

Evolución de *Foc* R4T en América Latina: una mirada desde: tipo de productor, patógeno y el comportamiento de los materiales

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

Mónica Betancourt Vásquez, Carlos Torres, Yamila Rodríguez, Andrea Amalia Ramos, Gustavo Rodríguez, Mauricio Soto, Rommel León.

mbetancourt@agrosavia.co



ESTRUCTURA DE LA PRESENTACIÓN

- **La realidad de los países afectados por *Foc* R4T en América Latina.**
- **Cómo influye el tipo de productor en la forma de entender y manejar la enfermedad.**
- **Genómica del patógeno.**
- **Evaluación de materiales resistentes en Colombia.**

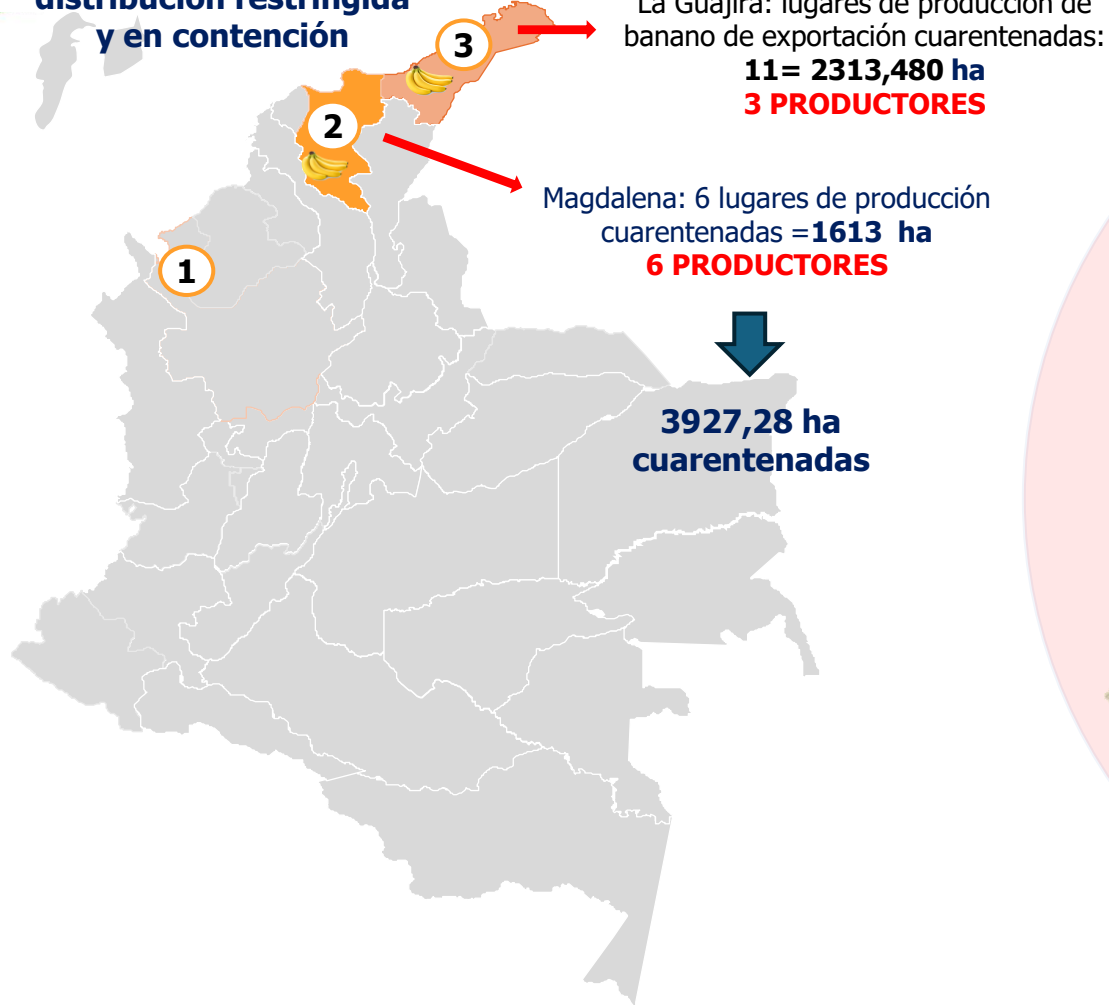


Reportes en América Latina

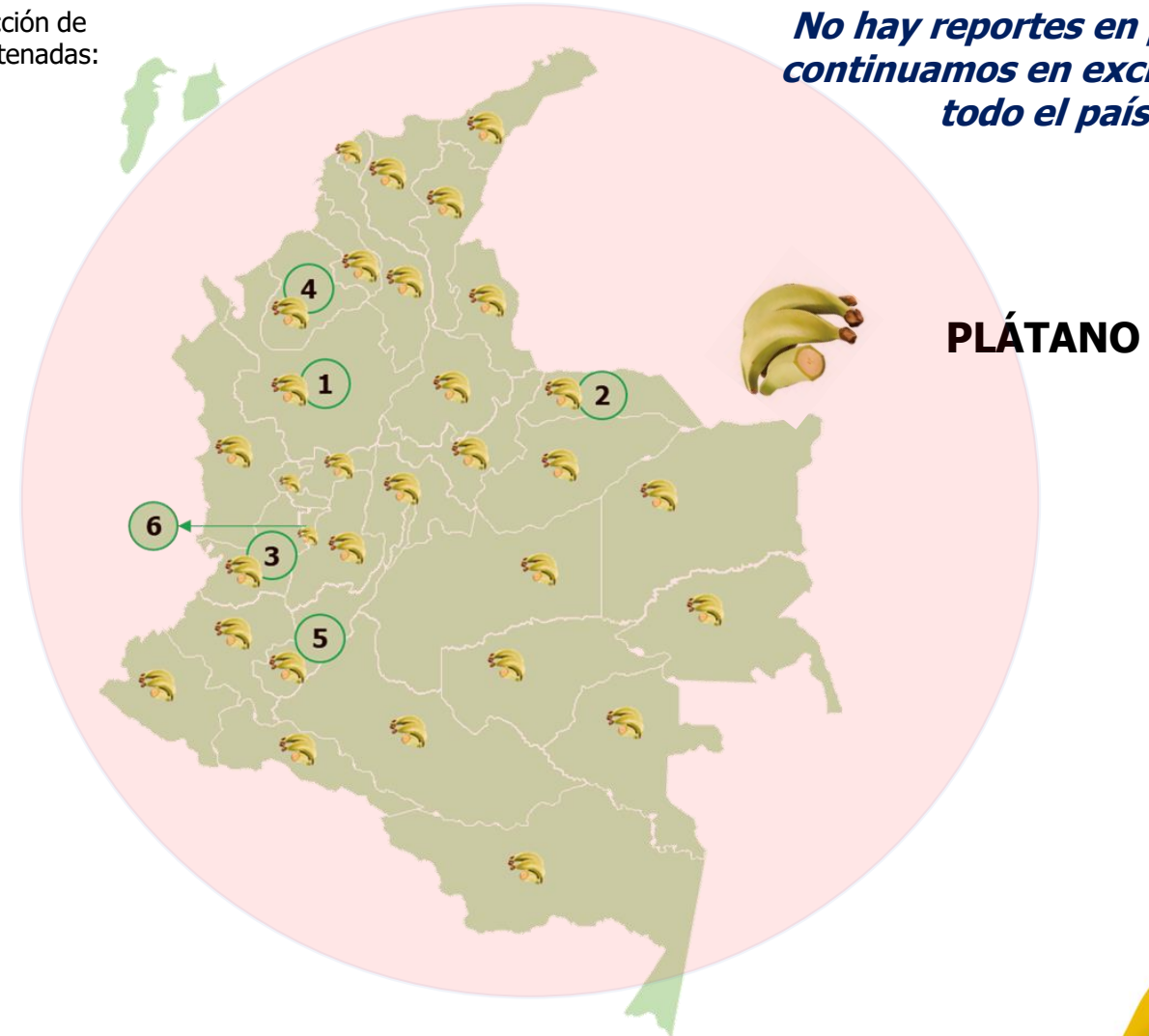


Situación actual de Foc R4T Colombia:

Patógeno con
distribución restringida
y en contención

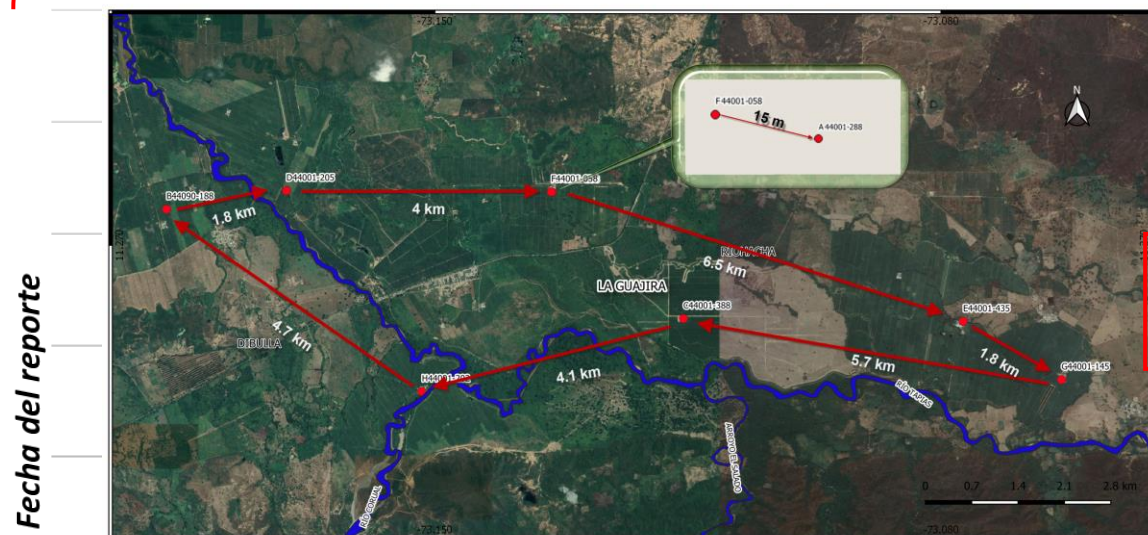


*No hay reportes en plátano,
continuamos en exclusión en
todo el país*



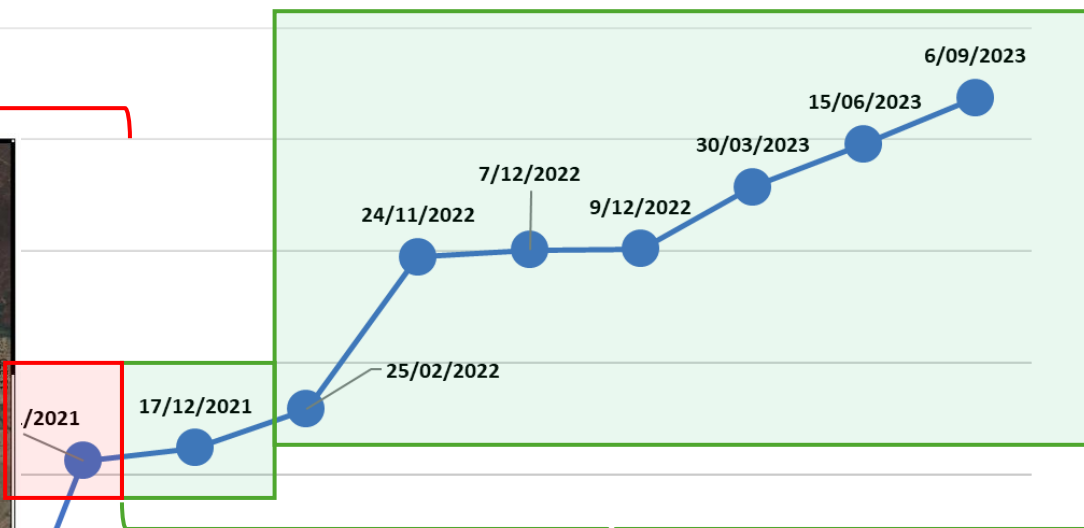
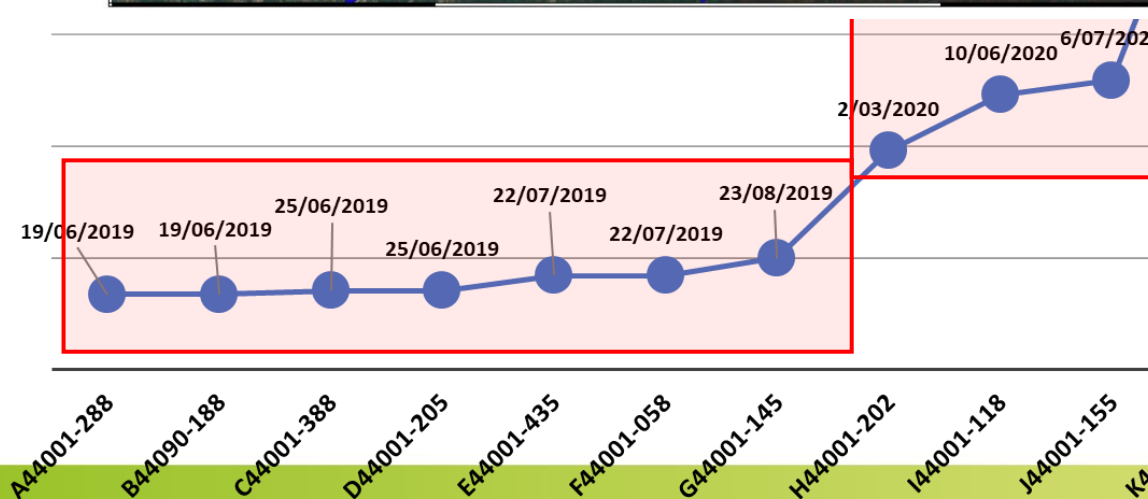
Dinámica de la enfermedad en Colombia

La Guajira



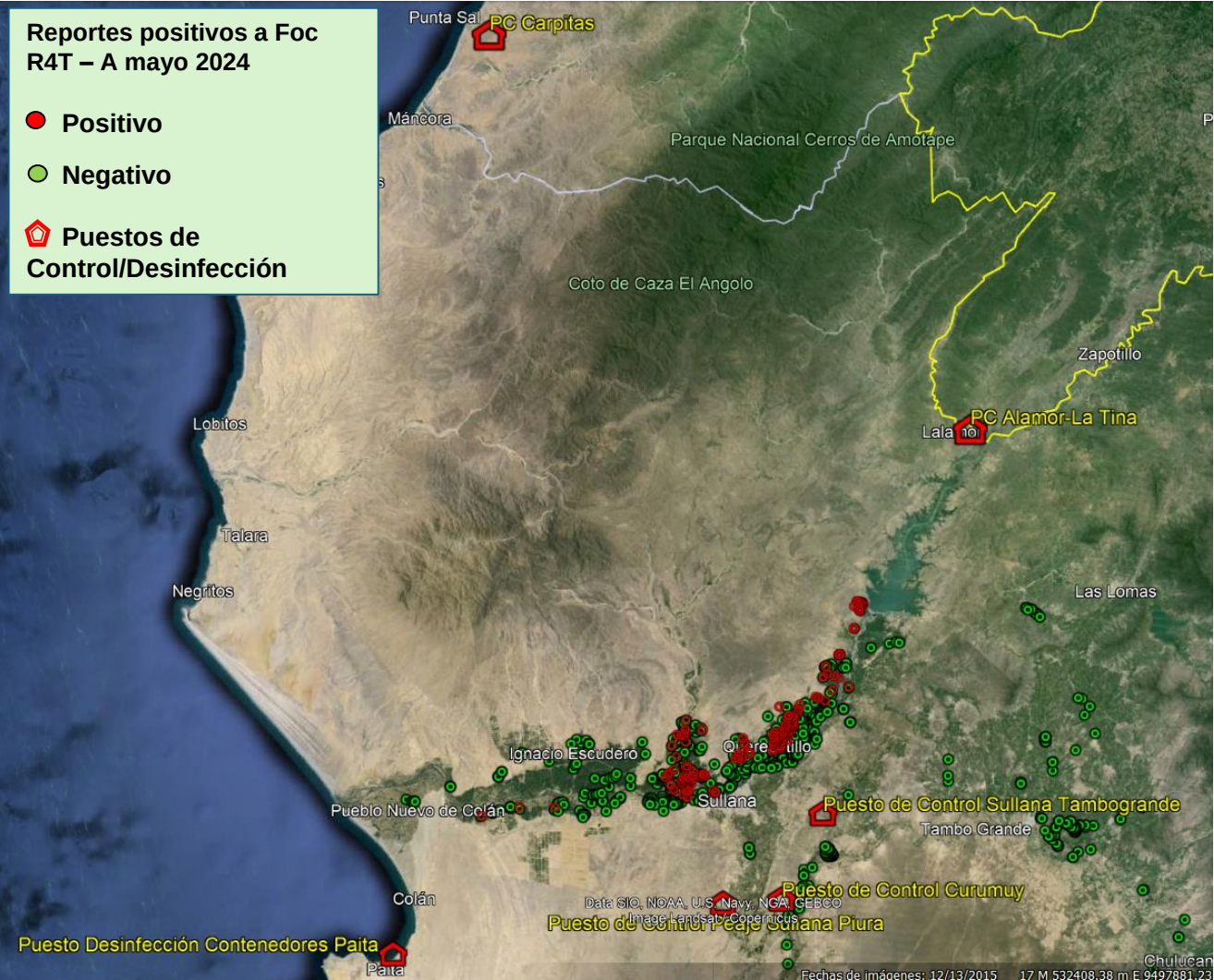
Fecha del reporte

Magdalena



Situación actual de Foc R4T Perú

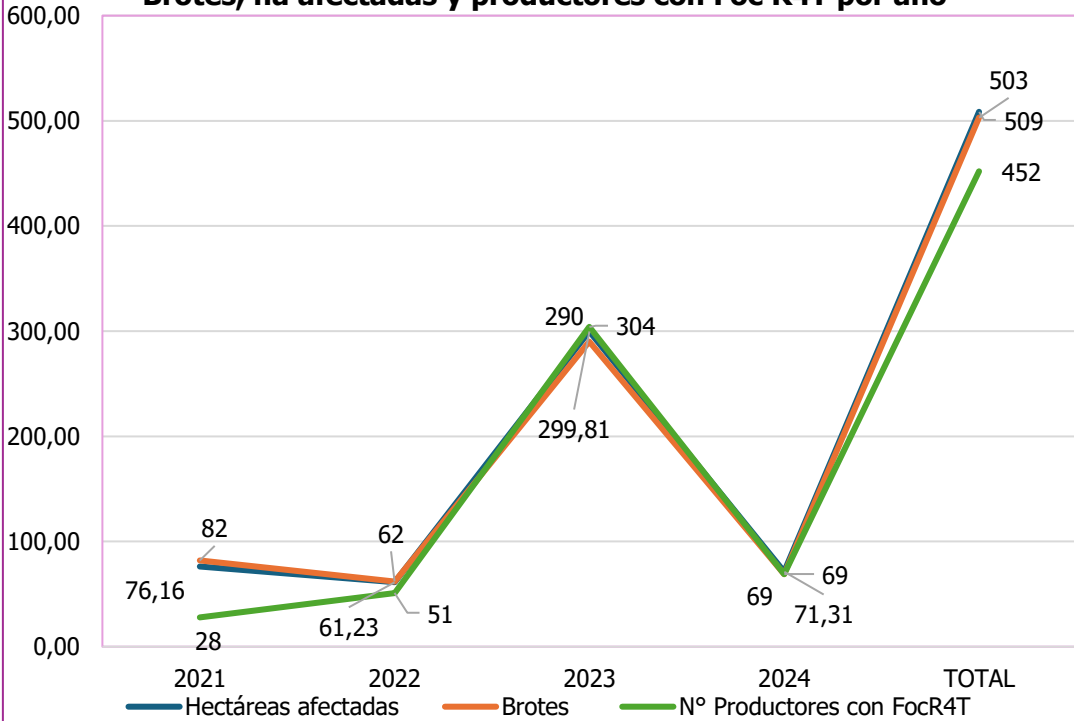
Mapa de ubicación de reportes positivos a Foc R4T en Perú



