



Evaluación sanitaria de materiales clonales de *Eucalyptus grandis*

Evaluación a nivel regional

Autores

Sergio Ramos, María de los Ángeles García - EEA Concordia INTA

Edgar Eskiviski, Alejandra Von Wallis - EEA Montecarlo INTA

Andrea Andorno, Carmen Hernández - IMyZA Castelar INTA

Ana Beatriz Guarnaschelli - FA, UBA

Ana María Lupi - IS CIRN Castelar INTA



**Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación**

Evaluación sanitaria de materiales clonales de *Eucalyptus grandis*

Este informe resume los principales resultados de la evaluación sanitaria realizada entre mayo de 2017 y mayo de 2018, en ensayos de fertilización inicial en materiales clonales establecidos en diferentes sitios de la Mesopotamia (Tabla 1).

Tabla 1. Ubicación de los sitios, tipos de suelo de cada uno y fechas de realización de las evaluaciones sanitarias

	Localización	Suelo*	Fecha de plantación	Fecha de muestreo
Montecarlo, Misiones	26°35'46"S 54°44'41'O	rojo profundo	10/2016	15/6/2017
Virasoro, Corrientes	28°05'06"S 55°48'47'O	rojo profundo	10/2016	29/6/2017 y 15/11/2017
Concordia, Entre Ríos	31°15'22.47"S 58°16'3.28"O	mestizo	10/2016	22/5/2017
Gualectuaychú, Entre Ríos	33°1'57"S 58° 13' 37"O	arenoso	9/2016	27/12/2017 y 13/5/ 2018

*Nombre común

En los ensayos instalados en Montecarlo, Virasoro y Concordia se evaluaron las respuestas de 5 clones de *Eucalyptus grandis* a la fertilización con combinaciones de tres dosis de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), de las que resultaron 27 tratamientos. Las evaluaciones se realizaron sobre 8 de esos tratamientos (Tabla 2), correspondientes a las dosis más altas de cada fertilizante y sus combinaciones, los que se definieron en base al posible efecto de esas dosis sobre la manifestación y los niveles de enfermedades y plagas en los diferentes materiales clonales. Existen antecedentes que indican que el exceso de nitrógeno favorece el ataque de roya, que la deficiencia de potasio provoca tejidos blandos susceptibles al ataque de patógenos, y que la deficiencia de fósforo aumenta la incidencia de manchas foliares producidas por ciertos patógenos.

Las evaluaciones se realizaron en dos bloques localizados en diferente posición en el terreno: zona baja y zona alta, sobre 3 plantas centrales en cada parcela, las que se marcaron con una cinta. El número total de plantas evaluadas en cada sitio fue de 240 (5 clones, 8 tratamientos, 2 bloques, 3 plantas).

Tabla 2. Tratamientos de fertilización seleccionados para las evaluaciones sanitarias. De cada tratamiento se expresan los gramos de fertilizante aplicados a cada planta.

Tratamiento	Urea	Superfosfato triple	Cloruro de K
000	0	0	0
00K	0	0	100
0P0	0	180	0
0PK	0	180	100
N00	90	0	0
N0K	90	0	100
NP0	90	180	0
NPK	90	180	100

En el ensayo de Gualeguaychú la fertilización se realizó con fosfato diamónico (FDA) y cloruro de potasio (KCl), en dos momentos (Tabla 3).

Tabla 3. Tratamientos de fertilización aplicados en el ensayo en Gualeguaychú

Tratamiento	Momento de fertilización		
	FDA	KCl	
			Primavera / Octubre 2016
			Otoño /Abril 2017
1	0	0	0
2	120	0	72 (600% NP)
3	120	82	72-82 (100% K)
4	120	82	72-32 (40% K)
5	120	164	72-164 (100% K)
6	120	164	72-64 (40% K)

Los clones evaluados fueron: EG-INTA-1, EG-INTA-36, EG-INTA-152, FTSA A-130-96 (Forestadora Tapebicuá S.A.) y DDT02155 (Pomera Maderas). Las plantas de los clones INTA fueron adquiridas en los viveros Decoppet S.A., Kolln y Dávalos, y los clones FTSA A-130-96 y DDT02155 fueron cedidos por las respectivas empresas propietarias.

Estimación de enfermedades y plagas

Para medir la severidad de afectación por roya (*Austropuccinia psidii*) se usó la escala propuesta por Junghans *et al.*, 2003 (Gráfico 1).

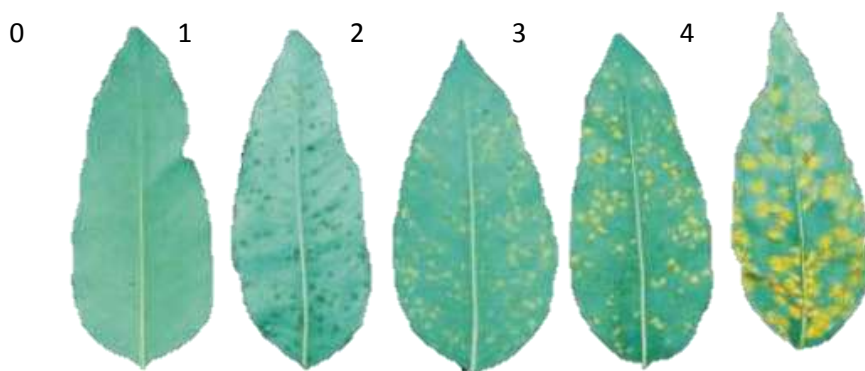


Gráfico 1. Escala de severidad de roya del eucalipto (adaptado de Junghans *et al.*, 2003)

Para manchas foliares se usó el índice de daño de copa (IDC), basado en Stone *et al.* (2003), y construido a partir de la incidencia en la copa del árbol y la severidad de la mancha/ defoliación (Gráfico 2).

