



UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO CUARTO

FACULTAD DE AGRONOMIA Y VETERINARIA

“Trabajo Final presentado para optar al grado de Ingeniero Agrónomo”

TRANSMISIÓN POR SEMILLA DE *Cercospora kikuchii* (TIZON DE LA HOJA Y MANCHA PURPURA DE LA SEMILLA) Y SU DETECCIÓN TEMPRANA EN EL CULTIVO DE SOJA.

AGUSTÍN MIGUEL MAINARDI

DNI: 32.012.958

Directora: Ing. Agr. (Dra.) Adriana Marinelli

RIO CUARTO, CORDOBA, ARGENTINA

SEPTIEMBRE - 2011

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del Trabajo Final:

TRANSMISIÓN POR SEMILLA DE *Cercospora kikuchii* (TIZON DE LA HOJA Y MANCHA PURPURA DE LA SEMILLA) Y SU DETECCIÓN TEMPRANA EN EL CULTIVO DE SOJA.

Autor: AGUSTÍN MIGUEL MAINARDI

DNI: 32.012.958

Director: Ing. Agr. (Dra.) Adriana Marinelli

**Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias de la
Comisión Evaluadora:**

Ing. Agr. (M.Sc.) Claudio M. Oddino _____

Ing. Agr. Jorge A. Giuggia _____

Ing. Agr. (Dra.) Adriana Marinelli _____

Fecha de Presentación: ____/____/____.

Secretario Académico

AGRADECIMIENTOS

- Quiero agradecer principalmente a mi directora de tesis Adriana Marinelli por su tiempo dedicado, y su apoyo incondicional en esta investigación pero por sobre todo por demostrarme la pasión con la que realiza su trabajo, su paciencia para enseñar y por demostrarme sus ganas para seguir adelante a pesar de todo en conclusión por demostrarme realmente un ejemplo de vida.
- Agradecer a Monica Zuza ; Marcelo Kearney y Lucia Garcia por su tiempo dedicado y su colaboración.
- Agradecer al comité de evaluadores Claudio Odino y Jorge Giuggia por su tiempo dedicado a la corrección de esta investigación.
- Finalmente agradecer a mi familia y a mi novia porque siempre me apoyaron en todo y por su apoyo incondicional.

ÍNDICE GENERAL

Índice de cuadros.....	II
Índice de figuras.....	III
Índice de anexos.....	IV
Resumen.....	V
Summary.....	VI
Introducción.....	.1
Antecedentes.....	3
Hipótesis.....	5
Objetivo general.....	5
Objetivos específicos.....	5
Materiales y métodos.....	6
Resultados y discusión.....	8
Conclusiones.....	17
Bibliografía.....	18
Anexos.....	21

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°	Titulo	Pag.
1	Incidencia de <i>Cercospora kikuchii</i> causal del tizón foliar en plantas, provenientes de semilla sin y con síntomas de mancha purpura, en diferentes estadios fenológicos	9
2	Valores de incidencia de la epidemia de tizón foliar proveniente de semilla sin síntomas de mancha púrpura, según transformaciones a los modelos no flexibles (monomolecular, exponencial, logístico y Gompertz	10
3	Valores de incidencia de la epidemia de tizón foliar proveniente de semilla con síntomas de mancha púrpura, según transformaciones a los modelos no flexibles (monomolecular, exponencial, logístico y Gompertz	11
4	Estadísticos de los diferentes modelos para la epidemia de tizón foliar (<i>C. kikuchii</i>) de plantas provenientes de semilla sin síntomas (A)	11
5	Estadísticos de los diferentes modelos para la epidemia de tizón foliar (<i>C. kikuchii</i>) de plantas provenientes de semilla con síntomas (B).	12
6	Valores de Incidencia inicial (y_0) y su desvío ($s(y_0)$), y la tasa epidémica aparente (r) y su desvío ($s(r)$) para ambas epidemias(plantas provenientes de semilla sin y con síntoma A y B respectivamente).	12
7	Análisis de carga fúngicas de semillas provenientes de tratamiento A y B.	14

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº figura	Título	Pág.
1	Datos de precipitaciones (milímetros y ocurrencia) y temperaturas (mínimas, máximas y medias diarias) durante el desarrollo del cultivo de soja en el Campo Experimental FAV-UNRC- Noviembre del 2008- mayo del 2009.	8
2	Curvas epidémicas del tizón foliar A (plantas provenientes de semilla sin síntomas) y B (plantas provenientes de semilla sin síntomas), por detección de <i>C. kikuchii</i> , a través del test de stress oxidativo e incubación en cámara húmeda.	9
3	Incidencia inicial (y0) del tizón foliar según tratamiento, semilla sin y con síntoma A y B respectivamente.	13
4	Incidencia (yf) final de tizón foliar según tratamientos, semilla sin y con síntoma, A y B respectivamente.	13
5	Poder germinativo (PG) de las semilla provenientes de cada tratamiento (A y B).	15
6	Incidencia de mancha purpura (<i>C. kikuchii</i>) en la semilla proveniente de cada tratamiento (A y B)	15
7	Valores de incidencia de <i>C. kikuchii</i> en semilla a la siembra de los tratamientos A y B., Incidencia inicial y final de las epidemias A y B y valores de <i>C. kikuchii</i> en la semilla cosechada de las plantas de epidemia A y B	16

ÍNDICE DE ANEXOS

N° anexo	Título	Pag.
1	Análisis de regresión lineal modelo Gompertz epidemia de Semilla asintomática	21
1	Análisis de regresión lineal modelo logarítmico epidemia de Semilla asintomática	22
1	Análisis de regresión lineal modelo logístico epidemia de Semilla asintomática	23
1	Análisis de regresión lineal modelo monomolecular epidemia de Semilla asintomática	24
1	Análisis de regresión lineal modelo Gompertz epidemia de Semilla con síntoma	25
1	Análisis de regresión lineal modelo logarítmico epidemia de Semilla con síntoma	26
1	Análisis de regresión lineal modelo logístico epidemia de Semilla con síntoma	27
1	Análisis de regresión lineal modelo monomolecular epidemia de Semilla con síntoma	28
1	Determinación numérica de la comparación de las epidemias de tizón foliar según parámetro incidencia inicial (y_0) y tasa epidémica aparente (r) del modelo logístico.	29
2	Comparación intensidad inicial (y_0) de ambas epidemias (Trat A y B)	30
2	Comparacion intensidad final (y_f) de ambas epidemias (Trat A y B)	31
3	Análisis de la varianza del PG de la semilla de tratamiento A yB	32
3	Análisis de incidencia de <i>Cercospora kikuchii</i> en semilla de tratamiento A y B	32

RESUMEN

El cultivo de soja en Argentina se realiza en una amplia zona ecológica, creciendo a partir de 1990 y superando en la campaña agrícola 2010/11, las 18 millones de hectáreas. Este crecimiento ha sido acompañado por el incremento de la superficie en siembra directa y de monocultivo, combinación que genera excelentes condiciones para la ocurrencia de enfermedades, principalmente de aquellas causadas por patógenos causantes de las enfermedades de fin de ciclo (EFC). El tizón de la hoja y mancha púrpura de la semilla (*Cercospora kikuchii*) es una de las EFC de mayor prevalencia e incidencia en el país. Con el objetivo de determinar la transmisión por semilla de *C. kikuchii* y su detección temprana en el cultivo, se sembró en una parcela sin antecedentes de soja en el campo experimental de la UNRC, del cv DM3700 en DBCA, semillas asintomáticas (TA) y con síntomas de mancha púrpura (TB). En los estados fenológicos V3, R1, R3, R5 y R8 para inducir la expresión de la colonización de *C. kikuchii* y cuantificar la transmisión se aplicó paraquat al 2,5% v/v sobre 20 plantas por tratamiento y repetición. Los valores de incidencia de ambas epidemias (TA y TB), fueron transformados a diferentes modelos no lineales (monomolecular, exponencial, logístico y Gompertz), eligiendo el logístico, por ser el de mejor ajuste, para la comparación de las epidemias a través tasa de incremento aparente (r). Por ANAVA y test de Tukey, se comparó la incidencia inicial (y_0), la incidencia final (y_f), mientras que el PG y la incidencia de *C. kikuchii* en la semilla provenientes de ambas epidemias se realizó por ANAVA y test de Duncan. Del análisis de resultados se concluye, que las semillas con síntomas y asintomáticas pueden ser portadoras del patógeno y transmitir la enfermedad a la planta aunque con diferentes valores. La transmisión semilla-planta-semilla fue baja, para ambas epidemias sin diferencias estadísticamente significativas.