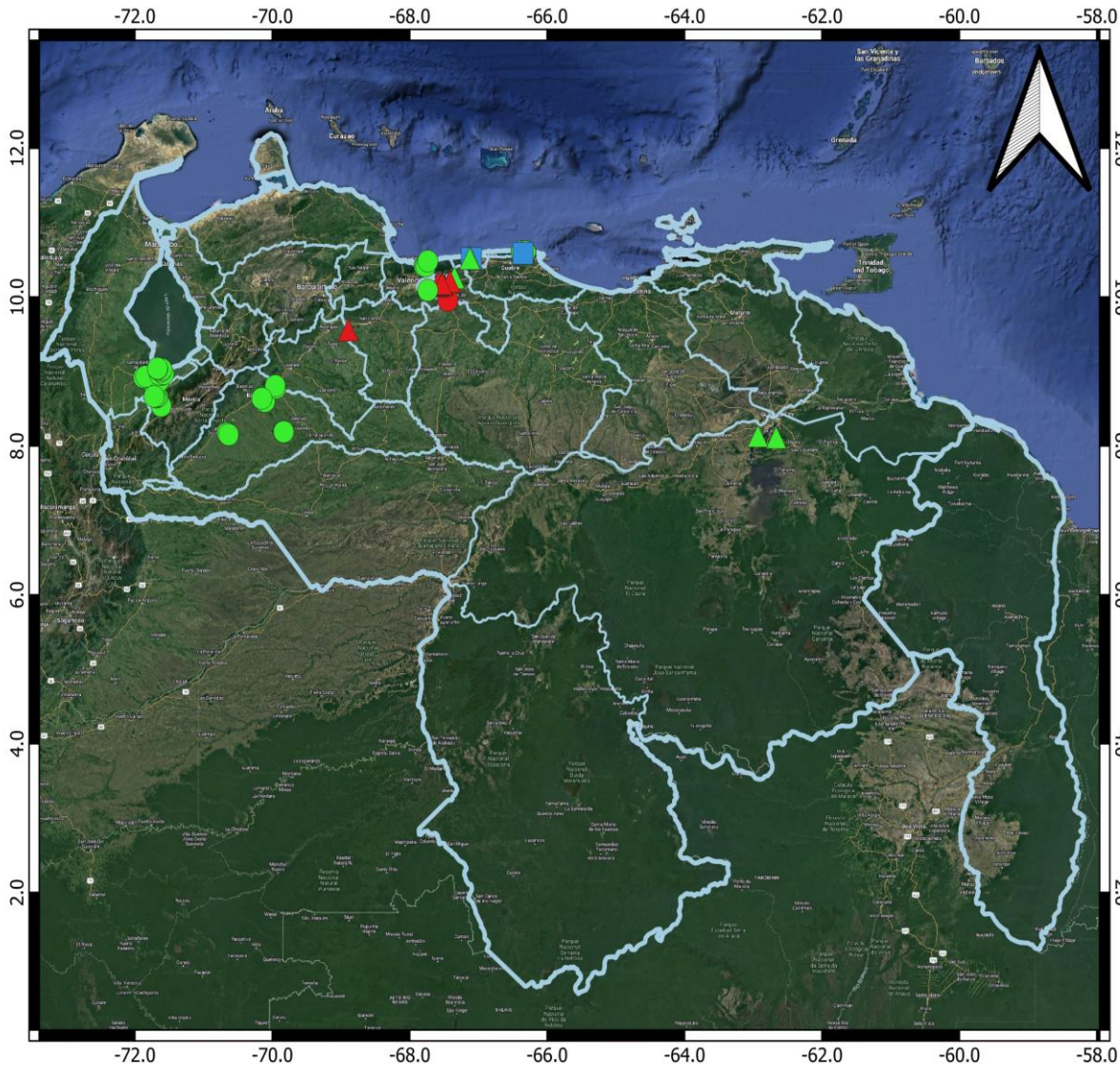
Brotes, hectáreas afectadas y productores con Foc R4T por año

Año	Hectáreas afectadas	Brotes	Nº Productores con FocR4T
2021	76.16	82	28
2022	61.23	62	51
2023	299.81	306	304
2024	71.31	69	69
TOTAL	509	519	452

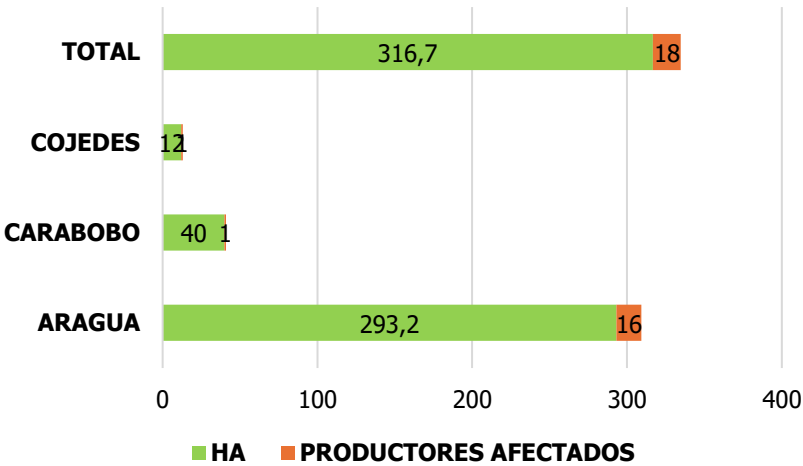
Brotes, ha afectadas y productores con Foc R4T por año



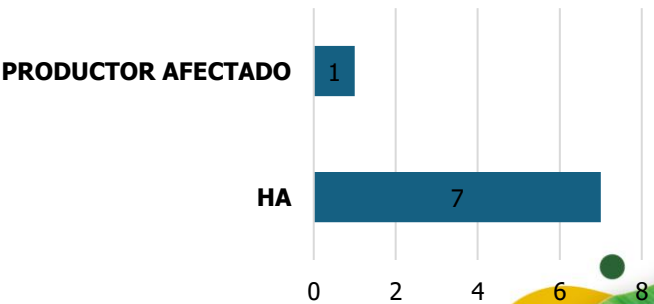
Situación actual de Foc R4T en Venezuela:



Situación del Foc R4T en Venezuela



SITUACIÓN DEL Foc R4T EN PLÁTANO (ARAGUA MUNICIPIO JOSÉ ÁNGEL LAMAS)



Situación actual Norte de Australia

Number of Panama TR4 infected plants in Queensland detected to date



The Program currently visits
274 properties
for surveillance

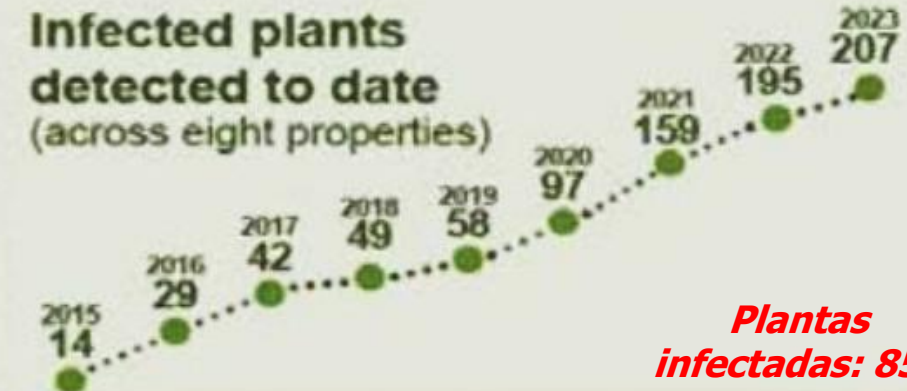


Surveillance is carried out
on approximately
11,576 hectares
of banana production land

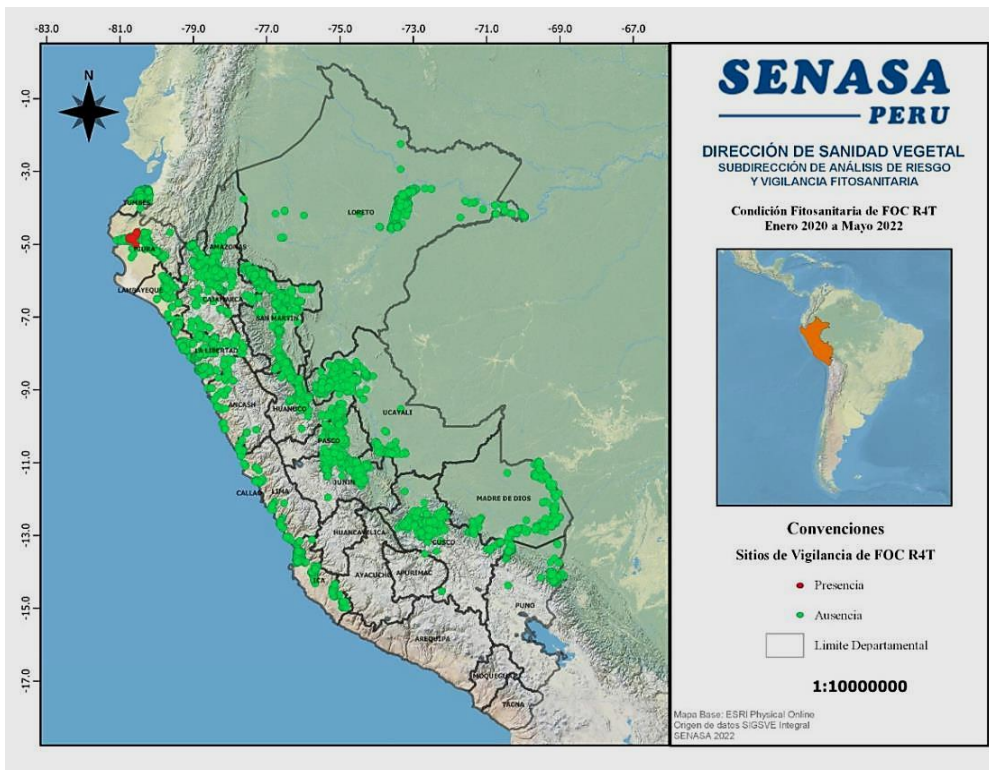


2,691 samples
collected since March 2015

207 infected plants
detected



Contraste entre países



170,000 ha superficie cultivada en riesgo.

135.000 ha plátano.

35.000 ha banano.

