



**EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL ACIDO
SALICÍLICO Y FUNGICIDA SOBRE VARIEDAD DE TRIGO
(*Triticum aestivum*), EN EL CONTROL DE
*Fusarium graminearum***

Alexandri María Brizuela

**Tesis presentada a la Universidad San Carlos,
de la Carrera de Ingeniería Agronómica como requisito
para la obtención del Título de Ingeniera Agrónoma.**

ENCARNACIÓN, PARAGUAY

MAYO, 2017

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL ÁCIDO SALICÍLICO Y FUNGICIDA
SOBRE VARIEDAD DE TRIGO (*Triticum aestivum*), EN EL CONTROL DE
*Fusarium graminearum***

ALEXANDRI MARIA BRIZUELA

Tesis presentada a la Universidad San Carlos, de la Carrera de Ingeniería
Agronómica como requisito para la obtención del Título de Ingeniera Agrónoma.

ENCARNACIÓN, PARAGUAY

MAYO, 2017

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL ÁCIDO SALICÍLICO Y FUNGICIDA
SOBRE VARIEDAD DE TRIGO (*Triticum aestivum*), EN EL CONTROL DE
*Fusarium graminearum***

Autora: ALEXANDRI MARIA BRIZUELA

Orientadora: ING. AGR. ALODIA GONZÁLEZ

Co-orientador: MSC. LIC. BIO. CHRISTIAN DUJAK

Tesis presentada a la Universidad San Carlos, de la Carrera de Ingeniería Agronómica, como requisito para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo.

ENCARNACIÓN, PARAGUAY

MAYO, 2017

DATOS INTERNACIONALES DE CATALOGACIÓN EN LA PUBLICACION (CIP)
BIBLIOTECA CENTRAL DE LA USC

PY/T
633.11
B779e

Brizuela, Alexandri María.

Evaluación del efecto del Ácido Salicílico y fungicida sobre variedad de trigo (*Triticum aestivum*), en el control de (*Fusarium graminearum*). / Alexandri María Brizuela – Encarnación: Agronomía, Universidad San Carlos 2017

32p.; 30 cm.

Incluye bibliografía y anexo.

Tesis (Ingeniero Agrónomo – Facultad de Ciencias Agropecuarias - - Universidad San Carlos 2017.

1. Trigo – Cultivo. 2. Trigo – Plagas y enfermedades. 3. Trigo – Rendimiento. 4. Trigo – Variedad. 5. Tesis y disertaciones académicas – Paraguay. I. Título.

USC-IA-E-N° 2322

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL ÁCIDO SALICÍLICO Y FUNGICIDA
SOBRE VARIEDAD DE TRIGO (*Triticum aestivum*), EN EL CONTROL DE
Fusarium graminearum.**

Autora: ALEXANDRI MARIA BRIZUELA

Aprobado en fecha: 13 /05 /2017



Tribunal examinador

Prof.: Víctor Vidal Gonzalez.....Presidente

Prof.: Eva Gabriela Velazquez P.....Miembros

Prof.: Laura Noelia López P.....Miembros

.....
Ing. Agr. Alodia González
Orientadora

DEDICATORIA

Este trabajo dedico a aquellas personas que siempre me incentivaron y motivaron; a mi Madre Elma Brizuela, mi Padre Hugo Gilberto Benitez por el aliento y la fortaleza a mis hermanas Nathalia Benitez, Yanina Brizuela, Araceli Benitez.

A Christian Dujak por el apoyo total e incondicional desde el comienzo hasta el final del proceso de tesis.

Alexandri María Brizuela

AGRADECIMIENTO

Agradecida con Dios por la sabiduría, fortaleza y la perseverancia que me ha otorgado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología – (CONACYT) por el respaldo financiero que ha brindado para que este trabajo de investigación dentro del proyecto bajo código 14inv304 denominado Caracterización polifásica de cepas *Fusarium graminearum*, aisladas de trigo de la región oriental del Paraguay, pudiera ser realizado.

Como Institución beneficiaria agradezco a la Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas (CAPECO), por el interés demostrado al proyecto.