Palabras claves: *C. kikuchii*, tizón foliar, transmisión por semilla detección temprana

SUMMARY

In Argentina soybean is sowed in a great region, increasing the area since 1990, overcoming in 2010/11 18 millions has. This growing was joining with no tillage and monoculture, which generates excellent diseases conditions, mainly for end of cycle diseases (ECD) pathogens. *Cercospora* leaf blight and purple seed stain (*Cercospora kikuchii*) in one of most prevalence and incidence ECD in Argentina. The objectives of this work were to estimate *C. kikuchii* seed transmission and to find a method for early crop detection. In the UNRC Experimental Field, a plot without soybean background, asymptomatic seeds (TA) and seeds with purple seed stain symptoms (TB), of cv DM 3700, were sowed in a completely randomized block design. At V3, R1, R3, R5 and R8 stages 20 plants of each treatment and repetition were treated with paraquat 2,5%v/v. Disease incidence of both treatments (TA and TB) were transformed to different no linear models (monomolecular, exponential, logistic and Gompertz). The best adjustment model for epidemics comparisons through initial incidence (y_0) and apparent growth rate (r) was logistic model. Moreover, initial incidence (y_0) and final incidence(y_t), were compared by ANOVA and Tukey. Otherwise, germination rate and seed transmission were compared by ANOVA and test de Duncan test. Symptoms and asymptomatic seeds could be pathogen carriers, and could transmit the disease to the plant, in different values. The seed-plant-seed transmission was low, for both epidemics, without effects in seed germination rate.

Key word: Leaf blight, soybean, *Cercospora kikuchii*, seed transmission, early crop detection

TRANSMISIÓN POR SEMILLA DE *Cercospora kikuchii* (TIZON DE LA HOJA Y MANCHA PURPURA DE LA SEMILLA) Y SU DETECCIÓN TEMPRANA EN EL CULTIVO DE SOJA.

INTRODUCCION

El cultivo de la soja en la Argentina se arraiga a comienzos de 1960, en una amplia zona ecológica que va desde los 23° a los 38° de latitud sur aproximadamente (Giorda y Baigorri, 1997). Creciendo significativamente su cultivo y producción a partir de 1990.

El USDA señalaba que en el 2004 se estaba produciendo un desplazamiento del polo productivo sojero mundial, con estimaciones que para el año 2012, la Argentina y el Brasil estarían produciendo alrededor de 40 y 73 millones de toneladas respectivamente. Sin embargo, en la campaña 2005/06, la Argentina ya superó los 40 millones de toneladas, y en la campaña agrícola 2007/08 alcanzó 47 millones de toneladas. Por otra parte se estima que la demanda de soja continuará creciendo, fundamentalmente por el principal importador del mercado que es China, siendo los principales países exportadores Brasil, Estados Unidos y Argentina (Rossi, 2008).

Actualmente, Argentina es uno de los principales productores ocupando el tercer lugar, luego de Estados Unidos y Brasil, pero es el primer exportador mundial de productos procesados, aceites de soja crudos y envasados (con el 60% de los embarques mundiales) y harinas proteicas (42% del comercio internacional) (Lorenzati, 2008).

Las principales provincias de la Argentina productoras de soja son Córdoba, Santa Fé, Buenos Aires y La Pampa, siendo Córdoba el primer productor nacional de soja, con más de 4 millones y medios de hectáreas y una producción de casi 13 millones de toneladas en la campaña 2007/2008 (SAGyA, 2009).

La campaña sojera 2010/2011 en la provincia de Córdoba superó las 12.020.363 Tns, con un rendimiento ponderado provincial de 24,19 quintales, inferior a la última campaña (Bolsa de Cereales de Córdoba, 2011).

El cultivo de soja en el país ha crecido conjuntamente con el incremento de la superficie en siembra directa (SD), siendo también muy importante la superficie sembrada en monocultivo. Esta combinación de SD, que deja el rastrojo en superficie y el monocultivo genera excelentes condiciones para la supervivencia e incremento en la presencia de los patógenos hemibiotróficos o necrotrofos como lo son la mayoría de los causantes de las

enfermedades foliares (EF) y las enfermedades denominadas de fin de ciclo (EFC). Entre las principales EF en nuestra región se destacan la mancha marrón (*Septoria glycines*), el tizón de la hoja (*Cercospora kikuchii*), mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*), la mancha foliar por *Alternaria* spp y las enfermedades bacterianas como el tizón bacteriano (*Pseudomonas syringae* pv. *glycinea*) y la pústula bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *glycines*). Respecto a las enfermedades de fin de ciclo (EFC) se destacan la antracnosis (*Colletrotrichum* spp), tizón del tallo y de la vaina (*Phomopsis sojae/Diaportha phaseolorum*), la podredumbre carbonosa del tallo (*Macrophomina phaseolina*), pudiéndose también incluir al tizón foliar por *C. kikuchii* antes señalado, como EFC por la manifestación tardía de los síntomas.

Diferentes publicaciones señalan que las pérdidas ocasionadas por las EFC pueden oscilar entre 2 y 30 según localidad, campaña agrícola y enfermedad involucrada (Carmona *et al.*, 2003; Maumary, 2008; March *et al.*, 2007; Oivieri Bornand, 2009; Pompei, 2009; Vallone y Giorda, 1997; Wrather *et al.*, 2001).

Los síntomas que causan las EFC son más evidentes en etapas reproductivas intermedias y avanzadas del cultivo, pero la mayoría de los patógenos que las provocan están presentes en etapas vegetativas, en algunos casos provocando infecciones latentes o endofíticas sin posibilidad de observación directa a campo (asintomáticas) o con prolongados periodos de incubación (Sinclair, 1991).

La producción de estructuras reproductivas durante el desarrollo del cultivo contribuye a aumentar la presión de inóculo en etapas de mayor susceptibilidad de la planta. Como consecuencia de lo anterior, hay un aumento de la severidad hacia fin de ciclo que incluso se puede confundir con senescencia natural y pasar desapercibido. Por otra parte la mayoría de los patógenos de las EFC presentan fructificaciones hidrofílicas es decir que necesitan de la lluvia para la liberación de esporas, diseminación e infección (Carmona, 2007).

ANTECEDENTES

El aumento del área cultivada con soja en las últimas campañas, acompañado con la siembra directa y la alta frecuencia de lotes con antecesor soja, son algunos de los aspectos más importantes en el incremento de problemas sanitarios, especialmente enfermedades fúngicas.

El cultivo de soja es afectado por numerosas enfermedades fúngicas que pueden causar importantes pérdidas de rendimiento y disminuir la calidad de la semilla obtenida, la que además puede ser vehículo de diseminación y sobrevivencia de muchos patógenos. Así, a través de la semilla estos patógenos pueden ser introducidos en nuevas áreas de cultivo, lotes sin antecedentes de estas enfermedades, y así constituir el inoculo primario de las mismas.

Las principales enfermedades transmitidas por semillas son el tizón del tallo y de la vaina (*Diaporthe phaseolorum* (Cke.&Ell)Sacc f. sp. *meridionales/Phomopsis sojae*), la mancha púrpura y tizón foliar (*Cercospora kikuchii* T. Matsu & Tomayasu), la antracnosis (*Colletotrichum truncatum* (Schw.) Andrus & W.D Moore), y la podredumbre del tallo (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.)De Bary) (Vallone y Giorda, 1997).

El tizón de la hoja y mancha purpura de la semilla causado por *Cercospora kikuchii* es una de las enfermedades de mayor prevalencia e incidencia en las diferentes áreas productoras de soja de Argentina (Gally, 2008; Maumary, 2008; Gonzalez, 2008).

Los principales síntomas de esta enfermedad es la coloración púrpura en hojas, generalmente en etapas reproductivas posteriores a R3, pudiendo también observarse en tallos y vainas. La planta puede presentar una defoliación anticipada lo que provocaría sustanciales pérdidas de rendimiento. En la semilla se observa una coloración violácea o púrpura que puede llegar a abarcar la totalidad de la semilla.

El patógeno inverna en los rastrojos de soja y/o semilla infectada como micelio, a partir de este micelio se producen los conidios causantes de las infecciones primarias. La infección y el desarrollo de la enfermedad es favorecida por periodos de temperaturas elevadas (28 a 30°C) y alta humedad relativa (Vallone y Giorda, 1997; Rupe, 1989; Sinclair, 1991).

Dado que la colonización del tizón de la hoja y mancha purpura de la semilla (*C. kikuchii*), se mantiene endofíticamente y que los síntomas foliares se manifiestan a partir de estados reproductivos, para determinar la efectiva transmisión de este patógeno desde semilla a planta, sería fundamental contar con una metodología de detección temprana que permitiera

evidenciar la presencia del patógeno en la planta asintomática en estados vegetativos. Por otra, parte contar con esta herramienta de detección temprana, permitiría analizar el efecto de tratamientos con fungicidas curasemillas, y determinar la necesidad y momento de la realización de control químico con fungicidas foliares.

Considerando el elevado porcentaje de productores que utilizan para sus siembras semilla de soja de producción propia y en la mayoría de los casos, sin análisis sanitarios de la misma, el conocimiento de aspectos relacionados a la transmisión por semilla y su eficiencia, como así también comprobar que la metodología para detección temprana permite hacer evidente la colonización de *C. kikuchii* aportarían conocimientos fundamentales para el manejo de esta enfermedad

HIPOTESIS

Cercospora kikuchii se transmite por semilla a planta y es posible detectar el tizón de la hoja en plantas asintomáticas a través de la metodología desarrollada para detección temprana del tizón de la vaina y del tallo de soja.

OBJETIVO GENERAL

- Determinar la transmisión por semilla de *Cercospora kikuchii*.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la transmisión por semilla de *Cercospora kikuchii* desde semillas con síntomas de mancha púrpura y asintomáticas.
- Detectar en etapas tempranas (V3, R1) antes de la manifestación de síntomas foliares, la presencia de *C. kikuchii*.
- Cuantificar durante todo el ciclo del cultivo la presencia de *C. kikuchii* para obtener las curvas epidémicas correspondientes a las plantas provenientes de semilla asintomática y con síntomas.
- Determinar el modelo de mejor ajuste a las epidemias para su análisis y comparación.
- Analizar la transmisión a semilla desde las plantas provenientes de semilla con y sin síntomas.