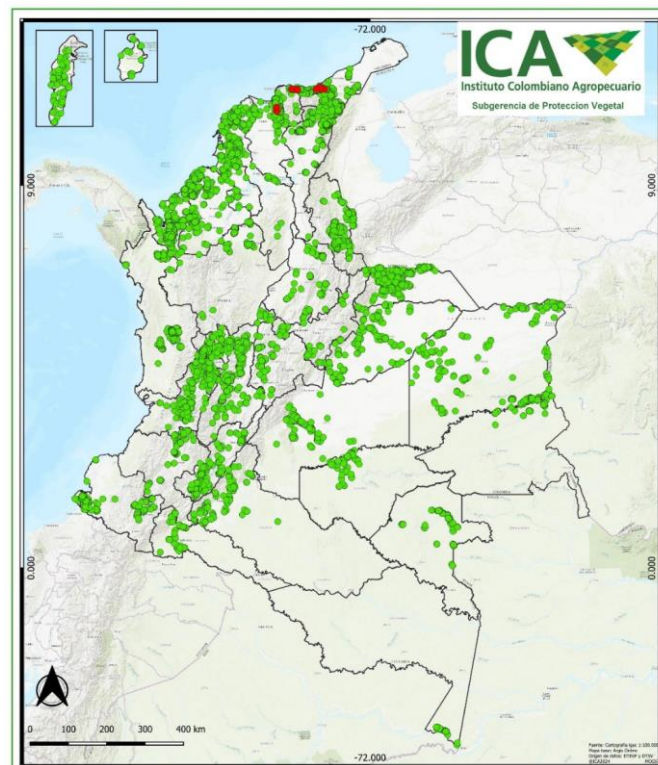
Banano (exportación)

9.000 ha (Orgánico) y 8.000 convencional (**17.000**)

10,000 pequeños productores, 100 asociaciones

452 PRODUCTORES AFECTADOS

509 ha AFECTADAS



500.000 ha superficie cultivada en riesgo.

450.000 ha plátano.

52.121 ha banano de exportación

36.314 ha banano mercado nacional

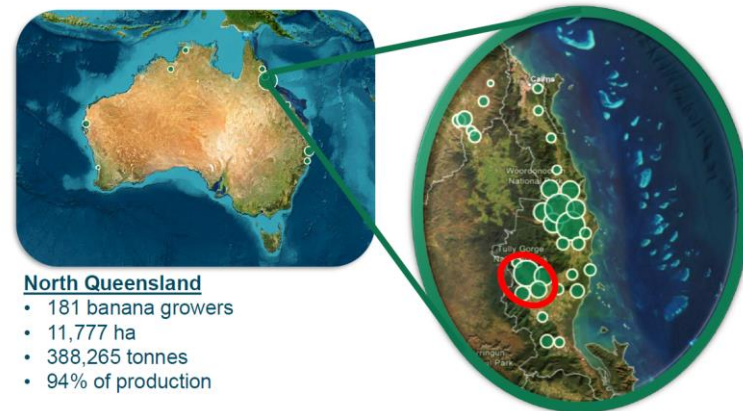
Familias bananeras: 35.139

Familias platanicultoras: 213.950

9 PRODUCTORES AFECTADOS

3917 ha CUARENTENADAS

Bananas in Australia



11.777 ha superficie cultivada en banano

274 productores

34 PRODUCTORES AFECTADOS





QUÉ SABEMOS DEL PATÓGENO:

Colombia vs Perú



Los aislamientos de Perú y Colombia son diferentes, por lo tanto, se puede inferir que fueron incursiones diferentes.

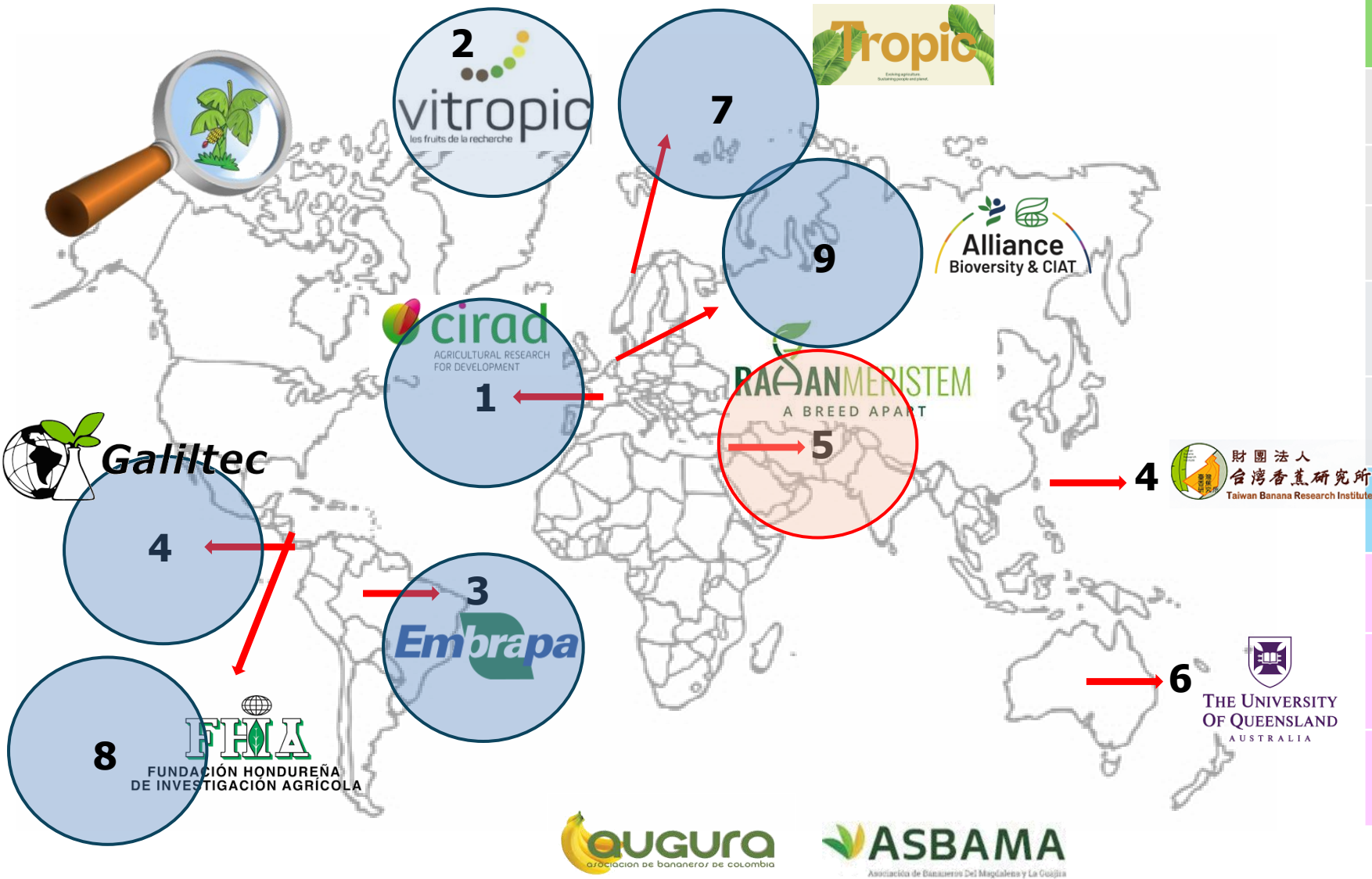
Los aislamientos La Guajira y Magdalena son idénticos molecularmente.

Genome Sequence Data Reveal at Least Two Distinct Incursions of the Tropical Race 4 Variant of Fusarium Wilt into South America

Paula H. Reyes-Herrera,¹ Eliana Torres-Bedoya,^{1,2} Diana Lopez-Alvarez,³ Diana Burbano-David,¹ Sandra L. Carmona,¹ Daniel P. Bebbler,² David J. Studholme,² Monica Betancourt,¹ and Mauricio Soto-Suarez^{1,†}

¹ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Agrosavia, C.I Tibaitatá, Km 14 vía, Mosquera-Bogotá, Cundinamarca, Colombia
² Biosciences, University of Exeter, Geoffrey Pope Building, Exeter, United Kingdom
³ Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Ciencias Biológicas, Palmira, Colombia
Accepted for publication 9 September 2022.

MATERIALES PROMISORIOS:
Introducciones en Colombia



Origen	Material vegetal (clon)	Técnica de fitomejoramiento
1	CIRAD 924, 931, 938	Mejoramiento convencional
2	Vitropic	Ruby, LothaR4
3	BRS Princesa y diploides	Convencional (Banano prata)
4	GCTCv 218 (Formosana)	Variación somaclonal (Cavendish)
5	C4, Gal, DR4	Variación somaclonal (Cavendish) en proceso de selección y evaluación
6	Transgénicos	Incorporación de gen Foráneo (Cavendish)
7	Tropic	Materiales con mejoramiento no convencional
8	Consortio de mejoramiento Dole – Fhia	Diferentes tipos de materiales
9	Varios materiales (bananos y plátanos)	Colección de 1500 accesiones del mundo

PLATAFORMA DE EVALUACIÓN DE RESISTENCIA EN AGROSAVIA

1



***Condiciones controladas
CI Tibaitatá***

**Inoculación en alta
concentración y condiciones
uniformes de temperatura y
humedad**

2



Invernadero en la Guajira

**Inoculación en alta concentración
condiciones contrastantes de
temperatura y humedad**

3



Campo con inoculación

**Inoculación en alta concentración
condiciones climáticas de La Guajira**

PLATAFORMA DE EVALUACIÓN: AGROSAVIA

4



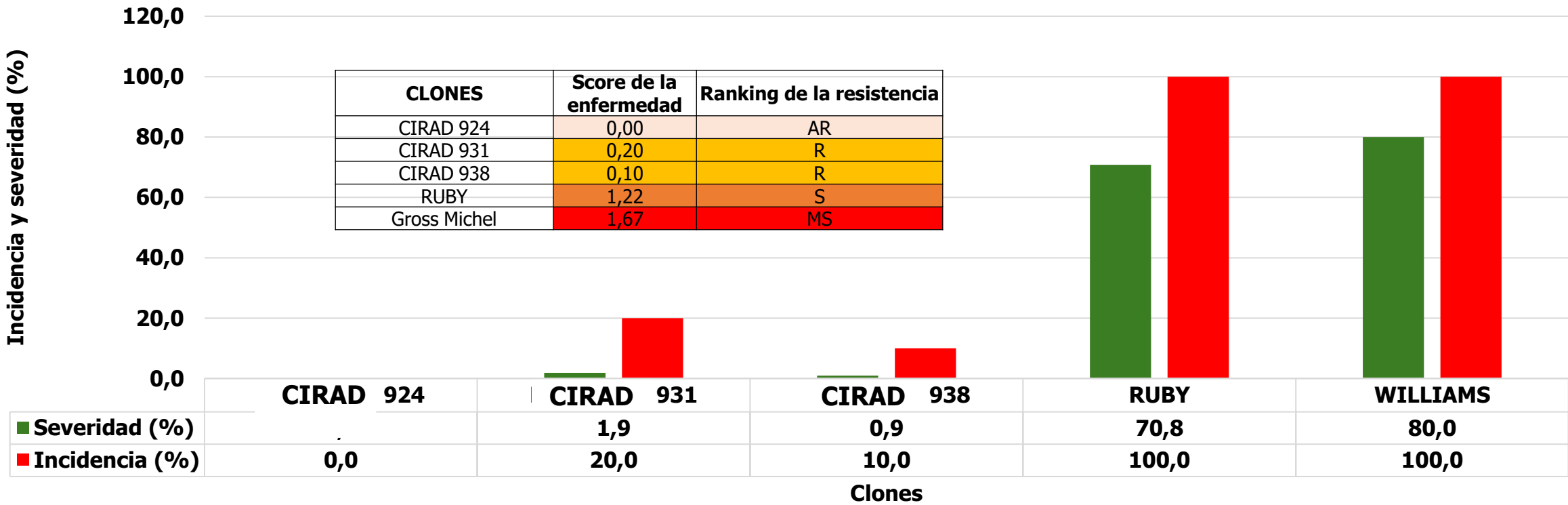
Zonas afectadas
Condiciones naturales de inóculo