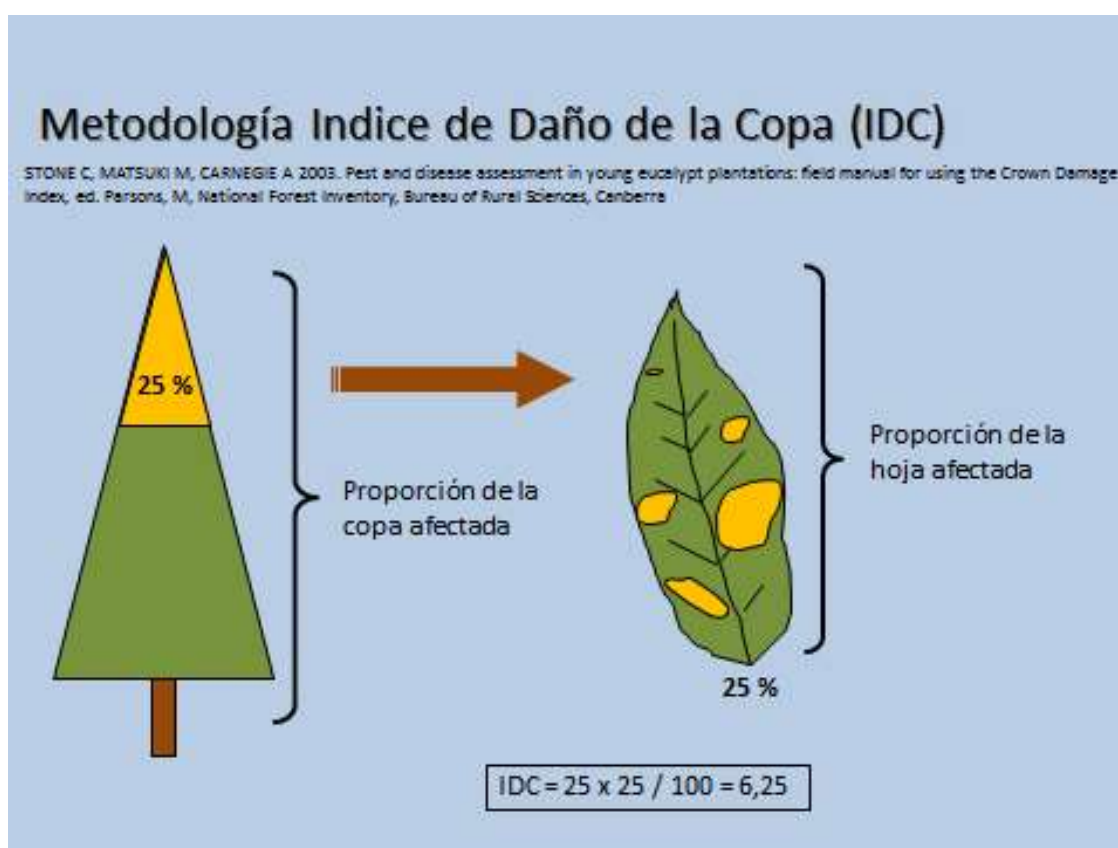


Gráfico 2. Procedimiento para el cálculo del índice de Daño de Copa (IDC)

Una mirada global

En los ensayos en Montecarlo, Virasoro y Concordia los principales problemas sanitarios encontrados fueron roya y manchas foliares. Con respecto a la roya, en el Gráfico 3 se muestra la cantidad (%) de plantas en cada grado de severidad, donde se observa que 66,7% de las plantas no presentaban este problema, lo que implica una incidencia general de la enfermedad de 33,3%.

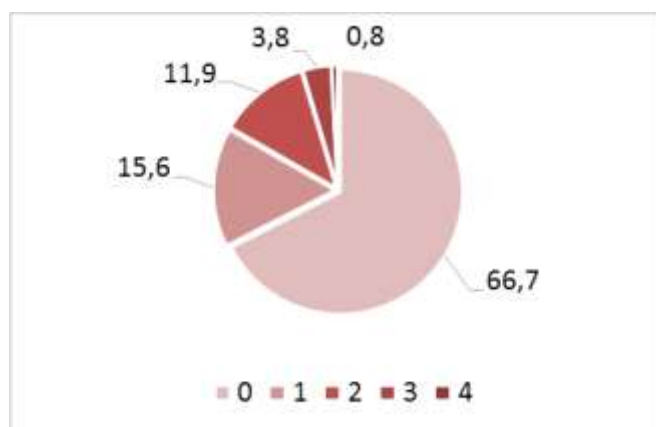


Gráfico 3. Distribución de las plantas evaluadas en cada grado de severidad. Los valores son relativos al total de plantas evaluadas de todos los clones y fertilizaciones en los tres sitios

Las manchas foliares fueron producidas principalmente por *Teratosphaeria suttonii* y bacteriosis por *Xanthomonas spp* / *Pseudomonas spp*. Sus efectos se expresan mediante el índice de daño de copa (IDC) que muestra el Gráfico 4, en el que se observa que de la evaluación en los tres sitios un poco más de 35% de las plantas no presentaron daño en la copa debido a manchas foliares, mientras que el resto presentaron entre 5 y 15% de su copa dañada, salvo por un pequeño porcentaje de plantas con valores mayores de IDC.

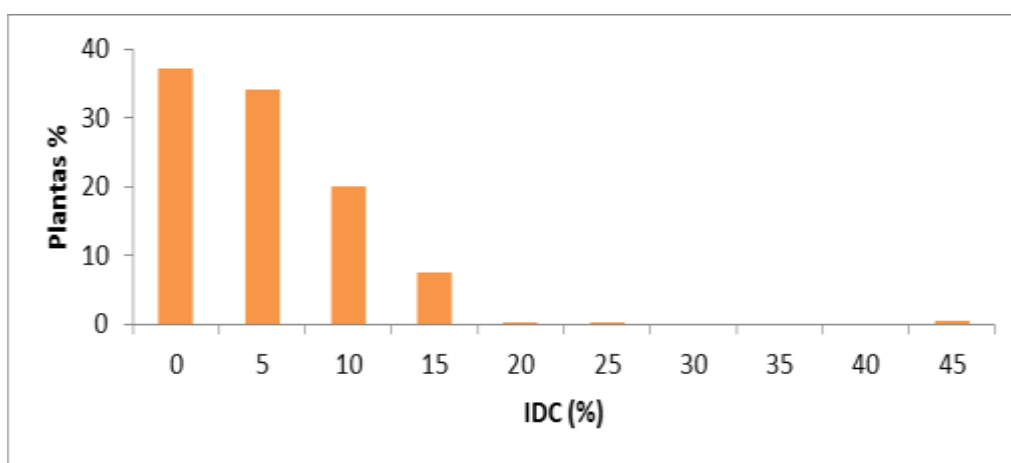


Gráfico 4. Distribución de las plantas evaluadas en los tres sitios según índice daño de copa (IDC%).



Foto: Hojas de *E. grandis* afectadas por mancha púrpura

En cuanto a la avispa de la agalla, solo se encontraron unas pocas plantas afectadas en las evaluaciones en Virasoro, aunque no se descartan plantas atacadas en otros tratamientos, pero con un grado de daño muy bajo. En general, *E. grandis*, la especie a la que pertenecen los clones usados en estos ensayos es más resistente que otras especies, como *E. camaldulensis*, *E. tereticornis* y sus híbridos.

Una mirada particular

Ensayo en Concordia (Entre Ríos)

El ensayo se evaluó una sola vez. En invierno de 2017 se registraron temperaturas por debajo de 0 °C los días 17, 18 y 19 de julio, con temperaturas de -1,8, -3 y -2 respectivamente, que afectaron fuertemente el ensayo y obligaron a darlo de baja.

Presencia de roya y su relación con los clones

Los resultados de la evaluación de la afectación por roya mostraron asociación significativa entre la presencia de la enfermedad y los clones (Tabla 4). Los clones FTSA A-130-96 y EG-INTA-152 presentaron más de 80% de la copa afectada, mientras que EG-INTA-36 fue el menos afectado.



Foto: Hojas de *E. grandis* afectadas por roya.

Tabla 4. Plantas (%) con roya y sin roya según el clon.

CLON	PLANTAS CON ROYA	PLANTAS SIN ROYA
FTSA A-130-96	96	4
EG-INTA-152	83	17
DDT02155	50	50
EG-INTA-1	44	56
EG-INTA-36	25	75

Se encontró asociación significativa entre la cantidad de plantas en cada grado de severidad y el clon (Gráfico 5).

