

Formosana: variante somaclonal de alta tolerancia a *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Tropical Race 4

Eldad Ronen¹; Amnon Ronen²; Du Roi Laboratory³

Galiltec; Du Roi Laboratory.

***Autor de
Correspondencia:**
Eldad Ronen
eldad@galiltec.com

Contribución:
Tecnológica

Sección:
Fitosanidad

Recibido:
15 Diciembre, 2023
Aceptado:
15 Enero, 2024
Publicado:
16 Abril, 2024

Cita:
Ronen E, Ronen A y Du
Roi Laboratory. 2024.
Formosana: variante
somaclonal de alta
tolerancia a *Fusarium*
oxysporum f. sp. *cubense*.
Acorbat Revista de
Tecnología y Ciencia 1(1):
55
<https://doi.org/10.62498/AR.TC.2455>



RESUMEN

En este ensayo, se investiga los factores agro-técnicos de una variante somaclonal de una planta específica que ha demostrado una alta tolerancia a la cepa Tropical Race 4 de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, un patógeno fúngico devastador que afecta a las plantaciones de banano. Se describen las características de esta variante, se compara con las variedades convencionales y se analiza su tolerancia a la enfermedad.

Palabras clave: TR4, Formosana, tolerancia, Fitosanidad.

ABSTRACT

In this trial, agrotechnical factors of a somaclonal variant of a specific plant is investigated that has demonstrated high tolerance to the Tropical Race 4 strain of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, a devastating fungal pathogen that affects banana plantations. The characteristics of this variant are described, it is compared with conventional varieties and its tolerance to the disease is analyzed.

Keywords: TR4, Formosana, tolerance, phytosanity.

INTRODUCCIÓN

Formosana es una variedad de banano Cavendish con una alta tolerancia a *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Tropical Race 4 (Foc TR4), la cual fue obtenida mediante variación somaclonal en el Instituto de Investigación Bananera de Taiwán (TBRI). Procede de plantas de cultivo de tejido Giant Cavendish, la cual era la principal variedad utilizada en Taiwán antes de la presencia de la marchitez por *Fusarium*. De una lista de selecciones somaclonales de Giant Cavendish, la primera planta tolerante que fue seleccionada, probada y liberada con éxito a los productores comerciales fue llamada Tai Chiao No.1 (también conocida como GCTCV-215-1).

Formosana (también conocida como GCTCV-218) sustituyó a Tai Chiao No. 1 en los huertos infestados de Taiwán debido a su mejor tolerancia y características hortícolas. Ecuador es el mayor país exportador del banano Cavendish. En los dos países que lo rodean por ambos lados, Colombia y Perú, ya ha extendido el FOC R4T de forma muy alarmante. Los productores de Ecuador requieren variedades confiables que sean tolerantes a la enfermedad. En América Latina, específicamente en Ecuador, la variedad más popular sembrada en las plantaciones de banano para exportación es Williams; Formosana-218 es nuevo para esta región de Latino América. Por lo tanto, la investigación presentada en esta presentación es dedicada al conocimiento y comparación de Formosana-218 y Williams.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se hizo bajo el control de Agrocalidad e INIAP con las plantas de Formosana y Williams de parte de Galiltec/Du Roi. La primera siembra fue el 02 de septiembre en la zona de Quevedo, Ecuador. Se observó la primera floración en 21 semanas. En un lapso de cinco semanas, toda la parcela se terminó de floral. Dos meses después, se sembró otra parcela en La Península para probar diferentes aspectos de clima y tierra; la plantación de La Península es orgánica.

Los datos que fueron tomados consisten en las semanas a parición, altura a la parición, hojas verdes a la parición, total hojas en la parición, total manos a la parición, manos deschavados, total dedos, dedos comerciales, dedos mano basal, dedos mano apical, longitud de dedos mano basal, longitud de dedos mano apical, altura del hijo (parición) y el peso de racimo por cosecha.

Se hizo con toda la practica agrícola recomendada por los expertos de Agrocalidad, INIAP y Galiltec. Esto consiste en una adecuada preparación de tierra, drenaje, riego y fertilización, plantas de meristemo, plantación uniforme y sobre todo con todos los temas de bioseguridad para un adecuado control del Fusarium y otras enfermedades de plantas de banano. La densidad trabajada es de 1,500 plantas por Ha. Se sembró en doble hilera con distancia de 5.5m de centro a centro con un sistema de fertirriego de microaspersión en el centro de la doble hilera.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- Descripción detallada de las características de la variante somaclonal.
- Comparación con las variedades convencionales en términos de crecimiento, resistencia y producción.
- Tolerancia de la variante somaclonal a la infección por *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Tropical Raza 4 en otros países.

