. Se realizó un análisis de varianza simple y las medias se contrastaron mediante la prueba de comparación de rangos múltiples de Duncan para un nivel de confianza 0,05. Se empleó el paquete estadístico InfoStat (19).

Se observó una amplia variación, tanto para la densidad estomática como en el índice estomático entre los genotipos de *Musa* evaluados. La mayor densidad estomática la alcanzó ‘Pisang Ceilán’, con diferencias estadísticas de los restantes genotipos. En un segundo grupo, sin diferencias significativas entre ellos, se ubicaron ‘Dátil’, ‘Hawaiano’ y ‘Burro CEMSA’, los cuales difirieron de ‘FHIA 18’, ‘Cueto INIFAT’ y ‘FHIA 01’; estos últimos con los menores valores. El mayor índice estomático lo presentó el genotipo ‘Hawaiano’, con diferencias estadísticas de los restantes genotipos. En un segundo grupo, sin diferencias estadísticas entre ellos, se ubicaron ‘Pisang Ceilán’ y ‘Burro CEMSA’. Los genotipos con menores valores fueron ‘Dátil’, ‘FHIA 18’, ‘Cueto INIFAT’ y ‘FHIA 01’ (Tabla 1).

**Tabla 1.** Densidad estomática e índice estomático en diferentes genotipos de *Musa* spp. / Stomatal density and index in different *Musa* spp. genotypes.

Genotipos	Densidad estomática (No. de estomas.mm <sup>-2</sup> )		Índice estomático	
	Media ± DE	Media ± DE (datos originales)	Media ± DE (datos transf.)	
Pisang Ceilán	160,95 ± 9,19 a	10,48 ± 0,60	1,01 ± 0,03 b	
Dátil	148,89 ± 11,76 b	8,07 ± 0,69	0,91 ± 0,04 c	
Burro CEMSA	142,65 ± 12,45 b	10,22 ± 0,85	1,01 ± 0,04 b	
Hawaiano	140,57 ± 23,68 b	12,74 ± 2,76	1,10 ± 0,09 a	
FHIA 18	117,70 ± 18,99 c	7,41 ± 0,80	0,87 ± 0,05 c	
Cueto INIFAT	109,38 ± 10,24 cd	7,71 ± 0,67	0,89 ± 0,04 c	
FHIA 01	103,97 ± 9,63 d	5,87 ± 0,81	0,76 ± 0,06 d	
EE <sub>x</sub>	3,78	0,32	0,01	

Media seguida de letras distintas, en la columna, indica diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

En sentido general, los valores de densidad estomática obtenidos para estos cultivares son inferiores a los informados por Balza *et al.* (12) para los cultivares ‘Guineo’, ‘Plátano’, ‘Manzano’ y ‘Topocho’, excepto para los cultivares ‘Pisang Ceilán’ y ‘Dátil’ con relación al cultivar ‘Guineo’ (147,3 estomas.mm<sup>2</sup>); mientras que los valores del índice estomático son superiores, excepto para los cultivares ‘Dátil’, ‘FHIA 18’, ‘FHIA 01’ y ‘Cueto INIFAT’ con relación al cultivar ‘Plátano’ (9,2).

Los resultados alcanzados en este estudio no explican la respuesta diferencial frente a *R. indica* que observaron Alonso-Rodríguez *et al.* (17), quienes encontraron diferencias en las densidades poblacionales de *R. indica* en diferentes genotipos de plátano y banano infestados de forma natural, donde ‘Dátil’ presentó las mayores poblaciones y ‘Pisang Ceilán’ no fue infestado por *R. indica*. Sin embargo, en este estudio, ‘Pisang Ceilán’, contrario a lo esperado, presentó la mayor densidad estomática, lo cual no sustenta que la mayor susceptibilidad al ataque del fitófago se deba a la densidad e índice estomático.