5



Evaluación agronómica
Zonas no afectadas

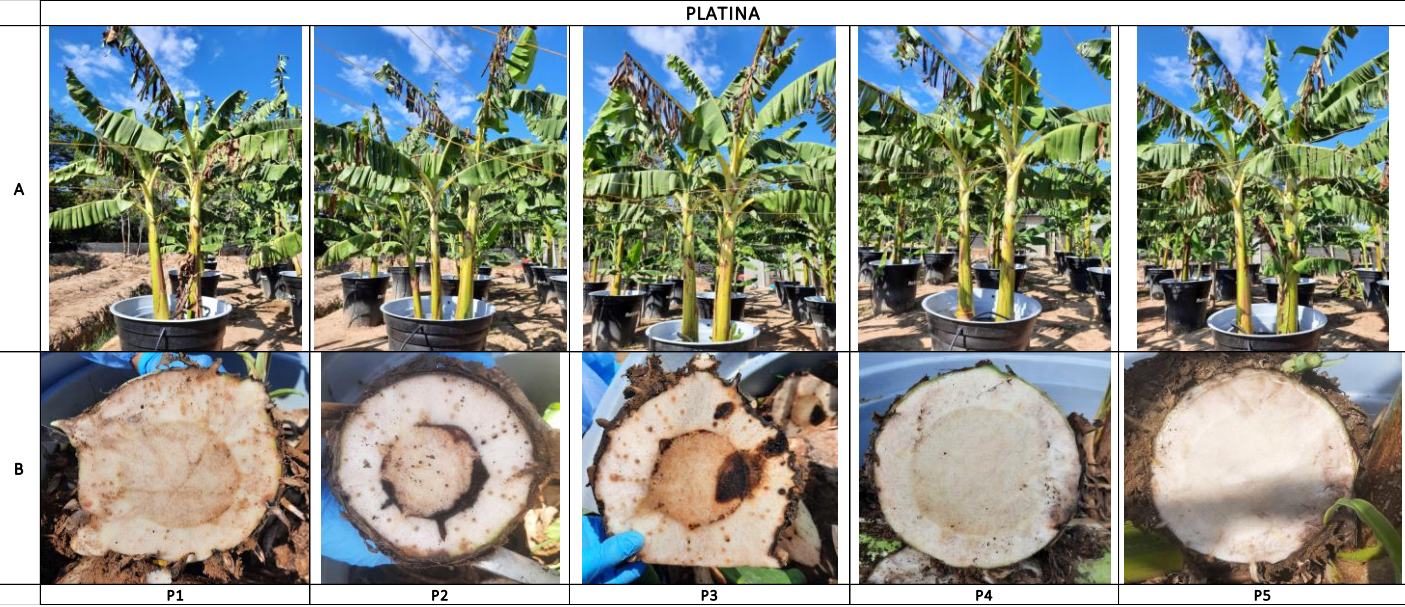
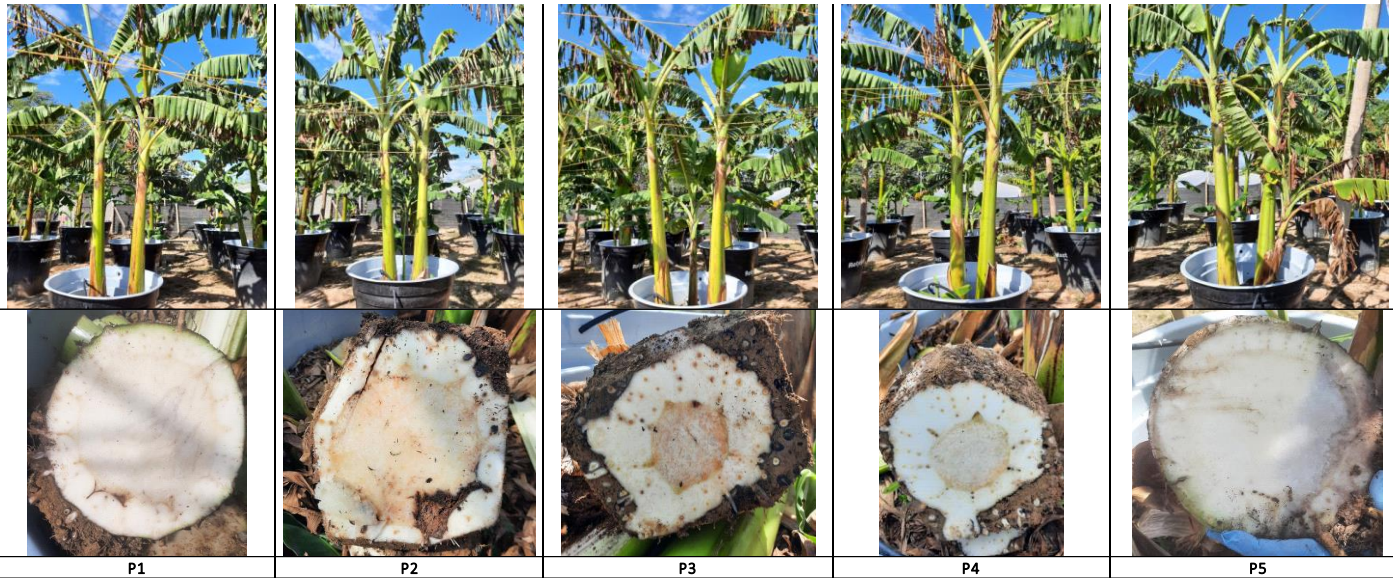
Evaluación de resistencia materiales de CIRAD y Vitropic en vivero en La Guajira



■ Severidad (%) ■ Incidencia (%)



Evaluación de resistencia materiales de Embrapa



Clon	SCORE	
Williams	1,50	Muy susceptible
Platina	0,00	Altamente resistente
Princesa	0,40	Intermedio



Galiltec

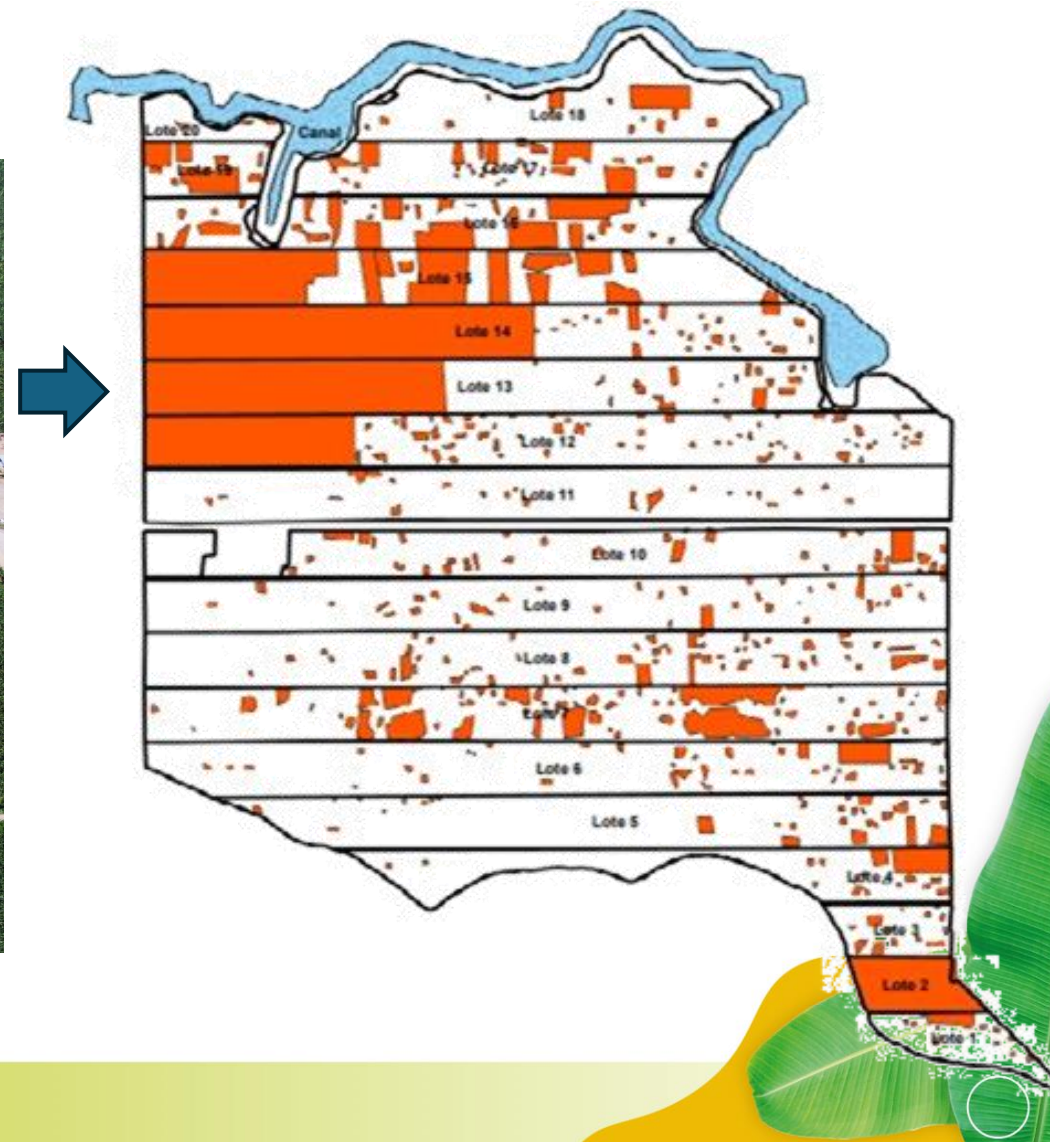


EVALUACIÓN DE CAMPO EN ZONAS AFECTADAS

Condiciones naturales de inóculo



- Área sembrada: 1 ha
- Densidad de siembra: 2,72 x 2,36



Prueba de Evaluación Agronómica en área con alta incidencia de Foc R4T en La Guajira