Cuadro 1. Datos de R0 de parcela de Quevedo, Ecuador

Formosana										
Datos	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10
Semanas a parición	23	23	24	24	24	24	24	24	25	25
Altura a la parición	2.9	3	3	2.9	3	3	2.9	3	3	2.9
Hojas verdes a la parición	18	18	18	18	18	17	17	17	17	18
Total hojas de siembra - parición	36	38	38	37	37	38	36	38	37	37
Total manos a la parición	10	10	11	10	11	10	10	11	10	10
Manos deschavados	f+2	f+2	f+2	f+2	f+2	f+2	f+2	f+2	f+2	f+2
Total dedos a la parición	188	199	212	171	189	182	176	211	162	214
Dedos comerciales	134	146	145	136	137	127	121	160	108	162
Dedos mano basal	19	27	30	26	18	18	17	29	19	29
Dedos mano apical	17	17	17	16	17	15	15	17	16	15
Longitud dedos mano basal	8"	9"	7"	8"	8"	8"	7"	8"	7"	7"
Longitud dedos mano apical	7"	7"	6"	6"	5"	6"	5"	6"	6"	5"
Altura del hijo a la parición	1.9	1.5	2.0	1.9	1.4	1.5	1.8	1.8	1.5	1.9

Williams					
Datos	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5
Semanas a parición	24	24	24	24	25
Altura a la parición	2.8	2.7	2.7	2.8	2.9
Hojas verdes a la parición	16	16	16	16	17
Total hojas de siembra - parición	36	37	37	36	37
Total manos a la parición	10	9	9	9	10
Manos deschavados	f+2	f+2	f+2	f+2	f+2
Total dedos a la parición	186	162	143	171	180
Dedos comerciales	134	146	145	136	137
Dedos mano basal	132	112	89	120	127
Dedos mano apical	19	18	18	17	19

Formosana	Williams
24	24.2
3.0	2.8
17.6	16.2
37.2	36.6
10.3	9.4
f+2	f+2
190.4	168.4
137.6	116.0
23.2	18.2
16.2	15.2

Longitud dedos mano basal	7"	8"	8"	8"	7"
Longitud dedos mano apical	6.7"	6.0"	6.0"	5.0"	5.5"
Altura del hijo a la parición	1.7	1.7	1.5	1.8	1.8

7.7"	7.6"
5.9"	5.8"
1.7	1.7

Formosana	Williams
------------------	-----------------

R0: 1.27 R0: 1.25

Racimos de Formosana 218

Detalle	Medida	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10
Peso de Racimo	Libras	62.0	73.2	67.8	63.0	68.0	69.6	88.0	68.6	76.0	76.0
Manos	Unidades	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Peso de Fruta	Libras	52.8	61.2	56.0	53.6	56.0	57.8	74.2	57.6	60.4	64.2
Peso Raquis	Libras	9.20	9.46	11.00	9.40	11.00	11.00	13.80	11.00	12.25	11.85
Cantidad de Dedos	Unidades	91	130	128	131	121	136	153	130	131	141
Calibración Mano 2	Dedos	46	46.5	46	46	45	44	46	44	44	45
Calibración Ultima Mano	Dedos	42	43	40	42	42	40	44	42	41	43
Largo de Dedo 2da Mano	Pulgadas	10.5	10	10	10.5	10	10	11	10	10.5	10
Largo de Dedo Ultima Mano	Pulgadas	8	8	8	8	8	9	8	8	8.5	8

Datos de R1 de parcela de Quevedo, Ecuador

Formosana R1 (promedios)							
Datos	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	
Semanas a parición	20	22	23	24	25	26	
Parición (%) de plantas por semana	1.4	5.4	8.1	8.1	36.5	40.5	
Hojas verdes a la parición	15	15	14	13	13	10	
Total manos a la parición	12	12	12	12	12	12	
Manos deschavados (desmanados)	f+2	f+2	f+2	f+2	F+2	F+2	
Manos Comerciales	10	10	10	10	9	10	
Total dedos a la parición	176	183	181	184	186	194	
Dedos mano basal	19	23	26	25	20	23	
Dedos mano apical	17	16	18	18	18	17	
Calibración mano basal	50	44	47	43	45	45	
Calibración mano apical	47	42	43	40	41	41	