MATERIALES Y METODOS

Para el logro de los objetivos planteados se realizó un ensayo en el campo experimental de la facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto (CAMDOCEX-FAV-UNRC), ubicado a los S 33° 07'; O 64° 14'; 421 msnm, en una parcela sin antecedentes de siembra de soja en la últimas tres campañas agrícolas. Se utilizó semilla de la variedad DM3700 que presentaba elevada presencia del síntoma característico de mancha púrpura, (*Cercospora kikuchii*). Se procedió a separar las semillas con síntomas de las asintomáticas, y se sembró en un diseño en bloques completamente al azar, en cuatro repeticiones, la semilla asintomática (tratamientos A) y la semilla con síntoma (tratamiento B); La siembra se realizó manualmente el 10 de diciembre, 200 semillas por tratamiento y repetición en dos surcos a 0,70m. Las semillas no tuvieron tratamiento fungicida curasemillas.

Para la detección temprana de presencia de *C. kikuchii* se utilizó la metodología probada para detección de patógenos endofíticos, o que se encuentran en infecciones latentes como tizón del tallo y de la vaina de la soja (*Phomopsis sojae*) (Cerkauskas y Sinclair, 1980; Crenna, 2005; March *et al.*, 2005). Así, en los estados fenológicos V3, R1, R3 y R5 se procedió a aplicar Paraquat (1,1 -dimethyl-4,4 bipyridinium dichloride) a una concentración de 2,5% v/v, sobre 20 plantas por tratamiento y repetición, para inducir que las plantas que se encuentran colonizadas endofíticamente por *C. kikuchii* manifiesten dicha colonización.

Luego de 10-15 días cuando las plantas estaban secas por acción del desecante fueron recolectadas y llevadas al laboratorio, para inducir la fructificación y detección de *C. kikuchii* y así efectuar la cuantificación a través de incidencia y su posterior análisis de la transmisión por semilla.

El poder germinativo (PG) de la semilla obtenida de las plantas de tratamiento A y B se analizó según normas ISTA (2006), en sustrato arena, 400 semillas por repetición, incubadas en cámara a 25°C ± 2°C y 12 horas de luz. La cuantificación se realizó a los ocho días de la siembra. La detección y cuantificación de incidencia de *C. kikuchii* en dicha semillas se analizó sobre 200 semillas por repetición, incubadas sobre papel (blotter test) con restricción hídrica, sin desinfección, durante 7 días a 25°C ± 2°C y 12 horas de luz (Henning, 2004; Machado *et al.*, 2003; Scandiani y Luque, 2009).

Las epidemias se modelizaron para conocer a que modelos epidemiológicos se ajustan mejor las epidemia de tizón foliar, para su comparación cuando no se cuenta con repeticiones de tratamiento.

Los valores de incidencia de las epidemias A y B desencadenadas por tratamiento A (semilla asintomatica) y por tratamiento B (semilla con sintomas) respectivamente, se transformaron a través de los modelos no flexiles, monomolecular, exponencial, logístico y Gompertz por medio del programa epimodel para seleccionar el modelo de mejor ajuste, a través del mejor R^2 Ajustado y la significancia de los parámetros epidemiológicos y_0 (enfermedad inicial) y r (tasa epidemica aparente) y la significancia del modelo. Para la comparación de epidemias se utilizó el error estandar asociado a los parametros estimados por regresión lineal, incidencia inicial (y_0) y tasa de incremento aparente (r). El error estandar se utilizó para establecer el intervalo de confianza correspondiente a la diferencia entre los parametros :

$$(\mu_1 - \mu_2) \pm t [P/2; n_1 + n_2 - (2p)] \cdot s(d)$$

μ : parámetro estimado

p : número de parámetros de cada modelo.

n_1 y n_2 : número de observaciones para cada curva epidémica.

$t []$: valor de tabla t con nivel de significancia $P/2$ y $[n_1 + n_2 - (2p)]$ grados de libertad.

$S(d)$: error estándar de la diferencia

$$S(d) = [S^2 (\mu_1) + S^2 (\mu_2)]^{1/2}$$

Si el intervalo de confianza no incluye a cero, los parámetros son significativamente diferentes a nivel de P. Si el intervalo de confianza incluye a cero, los parámetros son significativamente iguales a nivel de $p < 0,05$.

Además, la incidencia inicial y la incidencia final evaluadas de ambas epidemias, se compararon por análisis de varianza y test de Tukey, ya que se contaba con repeticiones. El poder germinativo y la incidencia de *C. kikuchii* en semillas provenientes de plantas de los tratamientos A y B se compararon por ANAVA y test de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la campaña agrícola en la que se llevo a cabo el presente trabajo, las condiciones ambientales fueron de elevadas temperaturas (temperaturas medias entre 20 y 25°C) y de escasas precipitaciones durante la etapa vegetativa, que se fueron acentuando a la madurez del cultivo. Estas condiciones fueron desfavorables para el desarrollo de enfermedades fúngicas foliares. En la figura 1 se presentan graficadas las condiciones climáticas (precipitaciones y las temperaturas mínimas, máximas y medias diarias) ocurridas desde fin de noviembre de 2008 a mediados de mayo de 2009, abarcando el ciclo del cultivo.

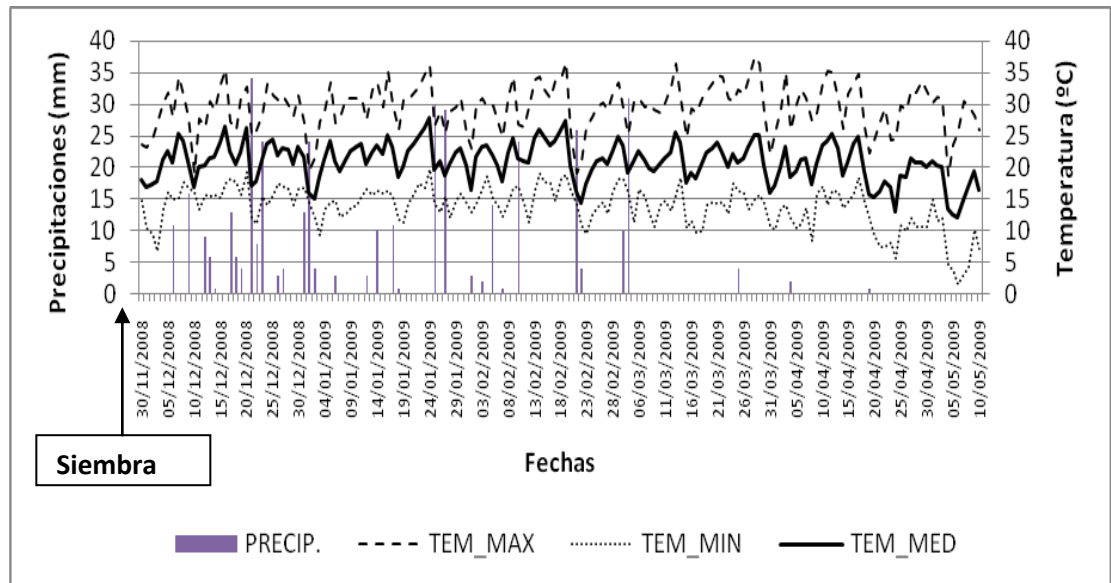


Figura 1: Precipitaciones (milímetros y ocurrencia) y temperaturas (mínimas, máximas y medias diarias) durante el desarrollo del cultivo de soja en el Campo Experimental FAV-UNRC- Noviembre del 2008-mayo del 2009.

En el cuadro 1 se presentan los datos de incidencia y en la figura 2 las curvas epidémicas de *C. kikuchii* correspondientes al tratamiento A provenientes de semilla sin síntomas (asintomáticas) y tratamiento B semilla con síntomas de mancha purpura.

Cuadro 1: Incidencia de *Cercospora kikuchii* causal del tizón foliar en plantas, provenientes de semilla sin y con síntomas de mancha púrpura, en diferentes estadios fenológicos.