Expresar mi más sincero agradecimiento al MSc. Christian Dujak por la oportunidad, la orientación y por transmitirme sus conocimientos sin restricción alguna, el apoyo y dedicación total que me ha brindado fue de un gran incentivo y empuje para poder empezar y culminar este trabajo de la mejor manera posible, sin su ayuda esto no hubiera sido posible.

A mis padres y hermanas por la confianza que han puesto en mí.

Al Ing. Agrop. Juan Carlos Ramírez por su colaboración en la culminación de la tesis.

A todas esas personas y amigos que de una u otra manera han contribuido con su apoyo en la elaboración de este trabajo.

INDICE

	Pág.
TAPA	
PORTADA.....	ii
HOJA DE APROBACION.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
INDICE.....	vi
LISTA DE CUADROS	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE FOTOS.....	x
RESUMEN.....	xi
SUMMARY.....	xii
1. INTRODUCCION.....	01
2. REVISION DE LITERATURA.....	03
2.1. Cultivo de Trigo (<i>Triticum aestivum</i>).....	03
2.1.1. Aspectos morfológicos.....	03
2.1.2. Aspectos Generales.....	03
2.1.3. Variedades de Trigo	04
2.1.4. Cultivares.....	04
2.1.5. Importancia.....	04
2.1.6. Impacto Económico, Condiciones y Rendimiento.....	04

2.2. <i>Fusarium graminearum</i>	05
2.2.1. Aspectos Morfológicos.....	05
2.2.2. Aspectos generales.....	05
2.2.3. Producción de micotoxinas.....	06
2.3. Fusariosis de la espiga de trigo.....	06
2.3.1. Enfermedad y Síntomas.....	06
2.4. Resistencia sistémica adquirida.....	06
2.5. Defensa de la planta.....	07
2.6. Experiencias de otros investigadores.....	09
2.7. Escala visual para estimar la severidad de fusarium en trigo.....	11
2.8. Definición de Análisis Económico y Financiero.....	12
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1. Localización de la investigación.....	13
3.2. Población de Unidades y variables de medición.....	13
3.3. Diseño para la recolección de datos primarios.....	14
3.4. Recursos materiales y equipos técnicos.....	16
3.5. Descripción del proceso de recolección de datos primarios.....	17
3.6. Métodos de control de calidad de los datos.....	18
3.7. Modelo de análisis e interpretación.....	19
3.8. Análisis y evaluación económica.....	19
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	20
5. CONCLUSION.....	29
6. RECOMENDACIONES.....	30
7. REFERENCIAS BIBLIGRAFICAS.....	31
8. ANEXOS.....	33

LISTA DE CUADROS

	Página
CUADRO N° 1 Descripción de los tratamientos.....	15
CUADRO N° 2 Lectura de Severidad 7 (DDI).....	20
CUADRO N° 3 Lectura de Severidad 14 después de infección (DDI).....	21
CUADRO N° 4 Lectura de Severidad 21 después de infección (DDI).....	22
CUADRO N° 5 Resultados del análisis de Acumulación de micotoxina.....	23
CUADRO N° 6 Resultados obtenidos del Rendimiento.....	25
CUADRO N°7 Análisis económico de trigo kg/ha.....	27

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA N° 1 Escala de Estimación de Severidad (%) de <i>Fusarium</i>	11
FIGURA N°2 Fórmula de la cámara de Neubauer.....	16
FIGURA N°3 Acumulación de Micotoxinas Deoxinivalenol.....	24

LISTA DE FOTOS

	Página
FOTO N° 1. Preparación de la parcela y Siembra del ensayo.....	36
FOTO N°2. Desarrollo del Cultivo y Floración del Cultivo	36
FOTO N°3. CEPA YG1 y CAN1 <i>F. graminearum</i>	36
FOTO N°4 Inoculación Forzada de <i>F. graminearum</i>	37
FOTO N°5 Espigas de trigo con porcentajes de Severidad de <i>F. gramineaum</i>	37
FOTO N°6 Preparación de Concentraciones de SA y aplicación.....	38
FOTO N°7 Proceso de Filtrado y Lectura de DON TEST.....	38
FOTO N°8. Monitoreo del ensayo y Trilla de tratamientos.....	38