Longitud dedos mano basal	10	10	9	10	10	10
Longitud dedos mano apical	8	8	8	8	8	8
Peso racimo a la cosecha	84	84	86	79	72	79
Peso solo fruta	72	71	73	64	63	70
Peso solo RK	12	14	14	14	7	11

Peso Lb solo fruta por racimo	71.4
Caja/Racimo/Lb	1.72
Producción estimado Cajas/Ha/año	4,129

Williams R1															
Datos	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	P 12	P 13	P 14	P 15
Semanas a parición	20	21	21	22	22	22	22	23	23	23	24	25	26	27	27
Hojas verdes a la parición	13	12	11	10	10	10	11	10	10	9	9	9	9	9	8
Total hojas siembra - parición	6	6	5	6	4	5	4	5	4	4	4	4	5	6	4
Total manos a la parición	13	13	13	13	13	14	12	12	12	13	14	13	13	12	12
Manos deschavados	F+ 2	F+ 2	F+ 3	F+ 3	F+ 2	F+ 3	F+ 2	F+ 3	F+ 3	F+ 2	F+ 2	F+ 2	F+ 3	F+ 3	F+ 2
Manos Comerciales	11	11	10	10	11	11	10	9	9	11	12	11	10	9	10
Total dedos a la parición	192	223	217	186	218	230	176	180	166	230	226	184	184	186	205
Dedos mano basal	20	27	29	20	22	28	20	30	19	28	20	27	29	20	22
Dedos mano apical	16	18	18	18	18	18	16	19	16	17	16	18	18	18	18
Calibración mano basal	44	45	46	42	46	45	46	44	46	46	46	45	45	42	45
Calibración mano apical	40	41	43	39	43	41	42	41	41	41	42	41	43	39	42
Longitud dedos mano basal	10	10	10	10	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9
Longitud dedos mano apical	8.5	8	8	8	8	8	8	9	9	8	8	8	8	8	8
Peso racimo a la cosecha	89	94	89	83	99	92	75	92	82	106	109	101	94	86	83
Peso solo fruta	78	81	75	72	87	78	61	77	67	93	98	88	82	71	72
Peso solo RK	11	13	14	12	12	14	14	16	15	14	10	13	12	14	13

Datos de R2 de parcela de Quevedo, Ecuador

Formosana R2 (Promedio)						
Datos	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6
Semanas a parición	2.2	17.4	13.0	39.1	15.2	13.0
Hojas verdes a la parición	13	13	14	15	16	15
Total hojas verdes- cosecha	7	8	9	9	13	9
Total manos a la parición	12	11	12	11	11	11
Manos deschavados (desmanados)	f+3	f+3	f+3	f+3	f+2	f+3
Manos Comerciales	9	7	9	9	9	9
Total dedos a la parición	189	121	167	142	157	146
Dedos mano basal	21	18	23	19	22	18
Dedos mano apical	17	14	16	15	15	15
Calibración mano basal	45	45	43	44	44	45
Calibración mano apical	41	43	40	41	40	42
Longitud dedos mano basal	10	10	10	10	10	10
Longitud dedos mano apical	8	8	8	8	8	8
Altura del hijo a la parición	2	2	2	2	3	3
Peso racimo a la cosecha	86	62	73	69	72	69
Peso solo fruta	73	51	61	57	60	59
Peso solo RK	13	11	12	12	12	10

Características hortícolas de Formosana en Taiwán y Mozambique

Es una selección productiva, con una altura media de planta de 2,8 m.

La planta tiene un pseudo tallo grande y fuerte, con hojas gruesas y erguidas que se agrupan en la corona. Conformación cilíndrica del racimo. La longitud de los dedos es similar a la de Williams, lo que le confiere un alto empaquetamiento de frutos grandes y extragrandes y la hace adecuada para los mercados de exportación.

Racimos de alto rendimiento. La masa del racimo es similar a la de variedades populares como Grand Nain y Williams. En Taiwán, los racimos eran 8,9 kg más pesados que los de Giant Cavendish. En Mozambique, a lo largo de dos ciclos de cultivo en suelos infectados por Foc TR4, los racimos de Formosana fueron de media 1,9 kg más pesados que los de Nandi, una selección mejorada de Grand Nain.

Principales características del cultivo parental de Formosana en relación con Giant Cavendish en Taiwán.