Fecha	Días de Emergencia	Estadio fenológico	Tratamiento A	Tratamiento B
7/1	28	V3	6,5	21,50
30/1	51	R1	20,6	44,25
12/2	64	R3	27,5	48,50
25/2	77	R5	31,5	51,75
19/3	99	R8	32,0	52,75

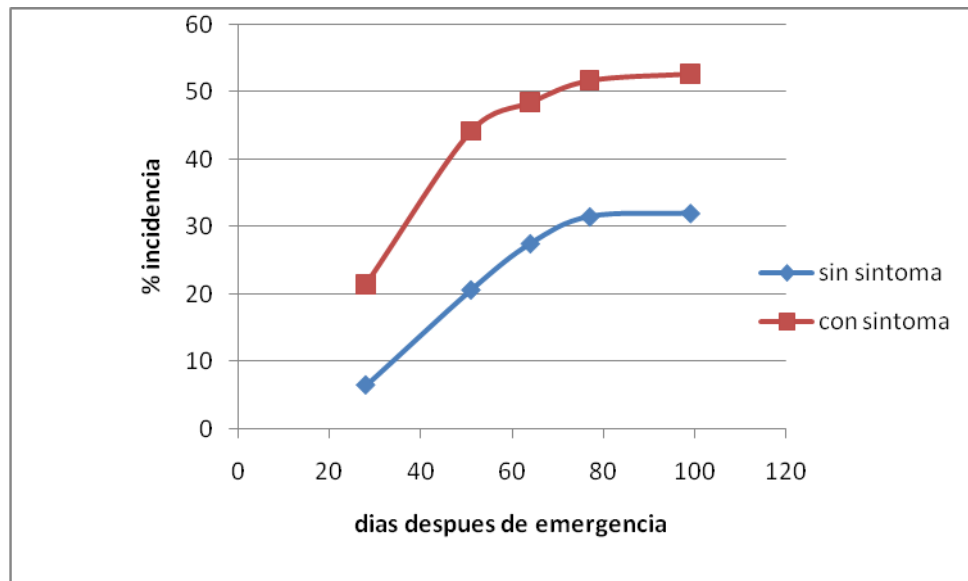


Figura 2: Curvas epidémicas del tizón foliar A (plantas provenientes de semilla sin síntomas) y B (plantas provenientes de semilla con síntomas), por detección de *C. kikuchii*, a través del test de stress oxidativo e incubación en cámara húmeda.

Como se observa en la figura 2 la incidencia inicial (y_0) de ambas epidemias fue diferente, con 6,5% para la epidemia A y de 21,5% para la epidemia B. Esto pone de manifiesto que aunque la semilla no presente el síntoma característico de mancha púrpura, puede ser portadora del patógeno y transmitir la enfermedad a la planta, aunque con una incidencia menor si lo comparamos con la semilla con síntomas. Coincidiendo con lo señalado por Pereira Goulart, (2005) donde demostró que semilla asintomática puede ser portadora del patógeno aunque en dicho trabajo no se cuantificó la transmisión semilla-planta. La transmisión *C. kikuchii* de semilla-planta en el tratamiento B, fue del 21,5%, aspecto también señalado aunque no

cuantificado por el mismo autor (Pereira Goulard, 2005). Por otra parte, este valor coincide con otro trabajo realizado en la región donde se determinó una transmisión del 21% evaluado en V6 (García *et al.*, 2009).

Del análisis visual de las curvas epidémicas podemos destacar que la forma de ambas curvas fue similar a la del modelo monomolecular. La incidencia de la epidemia A fue menor durante todo el ciclo del cultivo, con una incidencia final de 32%, siendo un 20,8% menor que yf de la epidemia B, y que las tasas epidémicas aparentes parecen ser similares. En las condiciones de este estudio (sin rastrojo de soja), y considerando los valores de incidencia inicial y final de ambas epidemias el incremento de la incidencia debe interpretarse como infecciones secundarias desde las plantas afectadas por la transmisión desde semilla a planta.

Los valores de incidencia en diferentes estados fenológicos de ambas epidemias (A y B) se transformaron a través de los modelos no flexibles, monomolecular, exponencial, logístico y Gompertz, cuyos valores se presentan en el cuadro 2 y 3.

Cuadro 2: Valores de incidencia de la epidemia de tizón foliar proveniente de semilla sin síntomas de mancha púrpura, según transformaciones a los modelos no flexibles (monomolecular, exponencial, logístico y Gompertz).

Estado fenológico	Incidencia	monomolecular	Exponencial	logístico	Gompertz
V3	6,5	0,227	-1,594	-1,367	-0,466
R1	20,6	1,034	-0,439	0,595	0,823
R3	27,5	1,960	-0,152	1,808	1,885
R5	31,5	4,139	-0,016	4,123	4,131
R8	32,0	5,298	-0,005	5,293	5,296

Cuadro 3: Valores de incidencia de la epidemia de tizón foliar proveniente de semilla con síntomas de mancha púrpura, según transformaciones a los modelos no flexibles (monomolecular, exponencial, logístico y Gompertz)

Estado fenológico	Incidencia	Monomolecular	Exponencial	logístico	Gompertz
V3	21,50	0,523	-0,898	-0,394	0,108
R1	44,25	1,825	-0,176	1,649	1,738
R3	48,50	2,516	-0,084	2,432	2,475
R5	51,75	3,956	-0,019	3,936	3,946
R8	52,75	5,298	-0,005	5,293	5,296

En los cuadros 4 y 5 se presentan los estadísticos R^2 ajustado, $p(y_0)$ (probabilidad de incidencia inicial), $p(r)$ (probabilidad de tasa epidémica aparente) y $p(m)$ (probabilidad del modelo) en base a los cuales se seleccionó el modelo de mejor ajuste, obtenidos a través del análisis de regresión (Anexo 1)

Cuadro 4: Estadísticos de los diferentes modelos para la epidemia de tizón foliar (*C. kikuchii*) de plantas provenientes de semilla sin síntomas.

Modelo	R^2 Ajust.	$p(y_0)$	$p(r)$	$p(m)$
Monomolecular	0,91	0,0576	0,0070	0,0070
Exponencial	0,68	0,0319	0,0539	0,0539
Logístico	0,96	0,0071	0,0018	0,0018
Gompertz	0,95	0,0198	0,0035	0,0035

Cuadro 5: Estadísticos de los diferentes modelos para la epidemia de tizón foliar (*C. kikuchii*) de plantas provenientes de semilla con síntomas.

Modelo	R ² Ajust.	p (y ₀)	p (r)	p (m)
Monomolecular	0,99	0,0169	0,0007	0,0007
Exponencial	0,62	0,0438	0,0718	0,0718
Logístico	0,99	0,0027	0,0003	0,0003
Gompertz	0,99	0,0047	0,0003	0,0003

Los modelos con mejor ajuste fueron el monomolecular, logístico y Gompertz para ambas epidemias, con R² ajustado mayor al 90% para la epidemia A y R² ajustado del 99% para la epidemia B. El modelo que mejor ajuste tuvo para ambas epidemias fue el logístico analizando la significancia de los parámetros **y₀** y **r** que serán utilizados para la comparación de epidemias,

Los parámetros **y₀** y **r** con sus desvíos estimados por el modelo logístico para ambas epidemias y el resultado de su comparación se incluyen en el cuadro 6 (Análisis y ecuaciones en Anexo 1).

Cuadro 6: valores de Incidencia inicial (y₀) y su desvío (s (y₀)), y la tasa epidémica aparente (r) y su desvío (s(r)) para ambas epidemias.

Tratamiento	N° de observaciones	y ₀	s (y ₀)	r	s (r)
Epidemia A	5	-4,21 a	0,64	0,10 a	0,01
Epidemia B	5	-2,59 a	0,28	0,08 a	0,0041

Letras iguales indican diferencias no significativas p < 0,05

Como se observa, al efectuar la comparación de la incidencia inicial y de la tasa epidémica aparente estimadas por el modelo logístico, no hubo diferencias significativas entre las epidemias. Sin embargo, al efectuar la comparación por ANAVA y test de Tukey de la incidencia inicial evaluada (ya que se contaba con repeticiones) y la final (**y_f**) de las epidemias A y B, hay diferencia significativa tanto para incidencia inicial como final entre ambas. Los análisis se presentan en el anexo 2 y los resultados se graficaron en las figuras 3 y 4.

Al no encontrarse diferencias según metodología epidemiológica pero si según metodología estadística ANAVA, nos indica que para determinar diferencias entre tratamientos lo recomendable es contar con un diseño estadístico, lo cual implica necesariamente repeticiones, como se contó en este estudio. La epidemiología proporciona herramientas para

comparar estos parámetros y_0 y r cuando no es posible tener repeticiones como ocurre en cultivos.

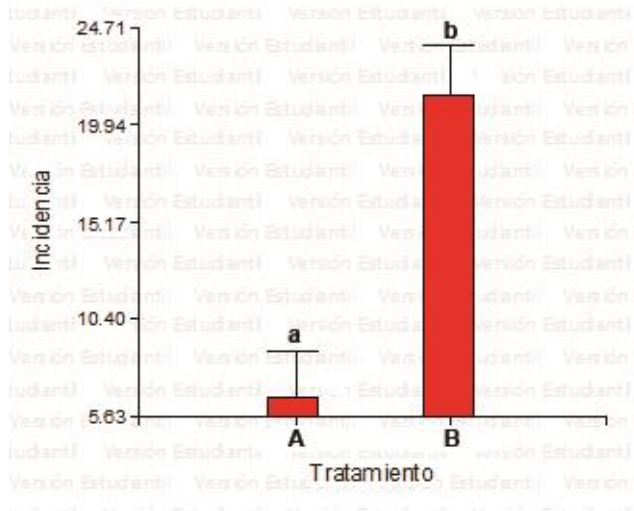


Figura 3: Incidencia inicial (y_0) del tizón foliar según tratamiento, semilla sin y con síntoma A y B respectivamente. Letras iguales indican diferencias no significativas $p < 0,005$

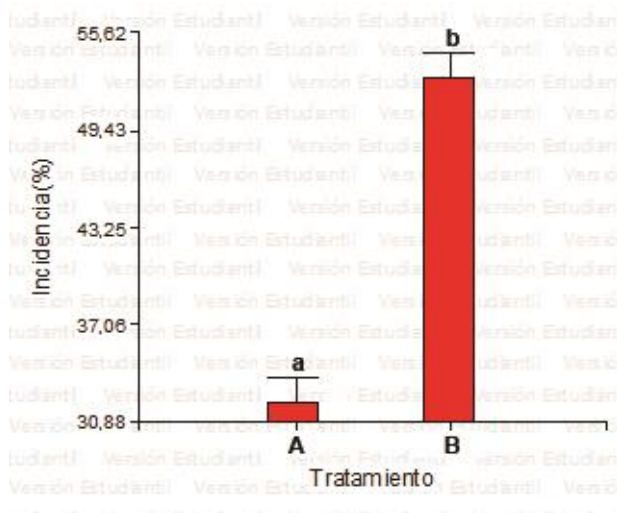


Figura 4: Incidencia (y_f) final de tizón foliar según tratamientos, semilla sin y con síntoma, A y B respectivamente. Letras iguales indican diferencias no significativas $p < 0,005$

El análisis de la carga fúngica (CF) y poder germinativo (PG) de las semillas provenientes de ambos tratamientos (AyB), se presentan en el cuadro 7.