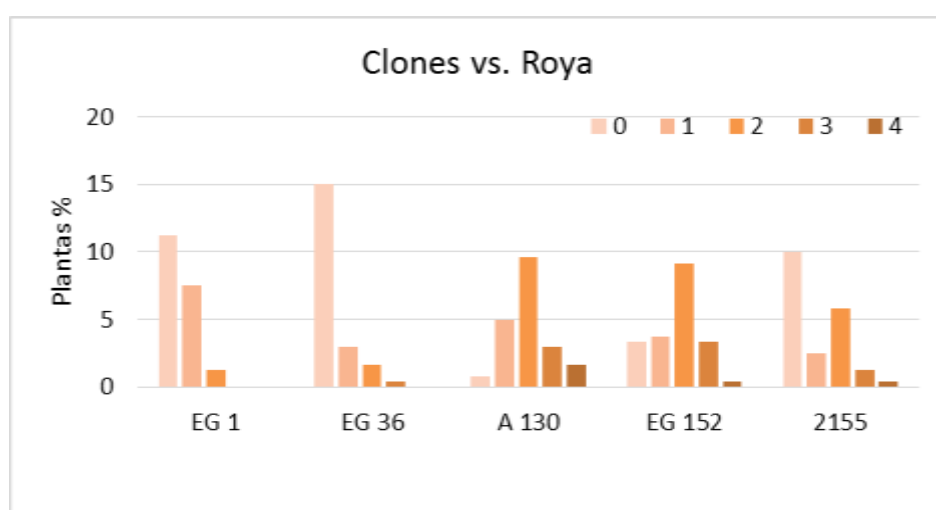


Gráfico 5. Cantidad (%) de plantas en cada grado de severidad de afectación por roya según el clon. Los valores son relativos al total de plantas evaluadas de todos los clones y tratamientos de fertilización

Los clones FTSA A-130-96, EG-INTA-152 y DDT02155, los más afectados por roya, fueron los únicos que presentaron plantas con altos niveles de pústulas en las hojas y deformaciones en los brotes (grado de severidad 4). EG-INTA-1 y EG-INTA-36 no mostraron ninguna planta con grado de severidad 4 de roya.

Presencia de roya en relación con los tratamientos de fertilización

Se encontró asociación significativa entre la presencia de la enfermedad y los distintos tratamientos de fertilización (Tabla 5). El comportamiento fue variable: los tratamientos OP0, N00, N0K, NPK presentaron más de 50% de individuos afectados con roya, mientras que los tratamientos OPK, NP0 y 000 fueron los de menor cantidad de plantas afectadas por roya.

Tabla 5. Cantidad (%) de plantas con roya y sin roya según dosis de fertilizante.

TRATAMIENTO	PLANTAS CON ROYA	PLANTAS SIN ROYA
OPK	23	77
NPO	50	50
000	50	50
N0K	60	40
00K	57	43
N00	70	30
NPK	80	20
OP0	87	13

También la asociación entre la cantidad de plantas en cada grado de severidad y los diferentes tratamientos de fertilización resultó significativa (Gráfico 6). Los clones FTSA A-130-96, EG-INTA-152 y DDT02155, los más afectados por roya, fueron los únicos que presentaron plantas con altos niveles de pústulas en las hojas y deformaciones en los brotes (grado de severidad 4). EG-INTA-1 y EG-INTA-36 no mostraron ninguna planta con grado de severidad 4 de roya.

Los clones FTSA A-130-96, EG-INTA-152 y DDT02155, los más afectados por roya, fueron los únicos que presentaron plantas con altos niveles de pústulas en las hojas y deformaciones en los brotes (grado de severidad 4). EG-INTA-1 y EG-INTA-36 no mostraron ninguna planta con grado de severidad 4 de roya.

Al analizar los datos por clon, de afectación por roya de acuerdo a la fertilización, se encontraron en todos los casos asociaciones significativas entre la cantidad de plantas afectadas en cada grado de severidad y la fertilización, con excepción del clon EG-INTA-152 (Gráfico 7).

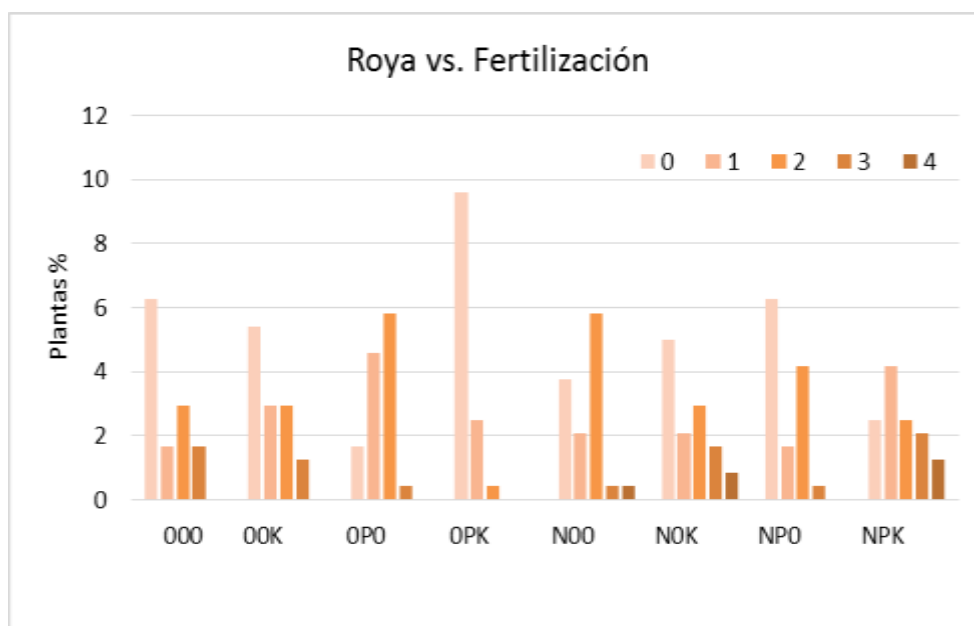


Gráfico 6. Cantidad (%) de plantas en cada grado de severidad de afectación por roya según la fertilización. Los valores son relativos al total de plantas evaluadas de todos los clones y fertilizaciones

Por otro lado, para analizar la relación entre la altura de las plantas y la presencia de roya se realizó un análisis de diferencias de medias de la altura total entre los grupos de plantas con roya y sin roya. Los resultados no mostraron diferencias significativas de altura entre las plantas con roya y sin roya (Gráfico 8), tampoco entre las alturas de las plantas afectadas con diferente grado de severidad por roya.