Diseño experimental: Completamente al azar

Área sembrada: 1ha / Lote 12

Densidad de siembra: 2,72 x 2,36

Clon	Cantidad	Semana	Número infectadas
CIRAD 924	187	19	0
CIRAD 938	170	19	0
CIRAD 931	119	19	0
Ruby	136	19	2 (1,5%)
Lothar4	136	19	2 (1,5%)
Formosana	200	6	0
Cavendish 1	1405	31	38 (2,7%)
Cavendish 2	7034	33	315 (4,4%)
Paredes	102	38	1 (0,98%)
Curare	68	38	0
Hawaiano	68	12	0



Prueba de Evaluación Agronómica en área con alta incidencia de *Foc* R4T en La Guajira

Ruby



Lothar4



COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO: CIRAD EN LA GUAJIRA

CIRAD 924



CIRAD 938



CIRAD 931



COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO: VITROPIC EN LA GUAJIRA

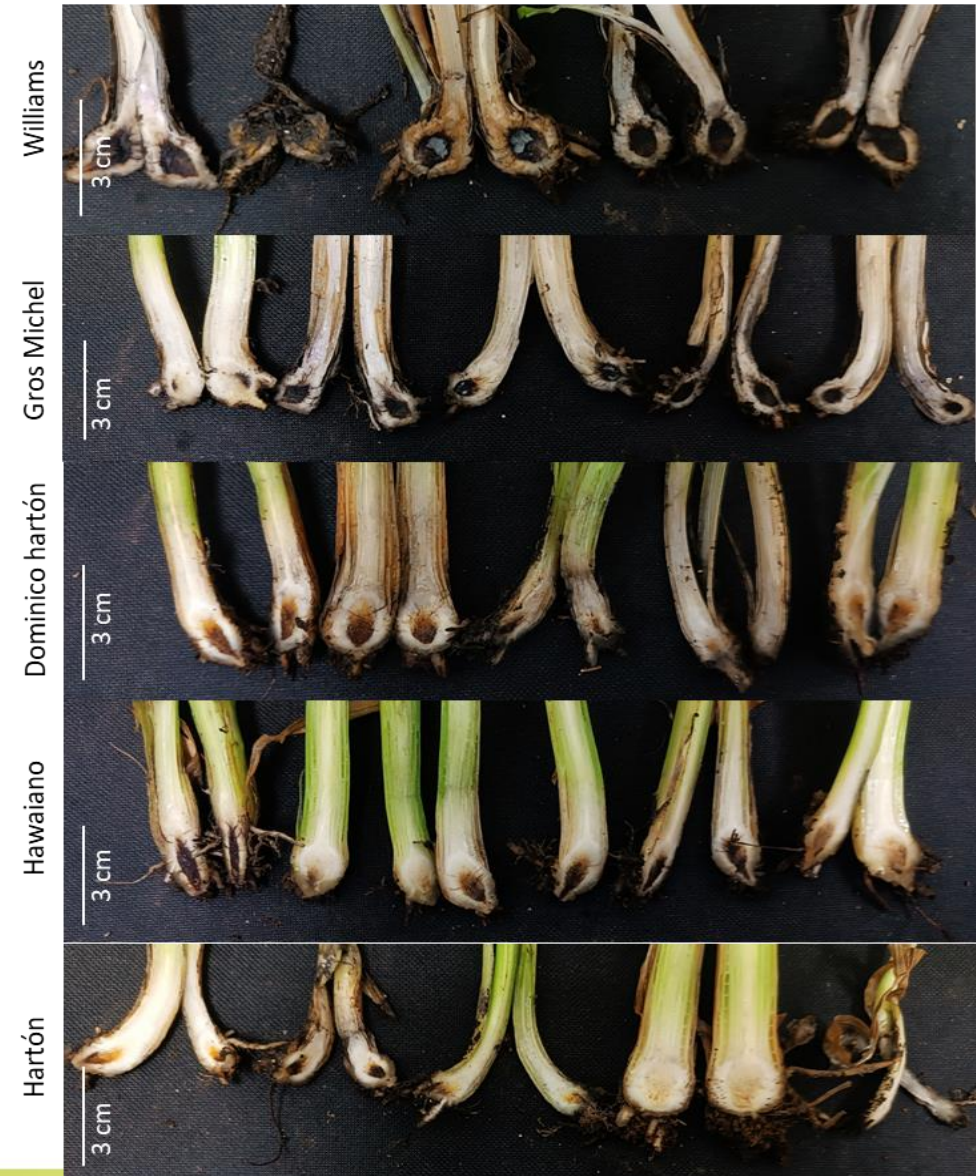
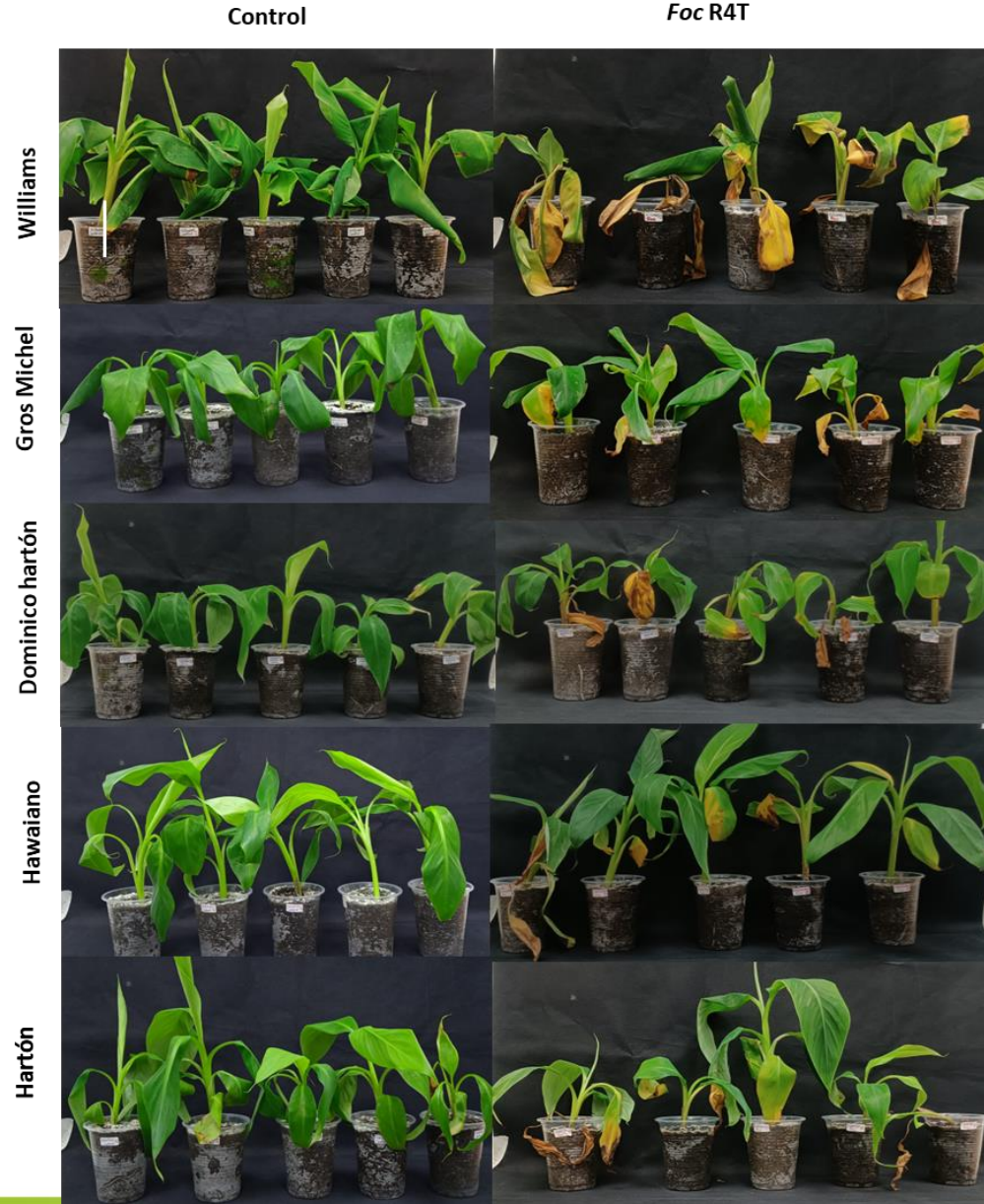
RUBY