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL ÁCIDO SALICÍLICO Y FUNGICIDA
SOBRE VARIEDAD DE TRIGO (*Triticum aestivum*), EN EL CONTROL DE
Fusarium graminearum.**

Autora: ALEXANDRI MARÍA BRIZUELA

Orientadora: PROF. ING. AGR. ALODIA GONZALES

RESUMEN

El experimento se llevó a cabo en el Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria, Centro de Investigación Capitán Miranda, localizada en Ruta VI, km 16 Departamento de Itapúa. El diseño experimental utilizado fue bloques completamente al azar, con 8 tratamientos y 3 repeticiones totalizando 24 unidades experimentales. Los bloques principales correspondieron a parcelas con inoculación de *Fusarium graminearum* (YG1, CAN1) y en otra casa de vegetación (2) sin inoculación, las parcelas tuvieron una dimensión de 0,30 m. x 1 metro, la variedad utilizada fue Canindé 11. Los tratamientos fueron, 1. Concentración 1 Ácido Salicílico, 2. Concentración 2 Ácido Salicílico, 3 Concentración 3 Ácido Salicílico, 4 Ácido Salicílico C1 + Fungicida. 5. Ácido Salicílico C2 + Fungicida, 6 Ácido Salicílico C3 + Fungicida, 7 Fungicida, 8 *Fusarium graminearum* CEPA CAN1, siendo los mismos tratamientos para la siguiente CEPA YG1 y los tratamientos sin inoculación tomándose el tratamiento 24 como testigo absoluto. Las variables evaluadas fueron; Porcentaje de severidad de *Fusarium graminearum*, Acumulación de micotoxina Deoxinivalenol (DON), peso seco de espiga y peso de grano por espiga. Los resultados obtenidos demostraron diferencias fenotípicas en severidad con la utilización de SA y Fungicida. Presenta diferencia significativa el Tratamiento Concentración 2 + Fungicida en el rendimiento sobre las concentraciones del SA y Fungicida en comparación con los tratamientos con inoculación de *F. graminearum*. Disminuyendo la acumulación de micotoxinas DON en los tratamientos combinados con fungicida. El mayor margen bruto total obtenido en el experimento fue el T 21 (C2 SA + Pyraclostrobin/Epoxyconazole), con donde no fue inoculado con *F. graminearum*, con un margen de 625.706 Gs/ha.

Palabras claves: *Triticum aestivum*, *Fusarium graminearum*, Ácido Salicílico, Deoxinivalenol

**EVALUATION OF EFFECT ACID SALICYLIC AND FUNGICIDE ON
VARIETY OF WHEAT (*Triticum aestivum*), IN THE CONTROL OF *Fusarium*
graminearum.**

Author: ALEXANDRI MARÍA BRIZUELA

Advisor: PROF. ING. AGR. ALODIA GONZALES

SUMMARY

The experiment was carried out at the Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria, Capitán Miranda Research Center, located on Route VI, km 16 Department of Itapúa. The experimental design used was completely randomized blocks, with 8 treatments and 3 replications totaling 24 experimental units. The main blocks will correspond to plots with inoculation of *Fusarium graminearum* (YG1, CAN1) and in another house of vegetation (2) without inoculation, the plots had a dimension of 0.30 m. X 1 meter, the variety used was Canindé 11. The treatments were, 1. Concentration 1 Salicylic Acid, 2. Concentration 2 Salicylic Acid, 3 Concentration 3 Salicylic Acid, 4 Salicylic Acid C1 + Fungicide. 5. Salicylic Acid C2 + Fungicide, 6 Salicylic Acid C3 + Fungicide, 7 Fungicide, 8 *Fusarium graminearum* CEPA CAN1, being the same treatments for the following CEPA YG1 and treatments without inoculation taking the treatment 24 as absolute control. The variables evaluated were; Percentage of severity of *Fusarium graminearum*, accumulation of mycotoxin Deoxynivalenol (DON), dry ear weight and grain weight per ear. The results obtained demonstrated phenotypic differences in severity with the use of SA and Fungicide. There a significant difference in the Concentration 2 + Fungicide Treatment in the yield on the concentrations of SA and Fungicide compared to treatments with inoculation of *F. graminearum*. Decreased the accumulation of DON mycotoxins in the treatments combined with fungicide and the highest total gross margin obtained in the experiment was T 21 (C2 SA + Pyraclostrobin / Epoxyconazole), where it was not inoculated with *F. graminearum* with a margin of 625.706 Gs / ha.