Cuadro 7: Análisis de carga fúngicas de semillas provenientes de tratamiento A y B.

	PG (%)	<i>C.kikuchii</i> (%)	<i>Rhizopus</i> (%)	<i>Fusarium spp</i> (%)	<i>Pencillium sp.</i> (%)	<i>Cladosporium sp.</i> (%)
Semilla Tratamiento A	91	1,0	2,0	7,0	1,0	10,0
	82	2,0	1,0	5,0	1,0	12,5
	78	1,5	0,5	5,0	1,5	10,0
	78	2,0	2,5	2,0	2,0	15,0
Semilla Tratamiento B	85	1,5	1,0	8,0	10,5	16,0
	81	1,0	1,0	5,0	10,5	17,5
	78	1,5	1,5	5,5	15,0	18,5
	77	2,0	3,0	6,0	15,0	18,0

En la figura 5 se observa que la diferencia en el PG de la semillas cosechadas de las plantas epidemia A y epidemia B no es significativa (análisis en Anexo 3). Por otra parte se comparó la incidencia de mancha púrpura (*C. kikuchii*), en las semillas cosechadas de las plantas provenientes de los tratamientos A y B (Cuadro 7), resultando las diferencias no significativas (Anexo 3). En la figura 6, se graficó el resultado de dicho análisis, siendo estos coincidentes con lo señalado por Henning (2004), trabajo en que se comprobó que la tasa de transmisión semilla-planta-semilla fue bastante baja y donde el mayor índice de infección por *C. kikuchii* en la semilla fue de 2,12 %. Este valor fue similar al obtenido en las condiciones del presente trabajo, ya que la incidencia del patógeno en la semilla proveniente del tratamiento A y B fue de 1,6 y de 1,3 respectivamente.

Finalmente, se señala que no fue posible relacionar la incidencia de *C. kikuchi* en las semillas con sus PG, ya que tanto estos como las incidencias fueron similares para las semillas de ambos tratamientos.

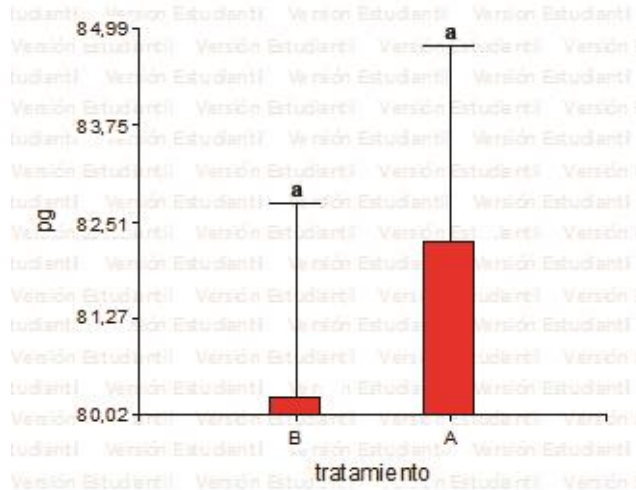


Figura 5: Poder germinativo (PG) de las semilla provenientes de cada tratamiento(A y B). Letras iguales indican diferencias no significativas $p < 0,005$

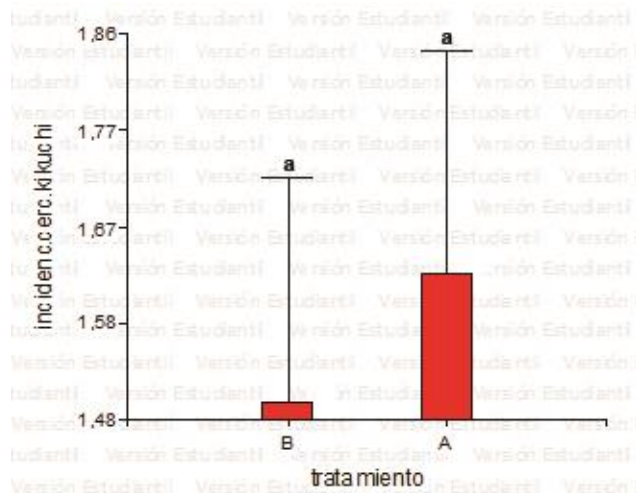


Figura 6: Incidencia de mancha púrpura (*C. kikuchii*) en la semilla proveniente de cada tratamiento (A y B.) Letras iguales indican diferencias no significativas $p < 0,005$

En la figura 7 se graficó la incidencia de *C. kikuchii* en semilla del tratamiento B que fue de 100 % (semilla con síntomas de mancha púrpura), y la transmisión a planta evaluada en V3 fue del 21, 5% mientras que el tratamiento A en que la semilla tenía el 0,0% de mancha púrpura, transmitió *C. kikuchii* al 6,5% de las plantas. Esto señalaría que la semilla con la cual se partió

para obtener los tratamientos A y B, en realidad tenía una incidencia superior a la cuantificada (12,5%), ya que un porcentaje de la semilla asintomática también era portadora del patógeno.

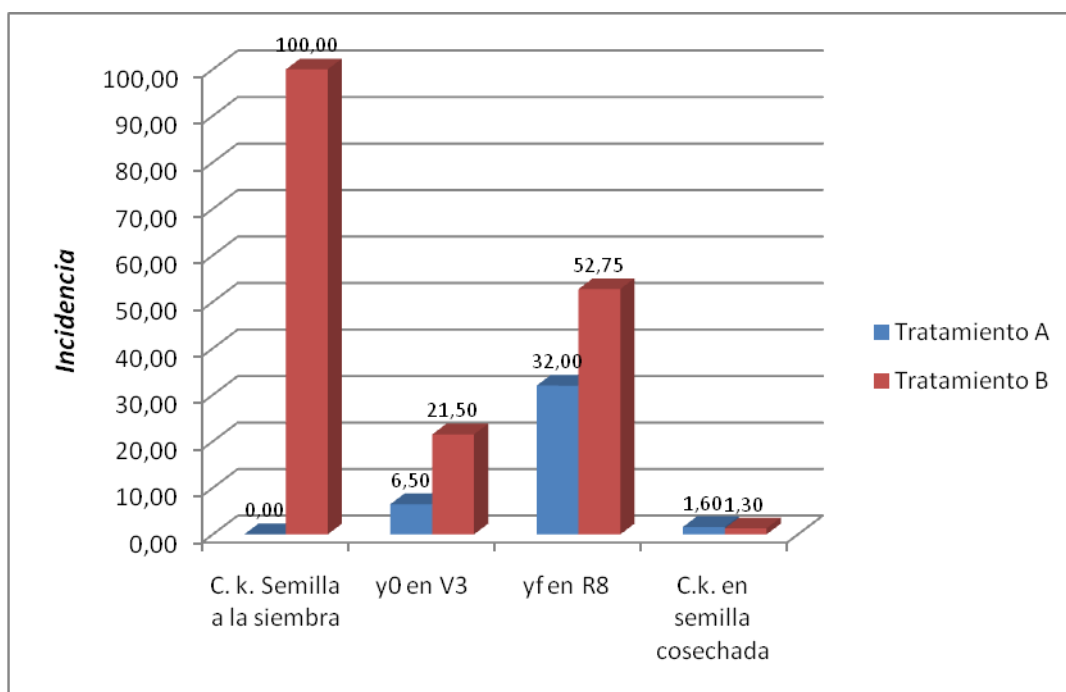


Figura 7: Valores de incidencia de *C. kikuchi* en semilla a la siembra de los tratamientos A y B., Incidencia inicial y final de las epidemias A y B y valores de *C. kikuchii* en la semilla cosechada de las plantas de epidemia A y B,

Por otra parte, se observa que mientras que en el tratamiento B la enfermedad entre V3 y R8 se duplicó (de 21,5% a 52,75%) en el tratamiento A (epidemia de semilla asintomática) la enfermedad se quintuplicó (6,5% a 32%) es decir que la tasa epidémica en esta última fue mayor lo que se debería a las infecciones secundarias, que pueden originar tasas epidémicas superiores cuando la incidencia inicial es menor (March *et al.*, 2010). Esto estaría señalando la importancia de infecciones secundarias, y que no solo se debe considerar la sanidad de la semilla y la eficiencia del control químico en la misma, sino que además se deberá analizar la posterior protección del cultivo. Finalmente se observa que a pesar que la incidencia de tizón foliar fue muy diferente en ambas epidemias la transmisión a semilla fue similar y baja lo que podría haberse debido a las condiciones no favorables para la enfermedad en la etapa final del cultivo. Cardetti, (2011) encontró que la presencia de *C. kikuchii* en la semilla en el cultivar DM 3700 se incrementó con el retraso de la fecha de cosecha y la ocurrencia de condiciones favorables a la enfermedad de un 3% al 8%.