Vázquez *et al.* (13) señalaron que los valores del índice y la densidad estomática observados en *Sabalma uritiiformis* (Karsten), *Syagrusrom azoffiana* (Cham.) Glassman, *Maurita flexuosa* L.f. y *Coccothrinax barbadensis* (Lodd. Ex Mart.) Becc. fueron superiores a los observados en hojas de *C. nucifera*, especie sobre la cual *R. indica* muestra mayor aptitud para desarrollarse y reproducirse, por lo que infieren que estas variables no afectan directamente los parámetros biológicos de la plaga y, por tanto, su alimentación. Al parecer, este comportamiento se presentó en los genotipos de plátanos evaluados en este estudio, por lo que la respuesta diferencial de los genotipos de plátano y banano observada con anterioridad puede deberse a otros mecanismos involucrados en esta interacción. Ello implica que se deben continuar los estudios con este propósito explorando otros posibles mecanismos de defensa.

En estudios realizados en plátano y banano, Balza *et al.* (12) relacionaron la imposibilidad de *R. indica* de completar su ciclo de vida, la baja tasa de supervivencia y oviposición nula en las hojas de los cultivares ‘Guineo’ y ‘Plátano Hartón’, a la elevada concentración de fenoles; mientras que, Vázquez *et al.* (13) plantearon que, probablemente, las concentraciones de alcaloides y fenoles encontradas en las láminas foliares de las plantas de *C. nucifera* favorecieron la aceptación de estas por parte de *R. indica* para alimentarse y reproducirse. Además, sugieren que futuros estudios deben incluir la identificación química específica de los diferentes grupos de metabolitos secundarios presentes en Arecaceae de importancia económica.

A partir del impacto económico de *R. indica* en el país, la evaluación de la resistencia de cultivares de plátano y banano debe continuarse con vistas a

desarrollar estrategias sostenibles para el manejo de las poblaciones del ácaro rojo.

## AGRADECIMIENTOS

Al proyecto “Desarrollo de capacidades para la gestión, evaluación económica y formación de los recursos humanos en la prevención y manejo de especies exóticas invasoras” ejecutado por la Universidad Agraria de La Habana y otras instituciones participantes y al propietario de la finca “El Carmelo” por facilitarla para el cultivo de los genotipos de *Musa*.

## REFERENCIAS

1. Melo JWS, Navia D, Mendes JA, Filgueiras RMC, Teodoro AV, Ferreira JMS, *et al.* The invasive red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), in Brazil: range extension and arrival into the most threatened area, the Northeast Region. *Internat J Acarol.* 2018; DOI: [10.1080/01647954.2018.1474945](https://doi.org/10.1080/01647954.2018.1474945).
2. Navia D, Marsaro AL Jr, Gondim MGC Jr, Mendonça RS, Pereira PRVS. Recent mite invasions in South America. In: Peña J, editor. *Potential invasive pests of agricultural crops*. Boston: CAB International. p. 251-287; 2013.
3. de la Torre PE, Suárez A, Iris A. Presencia del ácaro *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) en Cuba. *Rev. Protección Veg.* 2010; 25(1):1-4.
4. Ramos M, Moreno D. Relación de *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) con los ácaros depredadores y las especies de palmas en Cuba. *Entomol Mex.* 2015; 2: 26-33.
5. Ramos M, Rodríguez H. Fitoácaros exóticos y endémicos de importancia agrícola en Cuba. *Centro Nacional de Áreas Protegidas.* 2017; ISBN: 978-959-287-081-9, 260 pp.
6. Ramos M, Moreno D, Vargas M. Nuevas palmas hospedantes de *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) en Cuba. *Rev. Colom Entomol.* 2017; 43(1):113-120.
7. Sánchez-Vásquez EP, Osorio-Osorio R, Hernández-Hernández LU, Hernández-García V, Márquez-Quiros C, De la Cruz-Lázaro E. Toxicity of acaricides to the red palm mite *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). *Agrociencia* 2017; 51:81-90.
8. Correa-Méndez A, Osorio-Osorio R, Hernández-Hernández, LU, de la Cruz E, Márquez-Quiros C, Salinas-Hernández RM. Control químico del ácaro rojo de las palmas *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae). *Ecosist Recur Agropec.* 2018; 5(14):319-326.
9. Gómez E, Silva J, Gudes M, de Moraes GJ. *Amblyseius largoensis* in controlling red palm mite