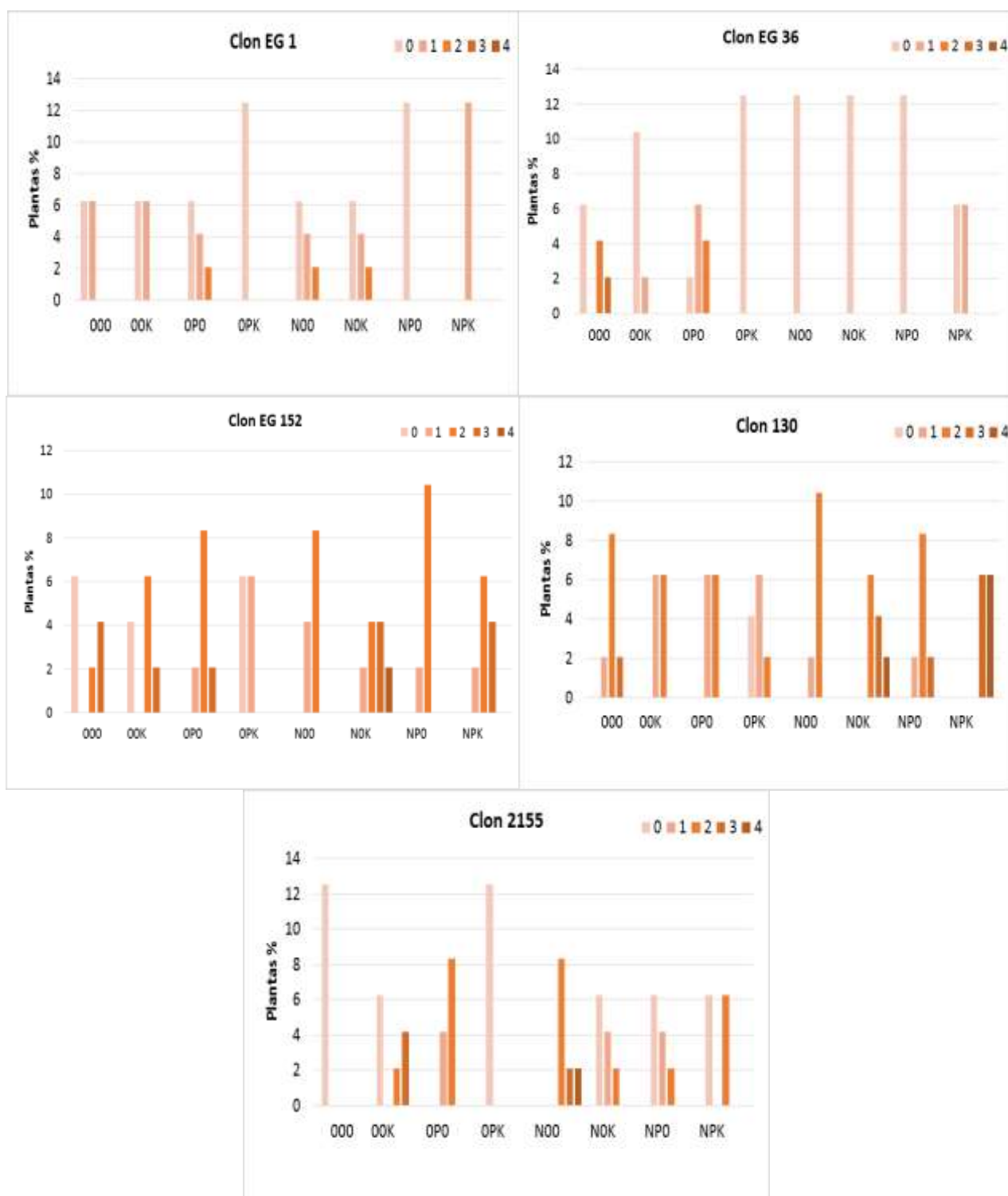


Gráfico 7. Cantidad (%) de plantas por grado de severidad de afectación por roya según clon y dosis de fertilizante.

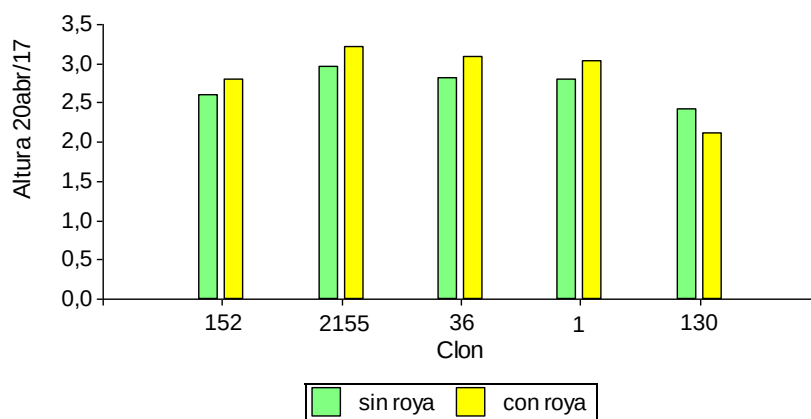


Gráfico 8. Altura (m) de las plantas con roya y sin roya, para los 5 clones estudiados

Índice de daño de copa, por clon, y su relación con los tratamientos de fertilización aplicados

El Índice de daño de copa (IDC %) engloba distintos tipos de manchas foliares. En este ensayo se detectaron manchas producidas por *Teratosphaeria suttonii*, bacterias y *Teratosphaeria spp.* El IDC mostró valores relativamente bajos, de 0% a 14% de copa dañada. Al mismo tiempo, se observó un comportamiento irregular y variable de los distintos clones y tratamientos de fertilización, no pudiéndose detectar un patrón.

El análisis del IDC mostró interacción significativa entre clones y fertilización (Gráfico 9). Al analizar por clon se observó que para los clones EG-INTA-1 y FTSA A-130-96 no había diferencias significativas entre los IDC según los tratamientos de fertilización. Para los clones restantes los IDC fueron significativamente diferentes según la fertilización, pero para cada clon variaron los tratamientos donde se observaron los valores mínimos y máximos de este índice.

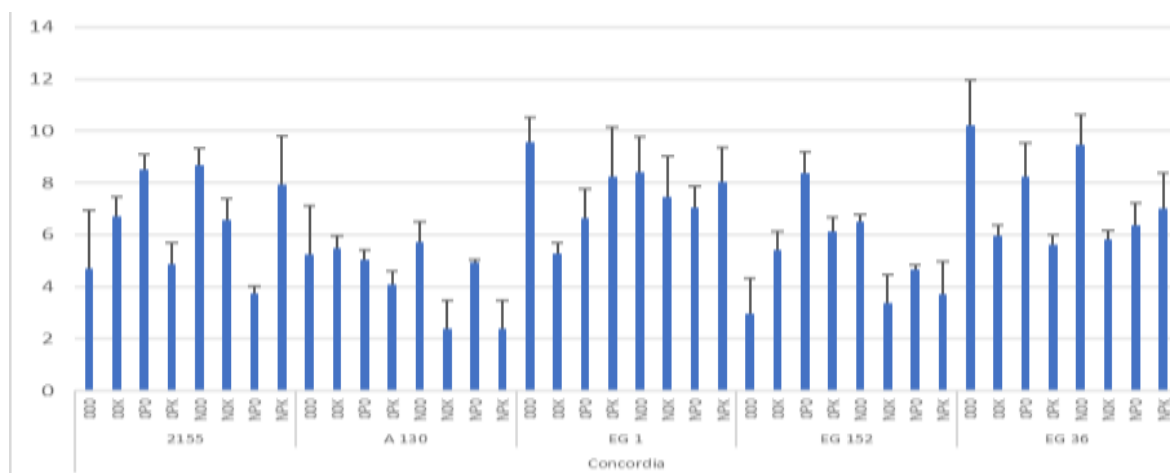


Gráfico 9. Índice de daño de copa (IDC %), por clon y fertilización

Así mismo, cuando se analizaron los IDC para cada tratamiento de fertilización, se encontraron diferencias significativas entre clones, pero también en este caso los clones con los máximos y mínimos valores de IDC variaron según la fertilización.

Para analizar la relación entre la altura y la presencia de daños en la copa se compararon las alturas medias de las plantas con daño y sin daño en la copa, entre las que no se encontraron diferencias significativas (Gráfico 10).