CONCLUSIONES

- *Cercospora kikuchii* causal del tizón foliar y mancha púrpura de la semilla se transmite por semilla.
- Semillas asintomáticas pueden ser portadoras del patógeno y transmitir la enfermedad a la planta.
- Los porcentajes de transmisión son variables, siendo mayor en las semilla con síntomas y estadísticamente diferentes entre semilla asintomáticas y con síntomas.
- La detección temprana (etapa vegetativa) de la colonización de *C. kikuchii* es posible a través del método de estrés oxidativo.
- El modelo de mejor ajuste a las epidemias de *C. kikuchii*, originadas desde semilla asintomáticas y con síntomas de mancha purpura fue el logístico.
- Los valores de enfermedad inicial y final de las epidemias causadas por semillas con síntomas fueron mayores y estadísticamente diferentes a los correspondientes a epidemia originada por semilla asintomáticas.
- La transmisión semilla- planta- semilla fue baja para ambas epidemias y sin diferencias significativas entre ambas.

CONCLUSION GENERAL

- *Cercospora kikuchii* puede ser transmitida a través de la semilla con mancha purpura y de semillas asintomáticas de soja, y es posible la detección temprana de la enfermedad.

BIBLIOGRAFIA

- BOLSA DE CEREALES DE CORDOBA y CAMARA DE CEREALES y AFINES DE CORDOBA TRIBUNAL ARBITRAL. 2011. Condición de los cultivos estivales, En: <http://www.bccba.com.ar/bcc/novedades.asp?idCanal=8605> Consultado: 14-06-11.
- CARDETTI, C. 2011. Efecto del momento de cosecha sobre la calidad sanitaria de la semilla de soja (*Glicine max*) y el rendimiento. Trabajo Final de grado, Ingeniería Agronómica, FAV-UNRC, 46pp.
- CARMONA, M 2007. Conceptos básicos sobre las EFC y su epidemiología. **Control de plagas, malezas y enfermedades en la secuencia TRIGO-SOJA.** 14 -22.
- CARMONA, M., PLOPER, D., GRIJALBA, P. GALLY, M., y D. BARRETO. 2003. Enfermedades de fin de ciclo en el cultivo de la soja. **Guía para su reconocimiento y manejo.** Ed. SYNGENTA. 22pp.
- CERKAUSKAS, F.R. and SINCLAIR, J.B. 1980. Use of Paraquat to aid detection of fungi in soybean tissues. **Phytopathology**70:1036-1038.
- CRENNNA, C. 2005. Detección temprana del tizón del tallo y de la vaina de la soja. Técnica de campo. **Trabajo final de grado,** Ingeniería Agronómica, FAV-UNRC, 13pp.
- GALLY, M. 2008. Enfermedades de fin de ciclo de la soja: Aspectos epidemiológicos relacionados a su manejo. En **Actas de Resúmenes de 1º Congreso Argentino de Fitopatología** pag: 75. Córdoba, Argentina 28-30 de mayo 2008.
- GARCIA, J., MARCH, G.J., ODDINO, C., FERRARI, S., TARDITI, L., y A. MARINELLI. 2009. Transmisión por semilla y detección temprana de *Cercospora kikuchii* y *C. sojina*, en cultivo de soja. En **Acta Resúmenes XIII Jornadas Fitosanitarias Argentinas,** E043.
- GIORDA, L y BAIGORRI, H. 1997. La soja en la Argentina, en pag 13-26 en **El cultivo de soja en Argentina.** (Giorda, L. y Baigorri, H eds) Editar, Córdoba, EEA INTA Marcos Juárez, 448pp.
- GONZALEZ, V. 2008. Estado sanitario del cultivo de soja en Tucumán. En **Actas de Resúmenes de 1º Congreso Argentino de Fitopatología** pag: 79. Córdoba, Argentina 28-30 de mayo 2008.
- HENNING, A. 2004. Patología e tratamento de sementes noções gerais. **Londrina Embrapa-soja,** 49pp
- LORENZATTI, S.2008.la soja de cara al futuro. **Clarín rural.**6:4-9

- MACHADO, J.C., DA CRUZ DE OLIVEIRA, J.A; VIEIRA, M, DAS G. Y ALVES, M. 2003. Controle da geminacao de sementes de soja em testes de sanidade pelo uso da restricao hídrica. **Revista brasileira de sementes**, v5 (2): 77-81
- MARCH, G.J., ODDINO, C. y MARINELLI, A. 2010. **Manejo de enfermedades de los cultivos según parámetros epidemiológicos**. Biglia impresiones , 193pp.
- MARCH, G.J., TARANTOLA, D.; MARINELLI, A., ODDINO, C. y M. ZUZA. 2007. Perdidas de cosecha por poderdumbre carbonosa (*Macrophomina phaseolina*), marchitamiento (*Fusarium* spp.) y tizón del tallo y de la vaina (*Phomopsis* spp.) de la soja. Pags. 35-40, en: **SOJA, Actualización 2007**. Actualización Técnica N°:7. Ediciones INTA
- MARCH, G.J., MARINELLI, A., CANAL, L., CRENNNA, C., COSTABELLA, L. y ODDINO, C. 2005. Efectos de fungicidas curasemillas sobre infecciones endofítica por *Phomopsis sojae*. . Pags. C-1 a C-4, en: **SOJA, Actualización 2005**. Información para Extensión N° 97. Ediciones INTA.
- MAUMARY, R. 2008. Estudio de las principales enfermedades del cultivo de soja en la región Centro Norte de Santa Fe. En **Actas de Resúmenes de 1º Congreso Argentino de Fitopatología** pag: 77. Córdoba, Argentina 28-30 de mayo 2008.
- OLIVIERI BORNAND, A.M. 2009. Pérdidas de producción causada por *Phomopsis* spp. (Tizón del tallo y de la vaina) en soja. **Trabajo Final de Grado FAV-UNRC** . 25pp
- PEREIRA GOULART, A. 2005. Fungos en sementes de soja-detecção, importancia e controle. Dourados: **Embrapa Agropecuaria Oeste**, 72pp .
- POMPEI, N. 2009. Influencia del tizón del tallo y de la vaina de la soja (*Phomopsis* spp.) sobre los rendimientos. **Trabajo Final de Grado FAV-UNRC** . 21pp
- ROSSI L.2008.Actualización y visión del complejo sojero y agroindustrial argentino. Pag.9-13.Soja actualización 2008. INTA Marco Juárez
- RUPE, J. C. 1989. Cercospora Blight and Leaf Spot pag 16 -17 in **Compedium of Soybean Diseases** (Sinclair and P. A Backman eds) APS Press st. Paul Minnesota, 80pp.
- SAGPYA 2009 Estimaciones agrícolas – Oleaginosas-Soja. En: <http://www.sagpya.gov.ar/http-hsi/bases/oleagi.htm> Consultado: 19-03-09.
- SCANDIANI, M. M. y LUQUE. 2009. Identificación de patógenos en semillas de soja. Suplemento especial N°II. **Análisis de semillas**. 148 pp
- SINCLAIR, J. B. 1991. Latent infection of soybean plant and seeds by fungi. **Plant Disease** 75: 220-224

• VALLONE S. y GIORDA L. 1997. Enfermedades de la soja en la Argentina. pags: 213-244 en: **El cultivo de soja en Argentina** (Giorda, L. y Baigorri, H. eds) Agro 1. Editar, Córdoba. EEA INTA Marcos Juárez.

• WRATHER, J.A; ANDERSON, T.R.; ARSYAD, D.M.; TAN, Y. PLOPER, L.D.; PORTA-PUGLIA, A.; RAM, H.H.; and J.T. YORINORI. 2001. Soybean disease loss estimates for the top ten soybean-producing countries in 1998. **Can. J. Plant Pathol.** 23: 115-121.

ANEXO 1

Análisis de regresión lineal modelo Gompertz epidemia de semilla asintomática.