Variedad	Altura de planta(cm)	Bunch Mass (kg)	Hands/bunch	Fingers/bunch	Planting to Harvesting (Months)	Pseudo stem diameter at flowering (cm)
Giant Cavendish	274	21.3	8.5	147	12	73
Formosana	281	30.2	11.5	191	13	82

Comparación de las características de plantas Nandi y Formosana en suelos infectados con Foc TR4 en Mozambique durante 2 ciclos.

Variedad	Plant Height (cm)	Bunch Mass (kg)	Hands/bunch	Planting to Flowering (Weeks)	Planting to Harvesting (Weeks)	Pseudostem diameter at flowering (cm)
*Nandi	207	18.2	6.1	36.9	41.4	53.3
Formosana	263	20.1	6.4	44.2	49.5	57.2

Media tomada de Cultivo Parental + Ratoon 1. *Nandi es una selección mejorada del genérico Grand Nain. Datos extraídos de: Viljoen et al., 2020

Tolerancia a la marchitez por *Fusarium*

Las variedades de Cavendish tolerantes han sido una estrategia largamente buscada para controlar el Foc TR4. Los estudios han demostrado que Formosana es significativamente más tolerante al Foc TR4 que las variedades de Cavendish susceptibles, como Williams y Grand Nain.

En Taiwán, Formosana tuvo una incidencia de la enfermedad del 4,3% en el cultivo madre y del 4,1% en el cultivo de retoño. Las cifras correspondientes fueron del 25,5% y el 29,6% para la variedad Giant Cavendish, susceptible a la marchitez.

Variedad	Incidencia media de la enfermedad (%)	
	Parent-crop	Ratoon 1
Giant Cavendish	25.5	29.6
Formosana	4.3	4.1

Fuente: TBRI Annual Report, 2000

En Filipinas, durante un periodo de 4 años, Formosana tuvo una incidencia media de la enfermedad del 6% y Grand Nain de más del 87%.

Variedad	Incidencia media de la enfermedad (%)	Año
Grand Nain	>87	2012-2015
Formosana	8	

Datos recogidos por Lapanday Food Company y Bioversity International, en Filipinas. Fuente: Molina & Fabregar (Datos no publicados).

Directrices generales de cultivo para Formosana

- 1) Formosana es una variedad altamente tolerante al Foc TR4. Presentará síntomas menos graves que las variedades susceptibles cuando se cultiva en condiciones ambientales y de presión de inóculo similares. Es importante que el cultivo de Formosana forme parte de un enfoque integrado de la gestión del Foc TR4.
- 2) Los racimos necesitan un buen apuntalamiento en el campo debido a que las plantas son altas.
- 3) Formosana necesita condiciones óptimas de clima, suelo y manejo para rendir al máximo. No se recomienda en zonas marginales con mal drenaje y riego insuficiente.

CONCLUSIONES

Con el FOC R4T avanzando y afectando más áreas, se necesitará variedades de plantas de banano que son resistentes a este patógeno. Lo que hace la Formosana la variedad ideal, es que es la única variedad que existe en el mundo la cual es probada mundialmente por los siguientes aspectos: alta tolerancia al FOC R4T, aspectos agronómicos como desarrollo y producción y aspectos de mercadeo como la calidad de

la fruta y su aceptación con los consumidores. Esta variedad lleva muchos años en estudio y siendo refinado de acuerdo con las necesidades global. Cuando se compara con las variedades como el William y Grand Nain, la Formosana se destaca en varios aspectos haciendo la planta económicamente superior. Con plantas de meristemo de alta calidad podemos enfrentarnos al R4T y prevenir pérdidas a nivel global.

REFERENCIAS

1. Hwang, S.C.; Ko, W.H. Cavendish banana cultivars resistant to *Fusarium* wilt acquired through somaclonal variation in taiwan. *Plant Dis.* 2004, 88, 580–588.
2. Molina, A.B.; Sinohin, V.O.; Fabregar, E.G., Ramillete, E.B.; Loayan, M.M.; Chao, C.P. Field resistance of Cavendish somaclonal variants and local banana cultivars to tropical race 4 of *Fusarium* wilt in the Philippines. *Acta Hort.* 2016, 1114, 227–230.
3. Viljoen, A.; Mostert, D.; Chiconela, T.; Beukes, I.; Fraser, C.; Dwyer, J.; Murray, H.; Amisse, J.; Matabuana, E.L.; Tazan, G.; et al. Occurrence and spread of the banana fungus *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense TR4 in Mozambique. *S. Afr. J. Sci.* 2020, 116, 1–11.