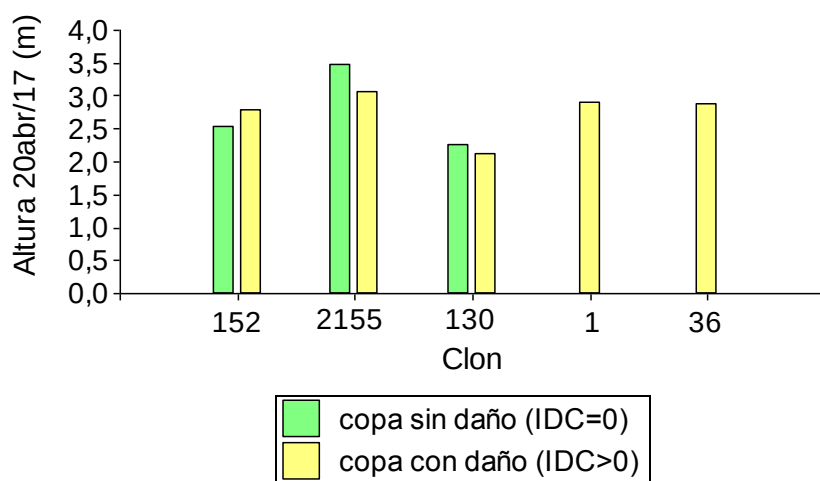


Gráfico 10. Altura (m) de las plantas con daño en la copa y sin daño en la copa, según los 5 clones estudiados.

Ensayo en Virasoro (Corrientes)

El ensayo se evaluó en dos oportunidades: la primera evaluación el 29 de junio de 2017 y la segunda, el 15 de noviembre de 2017. Los resultados se presentan en conjunto, considerando las dos fechas de evaluación, y se realiza una comparación entre ambos.

Presencia de roya y su relación con los clones

Se encontró asociación significativa entre la presencia de la enfermedad y los distintos clones, en las dos evaluaciones (Tabla 6). Se observa que los clones EG-INTA-152 y DDT02155 fueron los más afectados por roya en la primera evaluación. Solo esos clones presentaron plantas con altos niveles de pústulas en las hojas. Considerando que la primera evaluación fue en el mismo año y similar estación que en Concordia, la cantidad de plantas afectadas por roya en este sitio fue notablemente inferior comparada con la de Concordia. Los clones EG-INTA-1 y EG-INTA-36 y FTSA A-130-96 resultaron los menos afectados en la primera evaluación, mientras que en la segunda evaluación los menos afectados fueron EG-INTA-36 y DDT02155. Esto refleja una notable recuperación por parte de este último clon, que había sido el más afectado en la primera evaluación independientemente de las condiciones ambientales.

Tabla 6. Cantidad (%) de plantas con roya según el clon.

	29 DE JUNIO DE 2017	15 DE NOVIEMBRE DE 2017
CLON	Plantas con roya	Plantas con roya
EG-INTA-152	48	30
DDT02155	35	4
FTSA A-130-96	23	11
EG-INTA-1	23	11
EG-INTA-36	10	0

También, en ambas fechas de evaluación, la asociación entre la cantidad de plantas en cada grado de severidad y los diferentes clones fue significativa (Gráfico 11). En este sitio, en ninguna de las dos evaluaciones se observaron plantas con grado de severidad 4.

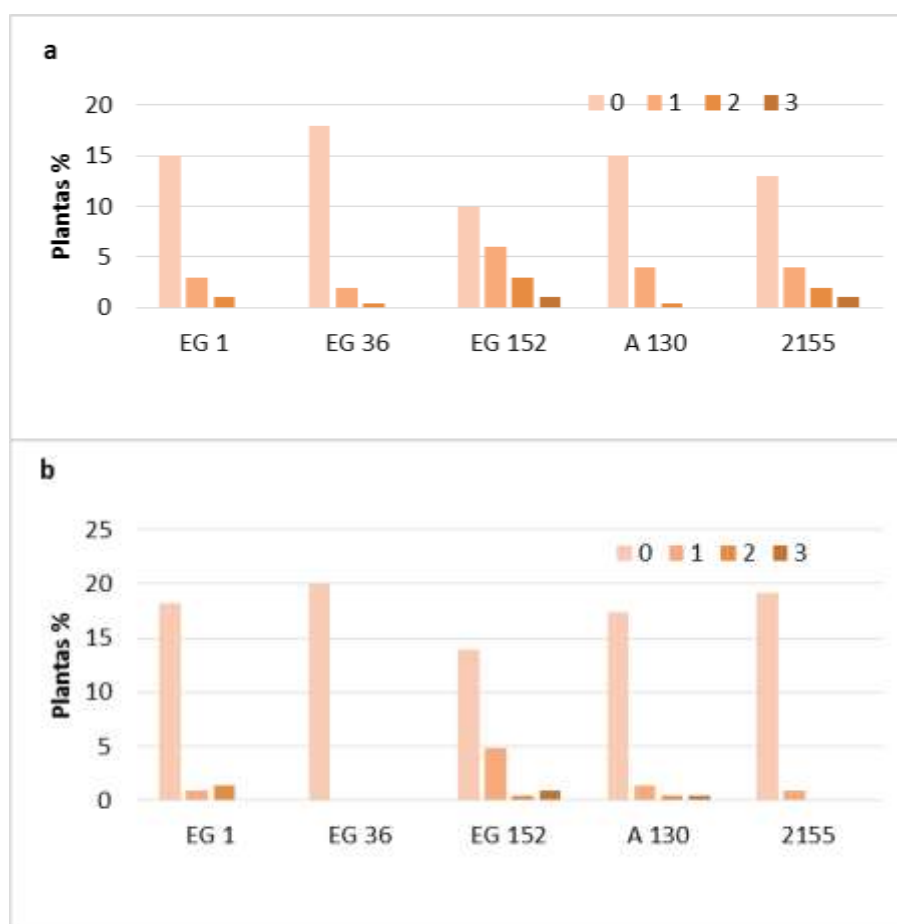


Gráfico 11. Cantidad (%) de plantas en cada grado de severidad de afectación por roya, según el clon. Los valores son relativos al total de plantas evaluadas de todos los clones y tratamientos de fertilización. a) Primera evaluación; b) Segunda evaluación

Presencia de roya en relación con los tratamientos de fertilización

La cantidad de plantas con roya fue de 40% a 17% en la primera evaluación, y de 0% a 21% en la segunda. No se encontró asociación significativa entre la presencia de la enfermedad y los distintos tratamientos de fertilización (Tabla 7) en ninguna de las evaluaciones.

Tabla 7. Cantidad (%) de plantas con roya según la fertilización

29 DE JUNIO DE 2017 15 DE NOVIEMBRE DE 2017		
TRATAMIENTO	Plantas con roya	Plantas con roya
000	17	0
0P0	20	7
0PK	20	4
NP0	27	7
N00	27	14
N0K	33	22
00K	40	20
NPK	40	13

En la primera evaluación la asociación entre la cantidad de plantas en cada grado de severidad y los diferentes tratamientos de fertilización no fue significativa, mientras que, en la segunda, la asociación de esos factores resultó significativa (Gráfico 12).