Keywords: *Triticum aestivum*, *Fusarium graminearum*, Salicylic Acid, Deoxynivalenol.

1. INTRODUCCIÓN

El Trigo (*Triticum aestivum* L.), en los últimos años ha presentado un importante cambio en cuanto a producción y comercialización convirtiéndose hoy día en el 3er. cultivo que genera un gran impacto en la producción agrícola. El Paraguay ha logrado ser un país productor y exportador de este rubro, constituyéndose en una materia prima importante para el sector agroalimentario del país, sus granos son utilizados principalmente para la elaboración de harinas, panificados y pastas destinadas al consumo de la población.

Una de las principales enfermedades de este cultivo a nivel mundial es producida por el género *Fusarium* y se la conoce como fusariosis de la espiga del trigo (FET).

Se encuentra distribuida en todas las regiones de cultivo de este cereal y se la observa principalmente en zonas con clima húmedo y moderado a altas temperaturas, en coincidencia con los estadios de floración del trigo.

La fusariosis de la espiga en trigo (FET) es considerada una de las enfermedades con mayor impacto negativo en la producción agrícola a nivel país y mundialmente, es causado por el fitopatógeno *Fusarium graminearum*, productor de micotoxinas Deoxinivalenol (DON), Nivalenol (NIV) y otros. Afecta el estadio de llenado del grano, su calidad y el daño más significativo es la presencia de micotoxinas que a consecuencia ocasiona grandes pérdidas en la producción y al ser consumidas pueden causar patologías en humanos y animales.

La presencia de la enfermedad en el país se ha incrementado en los últimos años debido principalmente a cambios en los sistemas de producción. Es por esas razones, tanto sanitarias como económicas, que se planteó el estudio de las especies

de *Fusarium* presentes en Trigo, especialmente de aquellas potencialmente productoras de micotoxinas y acumulación de (DON).

La realización de esta investigación fue la evaluación de la severidad y la virulencia de dos Cepas de *Fusarium graminearum* aislados de dos localidades, determinando el efecto del Ácido Salicílico y Fungicida en la acumulación de micotoxina (DON) en los granos de la variedad Canindé 11, analizando el rendimiento productivo por espiga

Las hipótesis de este estudio considera que Ha): Existirá diferencias en el rendimiento en las variedad de Trigo (*Triticum aestivum*), sobre las concentraciones del Ácido Salicílico y Fungicida en la FET. Ho): La mezcla del Ácido Salicílico y Fungicida no tendrá incidencia en el rendimiento del Trigo (*Triticum aestivum*)

Como objetivo general se determinó el rendimiento productivo y económico de la variedad Canindé 11, ante la Fusariosis de la espiga sobre los efectos del ácido salicílico y fungicida. Tomando como objetivos específicos el índice de Severidad de la FET sobre los efectos del Ácido Salicílico y Fungicida; la estimación del rendimiento productivo y económico ante las diferentes concentraciones del Ácido Salicílico y Fungicida sobre la FET; la determinación del DON en granos sobre los efectos del Ácido Salicílico y Fungicida; por último se determinó cuál de los tratamientos utilizados fue el más rentable.

2. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1 Cultivo de Trigo (*Triticum aestivum* L.)