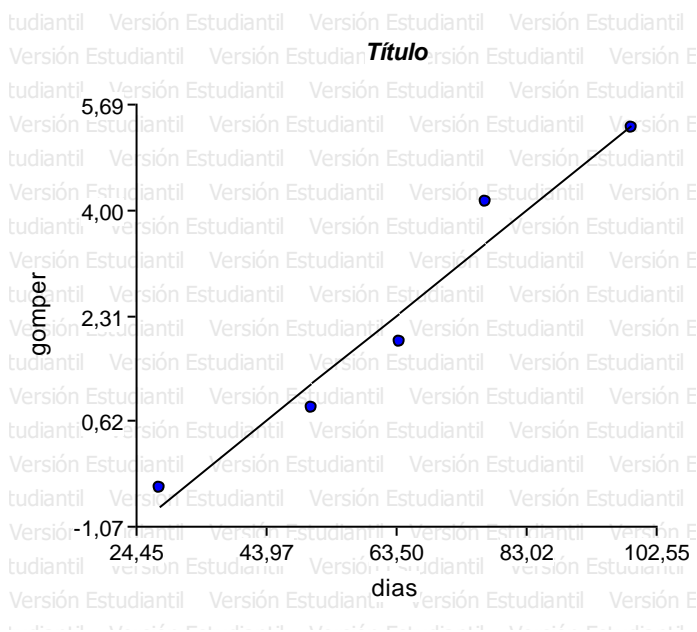
Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
Gompertz	5	0,96	0,95	0,73	11,64	10,47

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows
const	-3,19	0,70	-5,42	-0,96	- 4,56	0,0198	
días	0,09	0,01	0,05	0,12	8,43	0,0035	54,53

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	21,42	1	21,42	71,04	0,0035
días	21,42	1	21,42	71,04	0,0035
Error	0,90	3	0,30		
Total	22,33	4			



Curva de regresión lineal de valores Gompit de tratamiento A

Análisis de regresión lineal modelo logarítmico epidemia de semilla asintomática.

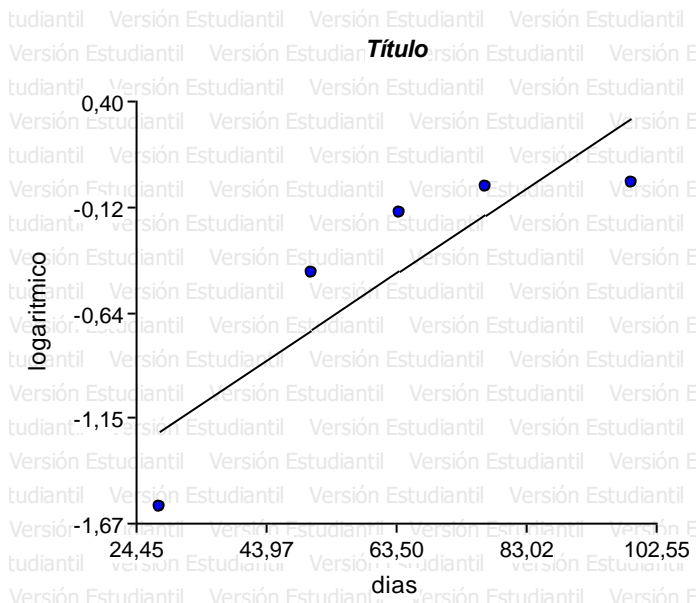
Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
logarítmico	5	0,76	0,68	0,75	7,89	6,72

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows
const	-1,83	0,48	-3,36	-0,30	-3,81	0,0319	
días	0,02	0,01	-6,9E-04	0,04	3,09	0,0539	8,39

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,36	1	1,36	9,52	0,0539
días	1,36	1	1,36	9,52	0,0539
Error	0,43	3	0,14		
Total	1,78	4			



Curva de regresión lineal de valores logarítmicos de tratamiento A

Análisis de regresión lineal modelo logístico epidemia de semilla asintomática

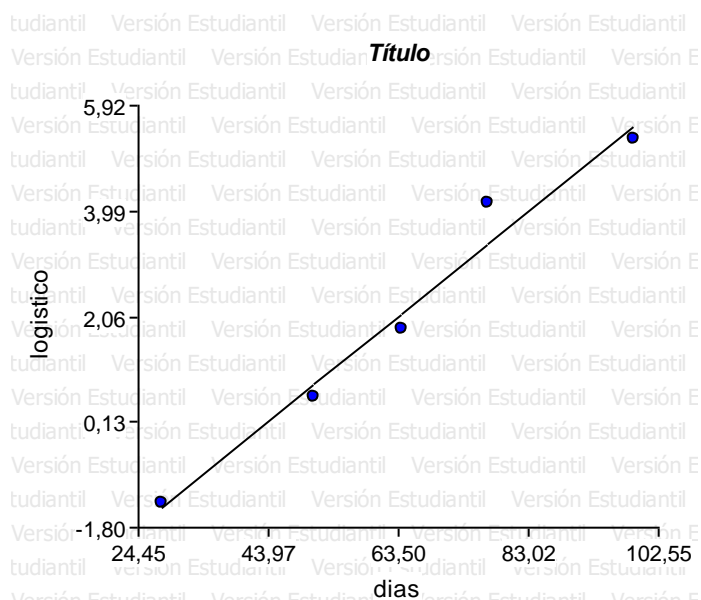
Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
logístico	5	0,97	0,96	0,61	10,75	9,58

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows
const	-4,21	0,64	-6,25	-2,17	-6,58	0,0071	
dias	0,10	0,01	0,07	0,13	10,51	0,0018	84,15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	27,90	1	27,90	110,54	0,0018
dias	27,90	1	27,90	110,54	0,0018
Error	0,76	3	0,25		
Total	28,66	4			



Curva de regresión lineal de valores logísticos de tratamiento A

Análisis de regresión lineal modelo monomolecular epidemia de semilla asintomática

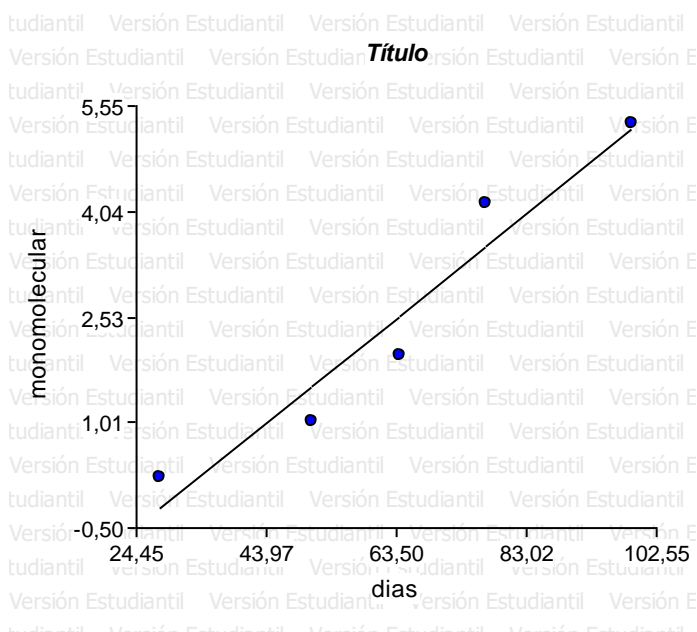
Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
monomolecular	5	0,94	0,91	1,11	12,90	11,73

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows
const	-2,38	0,79	-4,91	0,14	-3,00	0,0576	
días	0,08	0,01	0,04	0,11	6,61	0,0070	34,04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	16,95	1	16,95	43,72	0,0070
días	16,95	1	16,95	43,72	0,0070
Error	1,16	3	0,39		
Total	18,12	4			



Curva de regresión lineal de valores monomoleculares de tratamiento A

Análisis de regresión lineal modelo Gompertz epidemia de semilla con síntoma

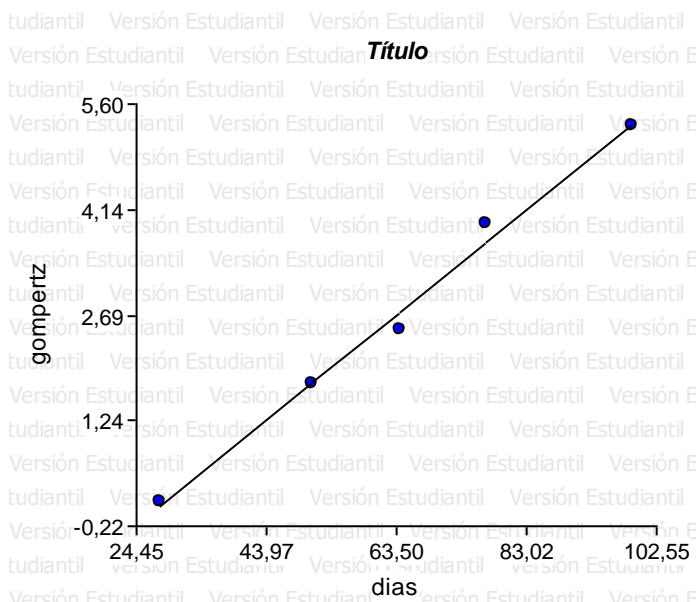
Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
Gompertz	5	0,99	0,99	0,09	2,02	0,85

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows
const	-2,04	0,27	-2,89	-1,19	-7,62	0,0047	
dias	0,07	3,9E-03	0,06	0,09	18,97	0,0003	271,23

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	15,85	1	15,85	359,97	0,0003
dias	15,85	1	15,85	359,97	0,0003
Error	0,13	3	0,04		
Total	15,99	4			