- under semi-field conditions. *Pesq agropec bras.* 2016; 51(5):671-675.
10. Rodríguez H, Alonso-Rodríguez D, García-Hernández A, Chico-Morejón R, Hastie-Navarro E, Ramos-Lima M. Ácaros depredadores asociados a *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) en San José de las Lajas, Mayabeque. *Métodos en Ecología y Sistemática* 2016; 11(1):1 2-23.
  11. Rodrigues JCV, Irish BM. Effect of coconut palm proximities and *Musa* spp. germplasm resistance to colonization by *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). *Exp Appl Acarol.* 2012; 57:309-316.
  12. Balza D, Vásquez C, Valera R. Aspectos biológicos de *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) sobre cultivares de *Musa* spp.: posible rol de la anatomía y química de la hoja. *Entomotropica* 2015; 30(18):181-192.
  13. Vásquez C, Egurrola Z, Varela R, Sanabria ME, Colmenárez Y. Anatomía y química foliar en especies ornamentales de *Arecaceae*: posibles barreras a la alimentación de *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae). *Gayana Bot.* 2015; 72(2):296-304.
  14. Otero-Colina GR, González-Gómez L, Martínez-Bolaños LG, Otero-Prevost JA, Escobedo-Graciamedrano RM. Infestation of *Raoiella indica* Hirst (Trombidiformes: Tenuipalpidae) on host plants of high socio-economic importance for tropical America. *Neotrop Entomol.* 2016; 45:300-309.
  15. Ochoa R, Beard JJ, Bauchan GR, Kane EC, Dowling APG, Erbe EF. Herbivore exploits chink in armor of host. *American Entomologist.* 2011; 57(1): 26-29.
  16. Faleiro JR, Mannion CM, Jaques JA, Carrillo D, Peña-Rojas E, Giblin-Davis R, Peña JE. Integrated Pest Management (IPM) of Palm Pests. En: *Integrated Pest Management in the Tropics*; Chapter 16: 439-497; 2016.
  17. Alonso-Rodríguez D, Hernández-Oliver R, Chico-Morejón R, Miranda-Cabrera I, Rodríguez-Morell H. Incidencia de *Raoiella indica* Hirst y *Tetranychus tumidus* Banks en diferentes genotipos de plátano (*Musa* spp. Colla). *Métodos en Ecología y Sistemática.* 2015; 10(2):72-82.
  18. Wilkinson H. The plant surface (mainly leaf). En: Metcalfe, C.R., Chalk, L., editores. *Anatomy of dicotyledons.* Vol. 1, Second edition, pp. 97-165. 1979; Oxford: Clarendon Press. London.
  19. Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, González L, Tablada M, Robledo CW. *InfoStat* versión 2020. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

**Declaración de los autores:** Los autores declaran que no existe conflicto de intereses

**Contribución de los autores:** **Héctor Rodríguez Morell:** concibió la idea de investigación. Dirigió el análisis e interpretación de los datos. Participó en la búsqueda de información relacionada con el tema. Participó en el análisis, en la corrección y redacción del informe final. **Delvy Alonso Rodríguez:** realizó el montaje del experimento. Participó en la recolección de las muestras y elaboración de bases de datos. Colaboró en el análisis de los resultados y en la aprobación final. **Maxyuris Ysidro-Hernández:** participó en la recolección de las muestras y elaboración de bases de datos. Colaboró en el análisis de los resultados y en la aprobación final. **Yanebis Pérez Madruga:** participó en recolección de las muestras. Participó en el análisis estadístico de los resultados, su interpretación y en redacción del borrador del artículo y la revisión crítica de su contenido y en la aprobación final.

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/)