2.1.1 Aspectos morfológicos

El trigo es una planta anual herbácea, su tamaño oscila entre 130 a 150 centímetros de altura, posee tallos erectos, en su interior están huecos, con excepción de los nudos, que en ellas nacen las hojas al igual que en todas las gramíneas. En estadio reproductivo cada tallo produce una inflorescencia o espiga compuesta, la unidad básica conocida como espiguilla, estas nacen del raquis o eje principal, y se separan con entrenudos cortos. Cada espiguilla consta de dos brácteas o glumas estériles. Las glumas encierran de dos a cinco florecillas que nacen en un eje corto o raquilla, en el interior la palea y en el exterior el lema, en sus terminaciones tienen barbas de apariencia plumosa. Sus flores contienen tres estambres con grandes anteras y el pistilo que comprende un solo ovario, con un solo óvulo, dos estilos, y dos estigmas plumosas ramificadas al término de cada estilo (Lersten, 1987).

2.1.2 Aspectos Generales

Es característico de zonas templadas, representa el 95 % del trigo blando o trigo harinero, cultivado en todo el mundo (Peng *et al.*, 2011), existen trigos de primavera sembradas, en primavera y cosechadas a finales del verano, y trigos de invierno sembradas en otoño y cosechadas al inicio del verano.

El género *Triticum* pertenece a la familia de las gramíneas, nativa de la región mediterránea y el suroeste de Asia.

2.1.3 Variedades de Trigo

2.1.4 Cultivares

Variedad Canindé 11, con una altura promedio de 86 cm, de ciclo semi precoz (espigando a los 68 días y 115-125 días a la maduración). Esta variedad es de un potencial de rendimiento muy alto (4.900 kg/ha como rendimiento máximo). La espiga mide 12 cm con presencia de aristas y tiene las glumas de color blanco. El tallo es fuerte y resistente al acame y la variedad es resistente al desgrane.

Esta variedad ha demostrado ser tolerante a condiciones de estrés hídrico, es moderadamente resistente a la roya de la hoja, alcanzando niveles máximos de 30% y resistencia a la roya del tallo. Siendo susceptible a la fusariosis de la espiga y a pyricularia (MAG 2007, 2008, 2009 y 2010) en espigazón invadida especialmente durante la floración (Quintana, 2013/2015).

2.1.5 Importancia

El cultivo del Trigo es uno de los más importante rubros agrícolas que generan divisas a la economía nacional aparte de su tradición como cultivo cereal de consumo nacional. Los cultivos de trigo son de estación fría, en los campos como parte del sistema de rotación, el trigo contribuye como materia orgánica cubriendo el suelo, lo que permite realizar el sistema de siembra directa en nuestro país (CAPECO, 2012).

2.1.6 Impacto Económico, Condiciones y Rendimiento

Según se describe en el Reporte anual (2014). El sector trigo ha tenido un cambio fundamental. El Paraguay ha dejado de ser un importador neto de trigo, pasando a ser un país productor tanto para el consumo interno como para los mercados externos.

Desde su inicio, ha presentado un comportamiento variable, con épocas en que las cosechas se reducían fuertemente, donde las enfermedades atacaban y los rendimientos se mantenían bajos.

La superficie de producción de trigo entre 1983 y 1992 fue de 170 mil hectáreas en promedio. La producción se ha incrementado con una tasa promedio

anual del 20%, pasando de 139 mil a 425,4 mil toneladas de trigo. Mientras que los rendimientos presentaron crecimientos moderados, de 1,3 ton/has (1983) y de 2,2 ton/has (1992). Los que cuentan con mayor superficie cultivada y de producción son los Departamentos de Itapúa y Alto Paraná, con una concentración del 80% de la superficie y el 81% de la producción a nivel nacional para cada región (Servín y Viñales. 2014).

Finalmente, entre 2003 y 2013, se alcanzó la mayor superficie del cultivo de trigo en el país, llegando a un promedio de 507,4 mil hectáreas, 145% más de lo registrado en el periodo anterior. La producción registró niveles récord, obteniéndose en promedio 1.168.000 toneladas de trigo, con un rendimiento promedio de 2,5 toneladas por hectárea (Servín y Viñales. 2014).

2.2 *Fusarium graminearum*

2.2.1 Aspectos Morfológicos

La especie predominante que causa la Fusariosis de la espiga, en trigo, maíz y otros cereales se trata de *Fusarium graminearum* Schw. (telomorfo *Gibberella zea* Schwein. Petch), (Sharan *et al.*, 2004).