Se observó, en la segunda evaluación, una disminución en la cantidad de plantas con diferentes grados de severidad de roya, probablemente atribuible a las condiciones ambientales y del hospedante, menos favorables a la enfermedad.

Por otra parte, al analizar para cada clon la severidad de afectación por roya, no se encontraron asociaciones significativas entre la cantidad de plantas en cada clase y la fertilización, en ninguna de las dos evaluaciones.

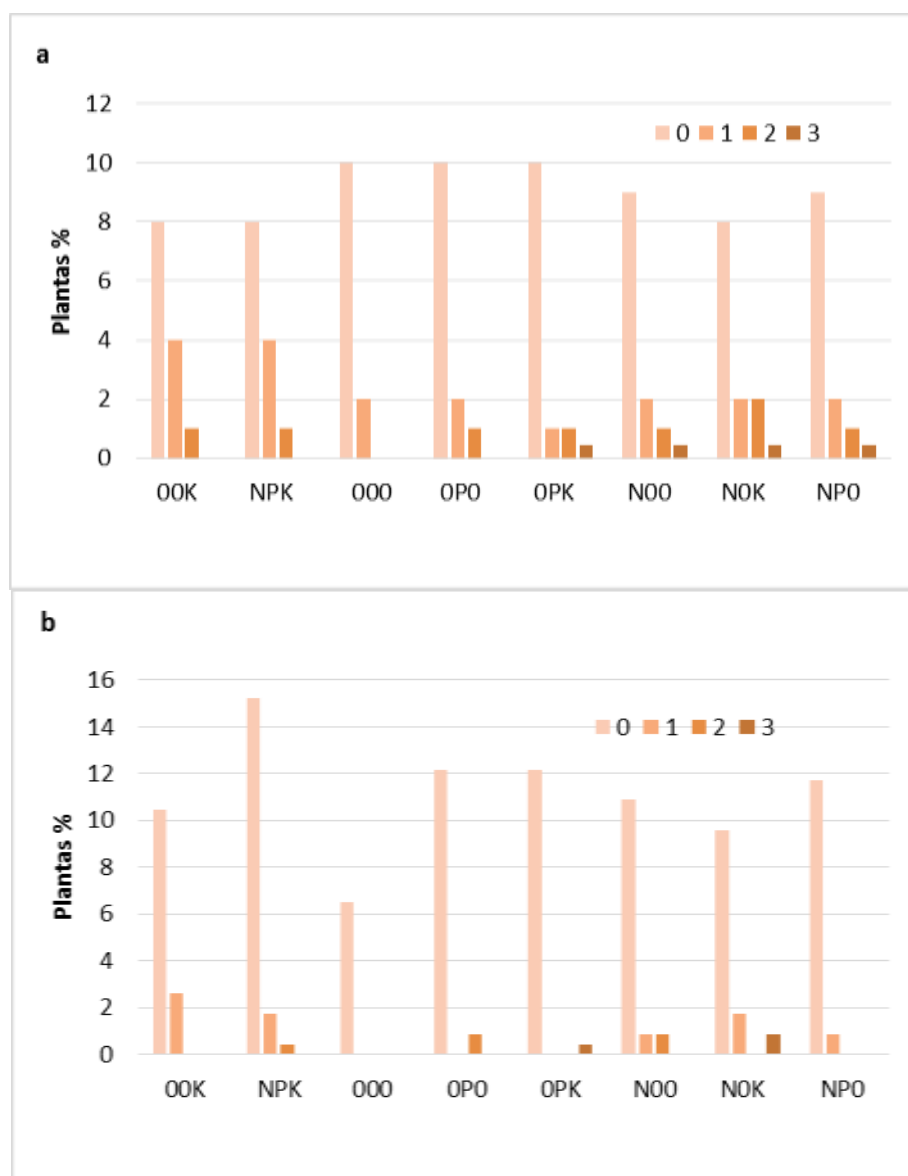


Gráfico 12. Cantidad (%) de plantas en cada grado de severidad de afectación por roya según la fertilización. Los valores son relativos al total de plantas evaluadas de todos los clones y fertilizaciones. a) Primera evaluación; b) Segunda evaluación

Índice de daño de copa, por clon, y su relación con los tratamientos de fertilización aplicados

En este sitio se detectaron manchas producidas por *Teratosphaeria suttonii*, *Teratosphaeria spp* y bacterias, en coincidencia con las manchas encontradas en Concordia. En el Gráfico 13 se observa la cantidad de plantas con daño en copa (IDC%) para cada clon. El análisis estadístico mostró asociación significativa entre esas variables en la primera evaluación solamente.

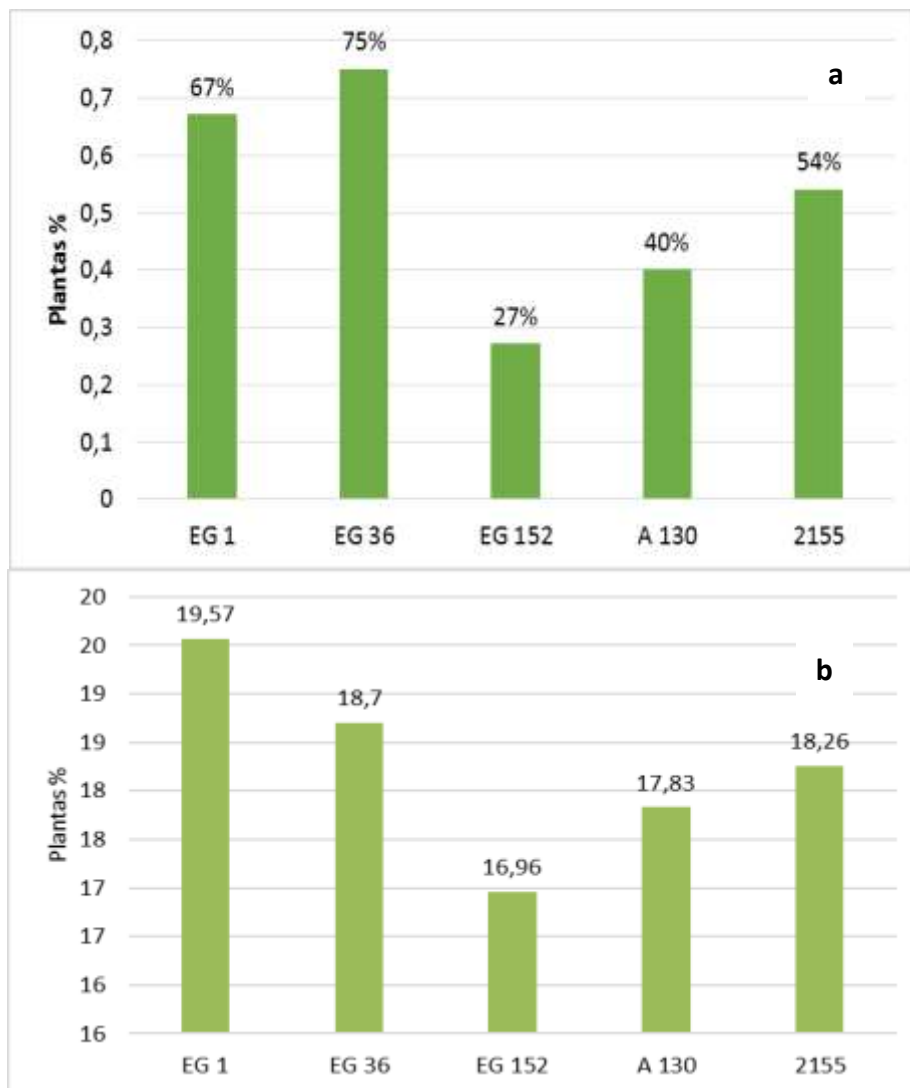


Gráfico 13. Cantidad de plantas (%) con daño en copa por manchas foliares, según el clon. a) Primera evaluación; b) Segunda evaluación

Al considerar la cantidad de plantas con daño en copa para cada tratamiento de fertilización, no se encontró asociación significativa entre el índice de daño (IDC%) y la fertilización, en ninguna de las dos evaluaciones (Gráfico 14).