Curva de regresión lineal de valores Gompiz de tratamiento B

Análisis de regresión lineal modelo logarítmico epidemia de semilla con síntoma

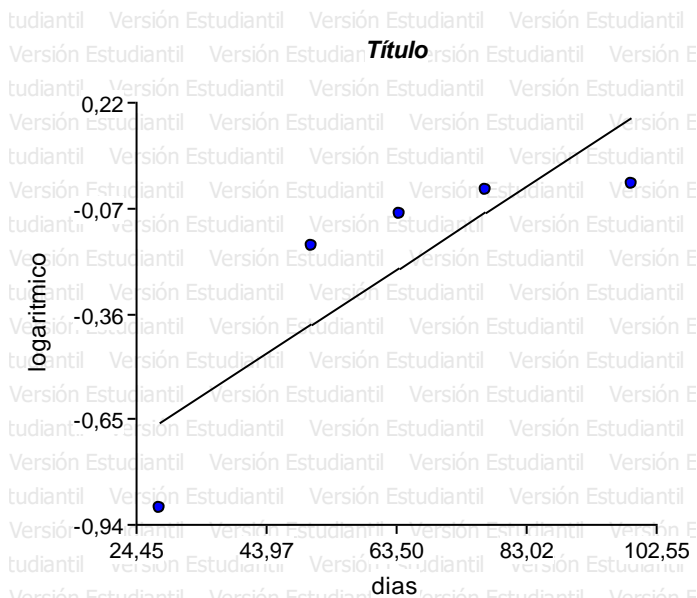
Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
logarítmico	5	0,71	0,62	0,28	3,04	1,87

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows
const	-0,99	0,30	-1,94	-0,05	-3,36	0,0438	
dias	0,01	4,3E-03	-2,0E-03	0,03	2,73	0,0718	6,85

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,40	1	0,40	7,47	0,0718
dias	0,40	1	0,40	7,47	0,0718
Error	0,16	3	0,05		
Total	0,57	4			



Curva de regresión lineal de valores logarítmicos de tratamiento B

Análisis de regresión lineal modelo logístico epidemia de semilla con síntoma

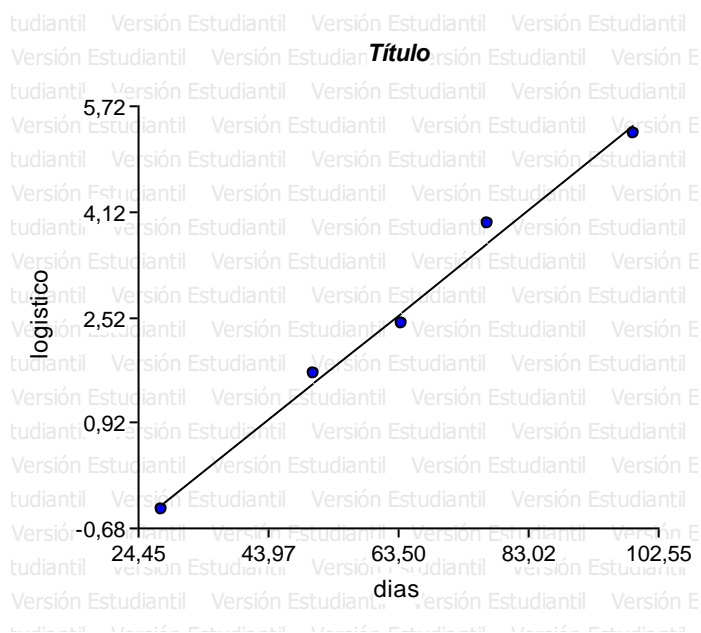
Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
logístico	5	0,99	0,99	0,14	2,49	1,31

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows
const	-2,59	0,28	-3,48	-1,70	-9,24	0,0027	
días	0,08	4,1E-03	0,07	0,09	19,72	0,0003	292,88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	18,79	1	18,79	388,84	0,0003
días	18,79	1	18,79	388,84	0,0003
Error	0,14	3	0,05		
Total	18,93	4			



Curva de regresión lineal de valores logísticos de tratamiento B

Análisis de regresión lineal modelo monomolecular epidemia de semilla con síntoma

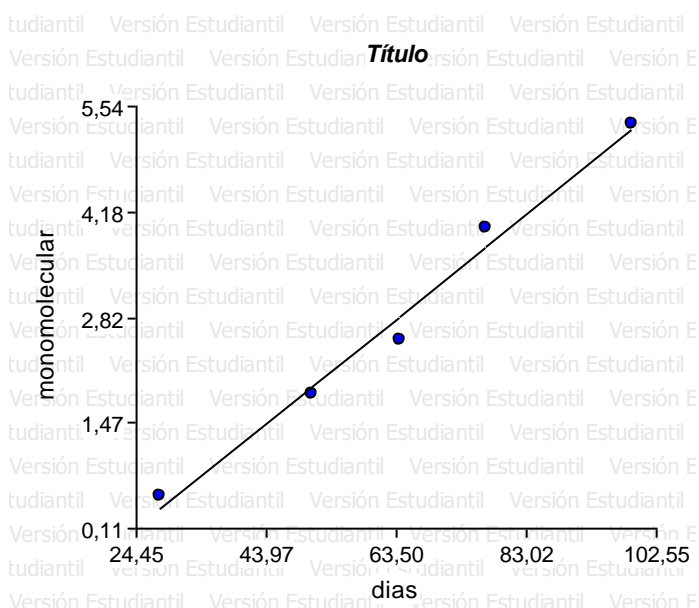
Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
monomolecular	5	0,99	0,98	0,17	4,01	2,84

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows
const	-1,58	0,33	-2,61	-0,54	-4,83	0,0169	
dias	0,07	4,8E-03	0,05	0,08	14,40	0,0007	156,85

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	13,59	1	13,59	207,46	0,0007
dias	13,59	1	13,59	207,46	0,0007
Error	0,20	3	0,07		
Total	13,79	4			



Curva de regresión lineal de valores monomoleculares de tratamiento B

Determinación numérica de la comparación de las epidemias de tizón foliar según parámetro incidencia inicial (y_0) y tasa epidémica aparente (r) del modelo logístico.

$$(\mu_1 - \mu_2) \pm t [P/2; n_1 + n_2 - (2p)] \cdot s(d)$$

$$S(d) = [S^2(\mu_1) + S^2(\mu_2)]^{1/2}$$

$$\mathbf{A - B:} \quad (4.21 - 2.59) \pm t [0.025; 5 + 5 - (2 \times 2)] \times 0.698 = 2,447 \times 0.698 = 1.708$$

$$S(d) = [(0.64)^2 + (0.28)^2]^{1/2} = 0.698$$

$$1.62 + 1.708 = 3,32$$

$$1.62 - 1.708 = -0.09$$

No hay diferencias significativas

Determinación numérica de la comparación de las epidemias A y B según parámetro tasa epidémica aparente (r).

$$(\mu_1 - \mu_2) \pm t [P/2; n_1 + n_2 - (2p)] \cdot s(d)$$

$$S(d) = [S^2(\mu_1) + S^2(\mu_2)]^{1/2}$$

$$\mathbf{A y B:} \quad (0.10 - 0.08) \pm t [0.025; 5 + 5 - (2 \times 2)] \times 0.011 = 2,447 \times 0.011 = 0,027$$

$$S(d) = [(0.01)^2 + (0.004)^2]^{1/2} = 0.011$$

$$0.02 + 0.027 = 0.047$$

$$0.02 - 0.027 = -0.007$$

No hay diferencias significativas

ANEXO 2

Comparación incidencia inicial (y0) de ambas epidemias (A y B)

Incidencia inicial

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Incidencia	8	0.91	0.80	33.50

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	702.00	4	175.50	7.98	0.0597
Bloque	252.00	3	84.00	3.82	0.1501
Tratamiento	450.00	1	450.00	20.45	0.0202
Error	66.00	3	22.00		
Total	768.00	7			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=22.63596

Error: 22.0000 gl: 3

Bloque	Medias	n	E.E.	
2.00	7.00	2	3.32	A
1.00	10.00	2	3.32	A
4.00	19.00	2	3.32	A
3.00	20.00	2	3.32	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=10.55578

Error: 22.0000 gl: 3

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
sana	6.50	4	2.35	A
enferma	21.50	4	2.35	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Comparación intensidad final (yf) de ambas epidemias (A y B)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Incidencia (%)	8	0,96	0,91	8,22

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	953,50	4	238,38	19,66	0,0172
Bloques	92,38	3	30,79	2,54	0,2321
Tratamiento	861,13	1	861,13	71,02	0,0035
Error	36,38	3	12,13		
Total	989,88	7			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,83646

Error: 12,1250 gl: 3

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Sss	32,00	4	1,74 A
Scs	52,75	4	1,74 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

ANEXO 3

Análisis de Calidad de la semilla cosechada

Análisis de la varianza del PG de la semilla de tratamientos Ay B-

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PG	8	0,05	0,00	6,18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8,00	1	8,00	0,32	0,5939
Tratamiento	8,00	1	8,00	0,32	0,5939
Error	151,50	6	25,25		
Total	159,50	7			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 25,2500 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
B	80,25	4	2,51 A
A	82,25	4	2,51 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Análisis de Incidencia de *Cercospora kikuchii* en semilla de tratamiento A y B.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
incidenc.cerc.kikuchi	8	0,03	0,00	28,47

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,03	1	0,03	0,16	0,7049
Tratamiento	0,03	1	0,03	0,16	0,7049
Error	1,19	6	0,20		
Total	1,22	7			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,1979 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
B	1,50	4	0,22 A
A	1,63	4	0,22 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)