Es una especie cosmopolita del grupo de las ascomycotas, presenta una amplia gama de hospedantes, de interés económico siendo susceptibles entre ellos; Trigo, arroz, cebada, avena, centeno, maíz, batata entre otras (Leslie y Summerell, 2008). Es una enfermedad que posee resistencia de tipo cuantitativo y altamente influenciada por factores ambientales (Bai y Shaner 2004).

Las características principales de la especie son: la producción de macroconidios, estructura delgada en forma de hoz, entre 5 a 6 septos. Las clamidosporas son globosas, pueden ser simples o en cadena, microconidios ausentes. Las ascas pueden contener ocho esporas hialinas (Leslie y Summerell, 2008).

2.2.2 Aspectos generales

Se viene realizando estudios en diferentes áreas que incluyen estudios de las características del patógeno, de la planta y mecanismos de interacción hospedero-

patógeno en el patosistema Trigo-*Fusarium graminearum*. Para el desarrollo de la enfermedad se deben dar ciertas condiciones ambientales, que en nuestro país ocurren durante el invierno: lámina de agua sobre las espigas, temperaturas de 18 a 30°C. La infección ocurre por las anteras al momento de la floración. Si las condiciones son propicias pueden ocurrir epifitias (Arrúa. 2013).

2.2.2 Producción de micotoxinas

Varias especies de *Fusarium* producen micotoxinas como fuente ofensiva frente a los hospederos, la especie *F. graminearum* podrían producir varios tipos de chemotipos derivados de los tricotecenos, tales en mencionar el deoxinivalenol, nivalenol y 3-ADON, entre otras. (Desjardins *et al.*, 1993; Desjardins y Hohn, 1997; Boddu *et al.*, 2007; Foroud y Eudes, 2009 ; Kimura *et al.*, 2014)

2.3 Fusariosis de la espiga de trigo

2.3.1 Enfermedad y Síntomas

La infección de la Fusariosis de la espiga del trigo (FET), ocurre mayormente en las espigas en floración a través de las anteras, los síntomas fenotípicos más visibles es la descoloración parcial o total de la espiga a causa de la infección y la producción de la toxina, es típico por la coloración rosa ya que la misma indica el crecimiento de micelios del hongo sobre la espiga. Las condiciones de dicho síntoma son dadas por los factores climáticos, ya que es necesaria una elevada humedad para la germinación de las esporas del hongo. La infección del raquis lleva a la diseminación de toda la espiga, a la interrupción del transporte de agua y nutrientes a la espiga, y a la producción de granos arrugados y/o chusos, y como consecuencia a la reducción del rendimiento (Jo Sykes, 2003; Mazzilli, 2007).

2.4 Resistencia sistémica adquirida

La Resistencia Sistémica Adquirida (RSA) provee a la planta una protección a infecciones secundarias generada por patógenos biotróficos, necrotróficos y hemibiotróficos. Según Bernard este fenómeno fue reportado por primera vez en 1909, mostró que embriones de orquídeas en presencia de hongos que no fueron infectados por éstos, fueron posteriormente más resistentes a hongos altamente

virulentos. Posteriormente, Chester en 1933 refirió este fenómeno como “Protección Cruzada”. Actualmente, el término “Protección Cruzada” ha sido sustituido por SAR e ISR. SAR está asociada a las respuestas ante patógenos, mientras que ISR está asociada con la capacidad de las rizobacterias para promover el crecimiento de la planta y protegerla contra patógenos. La inducción de RSA ocurre en dos etapas, en una primera la planta reconoce el patógeno e induce las respuestas locales de defensa a través de cascadas de señalización que conllevan a la acumulación intracelular de Ácido Salicílico (AS). En la RSA hay una estrecha relación entre el AS, el Ácido Jasmónico (AJ), las auxinas, el etileno y las proteínas RP1 y NPR1 (Puentes, 2012).