Gráfico 14. Cantidad (%) de plantas con daño en copa por manchas foliares, según la fertilización. a) Primera evaluación; b) Segunda evaluación.

Ensayo en Montecarlo (Misiones)

En este sitio hubo una alta mortalidad inicial en la plantación, por lo cual se utilizaron tratamientos de todos los bloques para completar el monitoreo. Este ensayo, además, fue muy afectado por las heladas de julio, con muchos casos de defoliación total y muerte de individuos de las parcelas, por lo cual no se pudieron realizar las siguientes evaluaciones sanitarias previstas, tal como ocurrió en el ensayo evaluado en Concordia.

Presencia de roya y su relación con los clones

Se encontró asociación significativa entre la presencia de la enfermedad (Tabla 8) y los distintos clones. Los clones EG-INTA-152 y FTSA A-130-96 fueron los más afectados por roya, aunque las proporciones fueron notablemente más bajas que en Concordia y Virasoro. Solo esos clones presentaron plantas con altos niveles de pústulas en las hojas. En general, todos los clones presentaron más de 75% de las plantas sin roya.

Tabla 8. Cantidad de plantas con roya según el clon

CLON	PLANTAS CON ROYA (%)
EG-INTA-152	23
FTSA A-130-96	13
EG-INTA-1	4
DDT02155	2
EG-INTA-36	2

Al analizar la severidad de la enfermedad, la asociación entre la cantidad de plantas en cada grado de severidad y los diferentes clones no resultó significativa (Gráfico 15). Al igual que en Virasoro, ningún clon presentó grado de severidad 4.

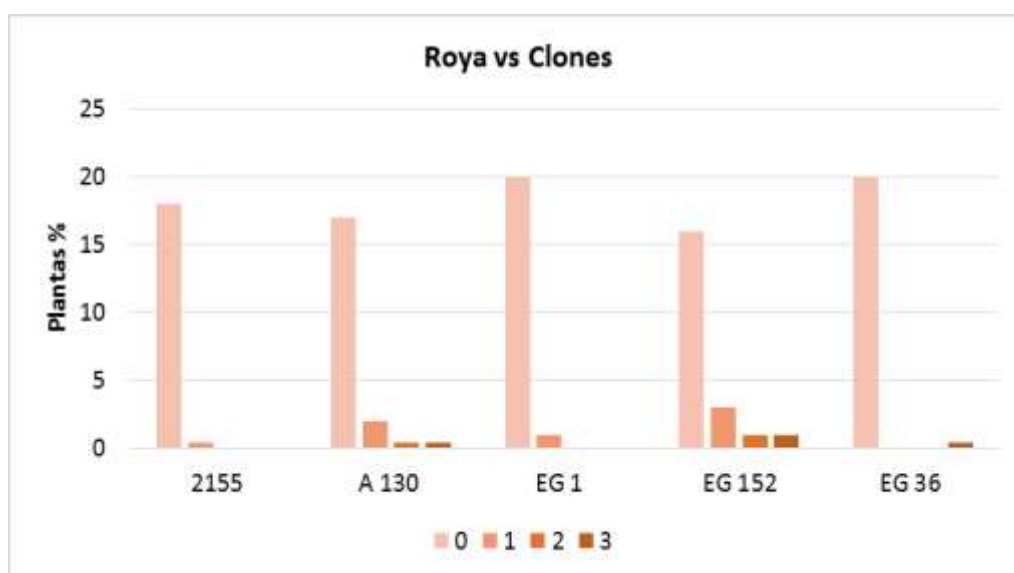


Gráfico 15. Cantidad de plantas (%) por grado de severidad de afectación por roya según el clon. Los valores son relativos al total de plantas evaluadas de todos los clones y fertilizaciones

Presencia de roya en relación con los tratamientos de fertilización

A diferencia de Virasoro, en Montecarlo se encontró asociación significativa entre la presencia de la enfermedad y los distintos tratamientos de fertilización (Tabla 9). La cantidad de plantas sin roya fue mayor a 75% en todos los tratamientos. Se destacan los tratamientos testigo y N0K donde no se observó ninguna planta con roya, y 00K donde la cantidad de plantas sin roya fue de 97%. Los tratamientos de mayor incidencia fueron NPK, NP0 y N00; los dos primeros coinciden con lo observado en Concordia.

Tabla 9. Cantidad (%) de plantas con roya según la fertilización.

TRATAMIENTO	PLANTAS CON ROYA
000	0
N0K	0
00K	3
0P0	10
0PK	10
N00	15
NP0	13
NPK	22

Por otra parte, se encontró asociación significativa entre la cantidad de plantas en cada grado de severidad y los diferentes tratamientos de fertilización (Gráfico 16).

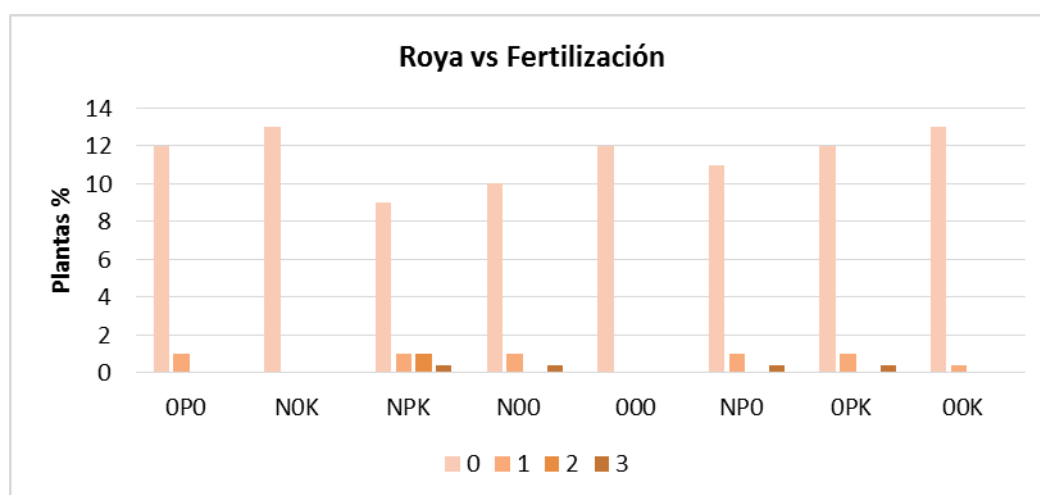


Gráfico 16. Cantidad (%) de plantas por grado de severidad de afectación por roya según la fertilización. Los valores son relativos al total de plantas evaluadas de todos los clones y fertilizaciones

Además, en este sitio no se registraron plantas con grado 4, mientras que plantas con grado de severidad 3 solamente se observaron en los tratamientos NPK, N00, NP0 y 0PK.