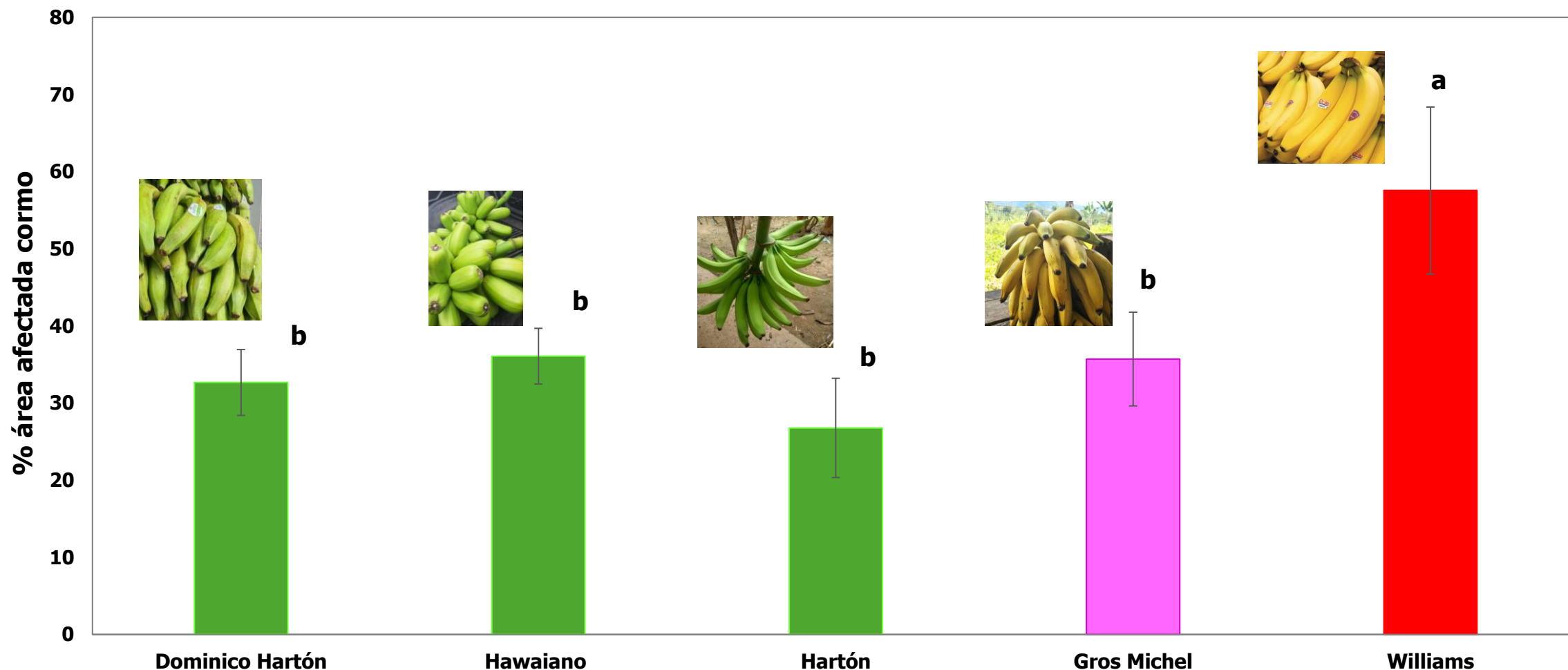
LOTHAR4



EVALUACIÓN DE RESISTENCIA EN PLÁTANOS

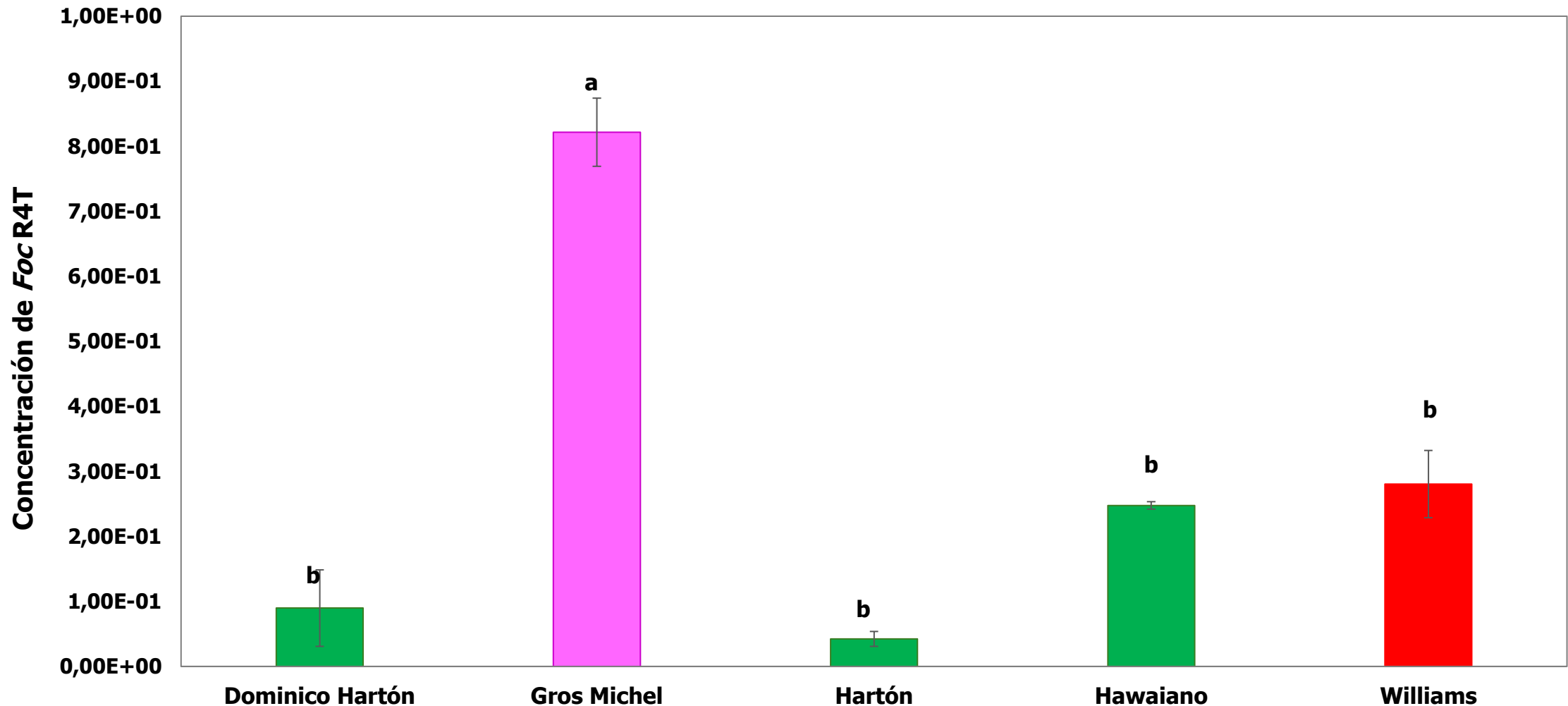


EVALUACIÓN DE RESISTENCIA EN PLÁTANOS



Porcentaje de área de cormo afectada por *Foc* R4T, 30 ddi en diferentes cultivares susceptibles. Letras diferentes representan diferencias significativas (LSD Fischer) con 95% de significancia ($p=0,0001$; $F=11,23$; $gl=24$). Las barras representan el error estándar.

EVALUACIÓN DE RESISTENCIA EN PLÁTANOS



Concentración de ADN de *Foc* R4T (ng por 0,1 µg de ADN total) detectado en tejido afectado de plantas de *Musa* spp. inoculadas con

Prueba de Evaluación Agronómica en área con alta incidencia de *Foc* R4T en La Guajira