Continúa diciendo el mismo autor que las interacciones con microorganismos patógenos se les denomina incompatibles o compatibles dependiendo del éxito de la infección. En las primeras, la planta bloquea al patógeno inmediatamente después de su reconocimiento evitando la infección; mientras que en la segunda el microorganismo suprime o retrasa el reconocimiento de éste por la planta, permitiendo la infección. Los microorganismos capaces de infectar a la planta, son denominados biotróficos, hemibio-trófico, necrotrófico o endófito. Los biotróficos y endófitos invaden la planta por aberturas naturales y no causan la muerte celular de su huésped, por lo que los huéspedes no presentan síntomas obvios de infección. Los necrotrófico invaden la planta a través de heridas o de tejido muerto, matan las células y se alimentan de sus restos. Los hemibiotrófico combinan la forma biotrófica y necrotrófica de crecimiento (Puentes, 2012).

Generalmente, el SA es requerido para la resistencia a patógenos biotrofos y hemibiotrofos. Existiendo una extensa red de señalización antes y después de la acumulación del SA; con una permanente interacción positiva y negativa con numerosas moléculas y otras hormonas que no sólo afectan las defensas de la planta, sino que también regulan los procesos de desarrollo de ella. En los últimos 15 años se han hecho grandes esfuerzos por entender SAR mediada por el SA, y se han logrado considerables avances; aún falta mucho por entender, especialmente a nivel de la respuesta sistémica y en la regulación (Puentes, 2012).

2.5 Defensa de la planta

El ataque de patógenos es una condición desfavorable que generalmente activa una serie de mecanismos de defensa cuyo fin es detener, aminorar o contrarrestar la infección. Las plantas pueden poseer *mecanismos constitutivos* de defensa que proveen, de forma pasiva, resistencia contra patógenos. Los mecanismos de resistencia constitutiva o "preformada" se pueden dividir en mecanismos de defensa *estructurales constitutivos*, como por ejemplo la presencia de capas gruesas de cutícula, presencia de tricomas, deposición de ceras, entre otros; y mecanismos de defensa *químicos constitutivos*, tales como la acumulación de compuestos tóxicos en las células vegetales (Hutcheson 1998).

El mismo autor menciona que la resistencia inducida es un mecanismo activo de defensa que involucra cambios claros en el metabolismo provocados por la expresión diferencial de genes. Por lo tanto, para que ocurra la inducción de la defensa, es necesaria la mediación de sistemas de reconocimiento específico, mediante los cuales la planta reconoce la presencia del patógeno.

Schroeder y Christensen, (1963) describieron 5 tipos de resistencia: la resistencia a la infección inicial o penetración (Tipo I) y la resistencia al avance del patógeno dentro de los tejidos de la espiga (Tipo II), quienes encontraron que ambos tipos de resistencia son independientes y varían entre cultivares (Parry *et al.*, 1995). Tipo III, tolerancia a altas concentraciones de Deoxinivalenol (DON), que es la principal micotoxina producida por el patógeno; Tipo IV, resistencia a la infección del grano o tolerancia, Tipo V- capacidad de los tejidos para degradar DON (Mesterhazy, 1995; Rudd *et al.*, 2001).

Para la resistencia de Tipo II, la severidad de la enfermedad (% espiguillas infectadas) es el criterio comúnmente utilizado para la evaluación, mientras que, el porcentaje de espigas infectadas (incidencia de la enfermedad) se utiliza a menudo para estimar el tipo de resistencia I (Miedaner, *et al.*, 2003).

Los cultivares y líneas avanzadas seleccionadas para la resistencia a *Fusarium Head Blight* demuestran bajo a moderado nivel de infección en años epidémicas tales como 2012, este nivel de resistencia combinada con las buenas practicas

agronómicas y control químico adecuado hacen posible cierto manejo de la enfermedad, no es suficiente para eliminar o reducir el nivel de producción de micotoxinas o contaminación en el grano cosechado (*Fusarium Head Blight in Latin America*, 2013).

La inducción del SA en la planta dan respuesta de defensa necesaria para que el patógeno reduzca su proliferación y disminuya la expresión en producir el DON (Mackintosh *et al.*, 2009).

Las concentraciones de SA en los tratamientos, difieren en fenopito y acumulación, es de comprender que depende del material genético a ser inducido, es decir, la genética de la planta es un factor importante como también el ambiente en que se desarrolla el patógeno (Walter *et al.*, 2009).