Cuando se estudió la relación entre la afectación por roya y los tratamientos de fertilización, para cada clon por separado, no se encontraron asociaciones significativas entre la cantidad de plantas en cada grado de severidad y los tratamientos de fertilización.

Índice de daño de copa, por clon, y su relación con los tratamientos de fertilización aplicados

Al analizar la cantidad de plantas con daño en copa (IDC), por clon, se observó asociación significativa entre el IDC y los clones (Gráfico 17). Similar a lo observado en Virasoro, EG-INTA-1 y EG-INTA-36 son los dos clones que presentaron mayor cantidad de plantas con daño en la copa. A su vez, en este sitio, los clones EG-INTA-152 y FTSA A-130-96 presentaron los IDC más bajos.

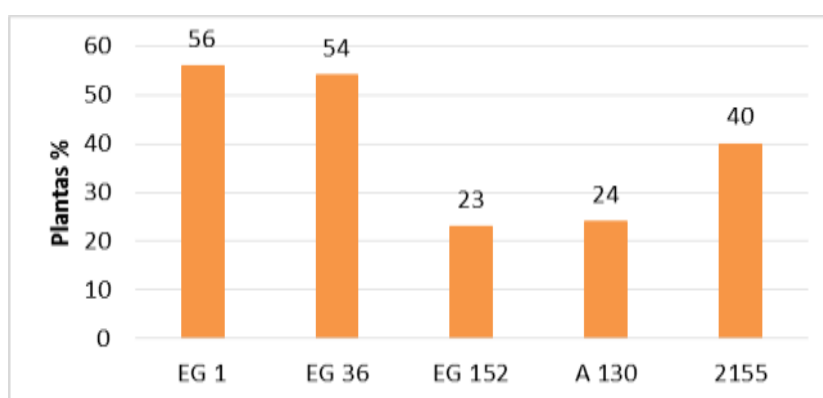


Gráfico 17. Cantidad (%) de plantas con daño en copa según el clon.

En cuanto al daño en copa registrado en los tratamientos de fertilización, el análisis estadístico mostró asociación significativa entre el IDC y la fertilización (Gráfico 18).

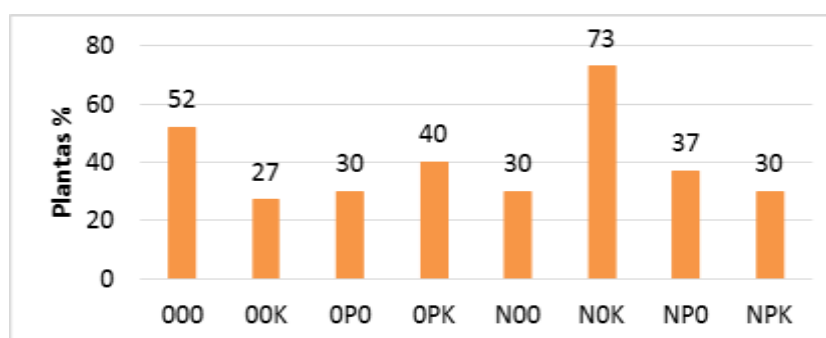


Gráfico 18. Cantidad (%) de plantas con daño en copa según la fertilización

En promedio, los valores de IDC en este sitio fueron menores que en Virasoro. El máximo IDC se observó en el tratamiento N0K.

Sitio Gualeguaychú (Entre Ríos)

Este ensayo se evaluó en 2 oportunidades: en diciembre de 2017 (54 plantas) y en mayo de 2018 (48 plantas). Entre los problemas sanitarios solo se detectaron manchas foliares por *Teratosphaeria suttonii* y bacteriosis por *Xanthomonas* spp / *Pseudomonas* spp., a diferencia de los otros sitios, donde también se registró la presencia de roya.

Índice de daño de copa, por clon, y su relación con los tratamientos de fertilización aplicados

En este sitio se observó que, en las dos fechas de muestreo, el clon DDT02155 fue el de mayor IDC, y para ese clon el IDC aumentó con la fertilización (Gráfico 19).

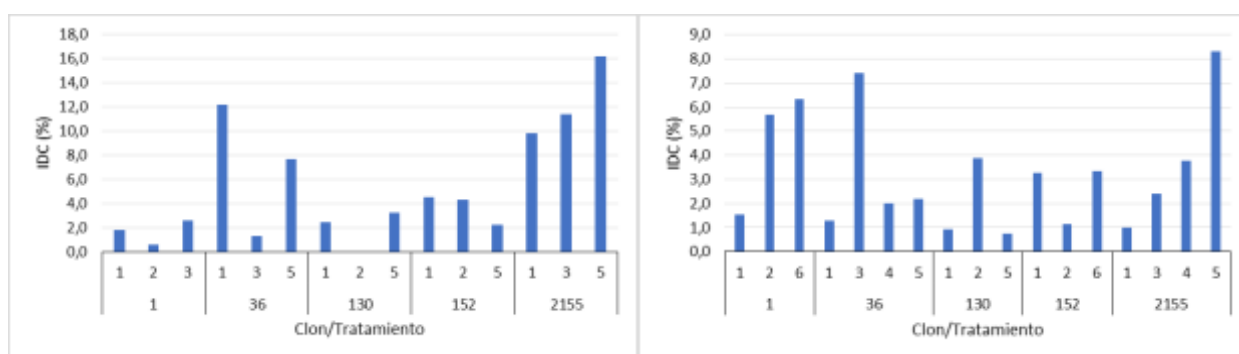


Gráfico 19. IDC para los distintos tratamientos y clones por fecha de evaluación: a) diciembre de 2017;b) mayo de 2018

Síntesis

- Los clones EG-INTA-1 y EG-INTA-36 resultaron menos afectados por roya. Comparando sitios, se observó una afectación mayor en Concordia, luego en Virasoro, y en menor grado en Montecarlo. En Galeguaychú no se registraron ejemplares afectados por roya.
- Se determinó una marcada tolerancia de los clones al ataque de la avispa de la agalla *L. invasa*. Se registraron unos pocos individuos afectados solamente en uno de los sitios de estudio (Virasoro).
- En cuanto a las manchas foliares, los clones menos afectados fueron EG-INTA-152 y FTSA A-130-96.
- No se observó un patrón claro respecto de la relación entre el estado sanitario de los clones y la fertilización aplicada con la plantación.
- En Gualeguaychú, según los dos muestreos, habría indicios de que en el clon DDT02155 el agregado de FDA y dosis creciente de K aumentan el IDC.

Agradecimientos

A las empresas Pomera S.A. y Tapebicué S.A., por aportar los clones a la red de ensayos. A las empresas donde se establecieron los experimentos de fertilización inicial: Beyga Humaitá S.A., El Potrero de San Lorenzo (Grupo Bermejo), Tapebicué S.A., y Taeda S.A., por el apoyo recibido en diferentes momentos. A Profértil por el aporte de la urea eNetotal empleada en los experimentos.

Las actividades fueron financiadas por la UCAR, y por los proyectos de INTA PNFOR 1104072 Protección Forestal y PNFOR 1104073 “Bases silvícolas para sustentar la productividad de las plantaciones y los recursos del ambiente.