SINTOMATOLOGÍA EXTERNA PLÁTANO PAREDES



Día 1



Día 7

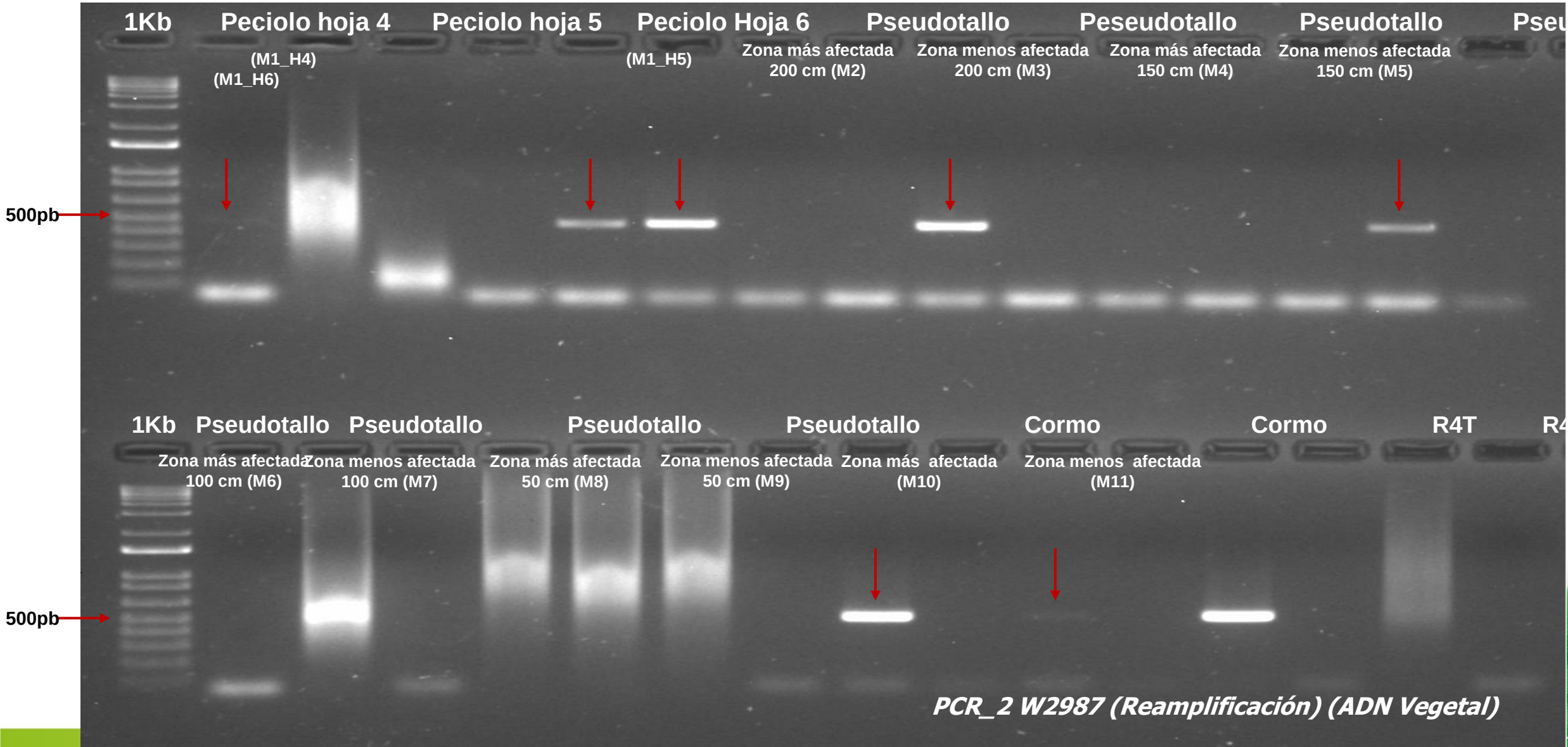


Día 14



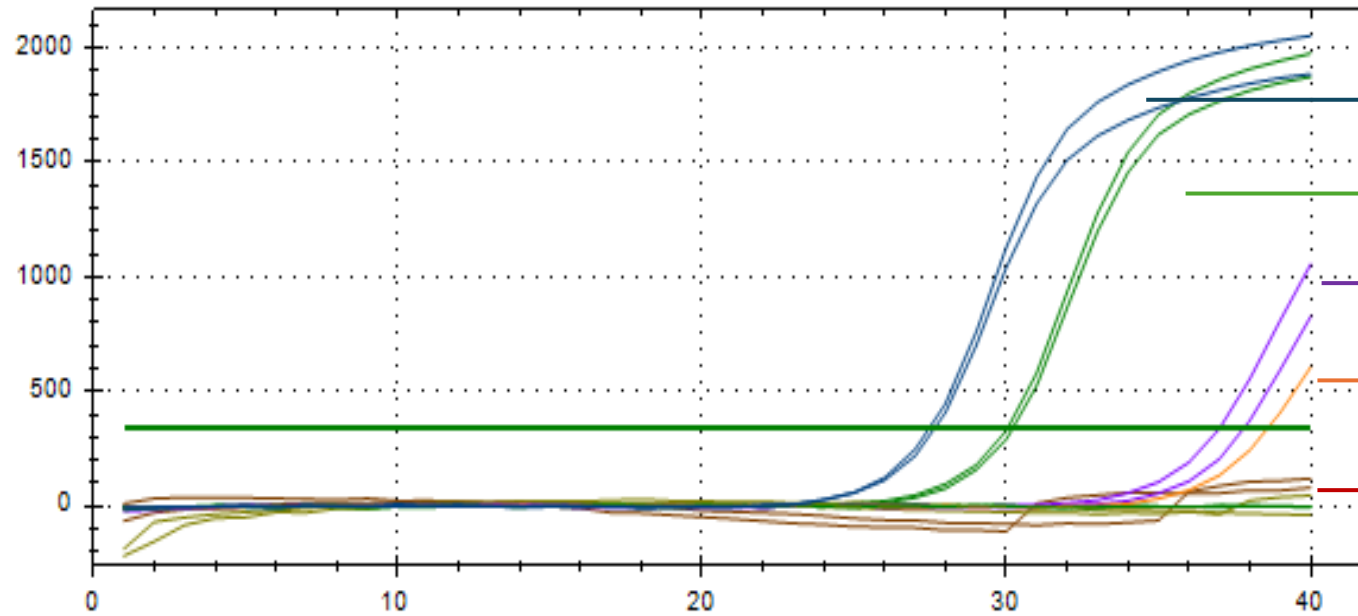
Día 21

Detección de Foc R4T por PCR punto final: plátano



Amplification

PCR CUANTITATIVA
qPCR



M10: Cormo (zona más afectada)

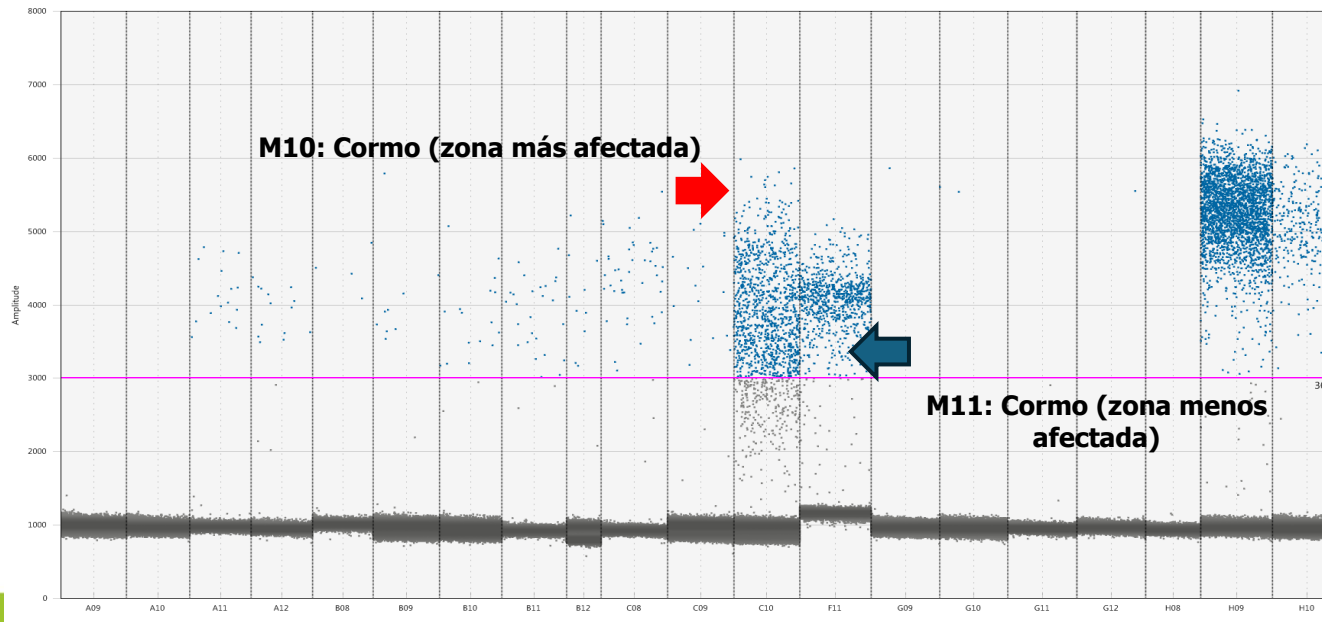
M11: Cormo (zona menos afectada)

M3: Pseudotallo (200 cm)

M5: Pseudotallo (150cm)

M1_H4 y M1_H6: Peciolos Hojas 4 y 6

PCR DIGITAL



M10: Cormo (zona más afectada)

M11: Cormo (zona menos afectada)

INSAI: Plátanos directamente en campo



Plátano Hartón, Venezuela, Rodriguez, G. (2023)

Síntomas internos de *Foc* R4T en Plátano Hartón, Venezuela en finca con alta incidencia de la enfermedad



AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria



IVIC
INSTITUTO VENEZOLANO
DE INVESTIGACIONES
CIENTÍFICAS



➤ Lote en inicio de floración (febrero 2023)

Rodriguez, G. (2023)

Pruebas de evaluación en condiciones de zonas afectada en Venezuela



Material	Número de plantas sembradas	Fecha de siembra	Edad actual	Plantas con síntomas 2023	Plantas con síntomas 2024	Total de plantas afectadas (semana 16)	% de incidencia
Cavendish	1538	Semana 25 (2023) Junio 2023	10 meses	316	131	447	29%
Cavendish	328	Semana 29 (2023) Julio 2023	9 meses	61	63	124	38%
Plátano 1	7873	Semana 42 (2023) Octubre 2023	6 meses	0	123	123	2%
Plátano 2	7030	Semana 16 (2023)	1 año Segundo ciclo	190	165	355	5%

CARACTERIZACIÓN DE LA ENFERMEDAD	PLÁTANO	BANANO CAVENDISH
Días desde aparición de primeros síntomas a muerte de la planta	21	10 - 14
Plantas que puedan llegar a cosecha	Síntomas posteriores a 6 semanas de edad del racimo	Si se presenta el síntoma, no llegan a cosecha
Primeros síntomas	16 a 20 semanas	10 semanas

CONCLUSIONES

- La dispersión de *Foc* R4T una vez se da el primer reporte en un país, depende directamente del tipo de productor afectado y de la capacidad de programas de erradicación aplicados.
 - Los análisis genómicos de *Foc* R4T en América Latina, ubican los aislamientos de Colombia, Perú y Venezuela en grupos diferentes, sin embargo, se observa ancestrabilidad del patógeno venezolano en relación con el colombiano.
 - Aún no contamos con materiales de Cavendish resistentes a *Foc* R4T y definitivamente todo material que prometa ser resistente debe ser evaluado en condiciones de inoculación controlada y directamente en campo.
- 

Gros Michel



Baby banana



Dominico hartón



Peilipita



Hartón



Paredes



Popocho



Manzano



Williams



Control sin inocular



CONCLUSIONES

El plátano y todos los materiales tradicionales de bananos y plátanos evaluados muestran susceptibilidad frente al patógeno, por lo tanto, el riesgo para el país no es menor.

Gracias!



**Mónica
Betancourt**



**Mauricio
Soto**



**Rommel
León**



**Gustavo
Rodríguez**



**Juan Camilo
Gómez**



**Sandra
Carmona**



**Luisa F.
Izquierdo**



**Magda
Gómez**



**Diana
Burbano**



**Andrea
Villarreal**



Ruth Quiroga



Diana Torres



**Andrea
Lovera**



**Carlos Andrés
Moreno**

CI TIBAITATÁ

CI CARIBIA



**Luisa
Guzmán**



**Madeleyne
Parra**



**Alfonso
Orozco**



**Marta
Montes**



**Nicolle
Barón**

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



**Yuli
Gonzale
z**

CI PALMIRA



**Isabel Moreno
Eberto Rodríguez
Luis Carlos Grajales
Alejandro Jaramillo
Yecenia Morillo
Juliana Moncada
Diana Rodríguez
Natalia Martínez**

Gracias!

AGROSAVIA
Corporación colombiana de investigación agropecuaria

2º CONGRESO BANANERO
colombiano **2024**

ICA
Instituto Colombiano Agropecuario

augura
asociación de bananeros de colombia



GRUPO Agrovid

ASBAMA
Asociación de Bananeros Del Magdalena y La Guajira

FONTAGRO **BID | Invest**

INTA
Instituto Nicaragüense de
Tecnología Agropecuaria

INiAP
INSTITUTO NACIONAL DE
INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

inta
Costa Rica

idiap



Embrapa

IAEA
Organismo Internacional de Energía Atómica
Átomos para la paz y el desarrollo

AleR4Ta

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Alliance
Biovorsity & CIAT

AUSCAR
cirad

Agencia Presidencial de
Cooperación Internacional
de Colombia - **APC Colombia**

ALIANZAS Y/O PROYECTOS



ICA:

Concertación de la Agenda de Investigación de Foc, articulación con los gremios,
Aprobación de protocolos y trabajo de campo
Firma de cuatro convenios específicos para investigación en *Foc*, recurso gestionado en dinero



Convenio: Año 2020:
Estructuración de agenda y
desarrollo de protocolos



Convenio firmado para programa de
pre-mejoramiento genético



Proyecto de
fortalecimiento de
capacidades en ALC con
seis países vinculados



Proyecto AUSCAR Fase I y II:
Introducción de genotipos
promisorios y evaluación de
resistencia en diferentes
condiciones en Colombia



Financiación de componente de
capacitación en *Foc* R4T



Proyectos de cooperación y
producción de materiales
resistentes.

ALIANZAS EN ESPECIE PARA FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES



Alianza en especie para la
evaluación de materiales en
condiciones afectadas por
Foc R4T.



Agencia Presidencial de
Cooperación Internacional
de Colombia - **APC Colombia**

Proyectos con: Ecuador, Paraguay, Perú