2.6 Experiencias de otros investigadores

2.6.1 Evaluación Preliminar de tres métodos de infección forzada del complejo *Fusarium graminearum* en Trigo variedad Canindé 11

Según los datos obtenidos se pudo observar que a los 8 días después de la infección todas las espigas infectadas presentaban síntomas de fusariosis (Martinez, *et al.*, 2013).

2.6.2 Impacto de la Fusariosis de la espiga del trigo en la cadena productiva del trigo

Las pérdidas están en estrecha relación a la variedad que se siembra, que puede ser susceptible o tolerante, el manejo del cultivo (siembra convencional o directa), la época de siembra; estudios han demostrado que es de fundamental y que diferencias en días de siembra pueden determinar que una variedad se infecte o no con el patógeno y el grado de incidencia y o severidad de la misma; el clima de la región en que se realice el cultivo también es un factor importante.

2.6.3 Las medidas de control

Arrua. (2013) menciona que las medidas de control de la enfermedad son variadas; el control cultural incluye: control de la época de siembra, manejo de las

dosis de fertilización, control de malezas, principalmente aquellas que se han comprobado como hospederas de *Fusarium* sp. y el manejo del riego.

En cuanto al control químico: uso de fungicidas específicos para el patógeno. El control químico es recomendable especialmente al momento de la floración, cuando la mayor parte de las espigas se encuentran fuera del embuche. Sería sumamente útil el desarrollo de sistemas de alerta y predicción que indiquen a los productores el momento exacto de aplicación de productos para bajar las infecciones de *Fusarium* y acumulación de DON.

El control genético se menciona como el más eficiente, pero en el caso de la fusariosis de la espiga es sumamente complejo y se da a diferentes niveles. Por citar solo algunos: Resistencia I, a la infección; resistencia II, a la dispersión dentro de la espiga; resistencia III a la acumulación de la micotoxina.

En el invernadero estudiaron la respuesta de defensa temprana en el patosistema trigo-Complejo *Fusarium graminearum* en diferentes periodos de tiempo: al momento de la infección y a las 4, 8, 12, 24 horas posteriores a la infección. Han analizado enzimas de las vías del ácido jasmoníco, ácido salicílico y etileno. Determinando de manera preliminar que ante la presencia de hongos del complejo *Fusarium graminearum* se enciende la vía del ácido salicílico. Este dato es de alto valor para el manejo del cultivo, puesto que en la actualidad existen productos fungicidas diseñados para estimular este tipo de respuestas en las plantas y en caso de ser efectivos podrían incluirse en el sistema de manejo integrado de la enfermedad y disminuir la incidencia, severidad y las pérdidas (Dujak, 2013).

2.6.4 Respuesta de Defensa 24HDI en el patosistema Trigo – Complejo *Fusarium graminearum*

Han amplificado por PCR cebadores que reconocen genes que codifican proteínas de patogenicidad, demostrándose que en los materiales estudiados, 24 horas después de la inoculación se están transcripcionalmente activos, por tanto se puede concluir que existe una respuesta temprana a la presencia del patógeno (Dujak, 2013).

Se han identificado, caracterizado y reportado genes expresados diferencialmente en variedades resistentes y susceptibles formando parte del grupo de transcritos PR-2 y PR-5, en relación al factor resistencia (Dujak, 2013).

Para activar las defensas de la planta frente al ataque de Fitopatógenos han resultado interacciones positivas para un posible control a la FET (Makandar, 2012).

Según Chetouhi *et al.*, (2015), la producción de DON se ve reflejado en la etapa inicial de infección, donde la proliferación es masiva y la producción de DON es alta, actuando como mecanismo de ataque.

La genética de la planta es un factor importante como también el ambiente en que se desarrolla la enfermedad (Walter *et al.*, 2010).

2.7 Escala visual para estimar la severidad de fusarium en trigo.

Para la lectura de Severidad se utilizó la Escala de Estimación de Severidad (%) de Fusarium Head Blight in Wheat.

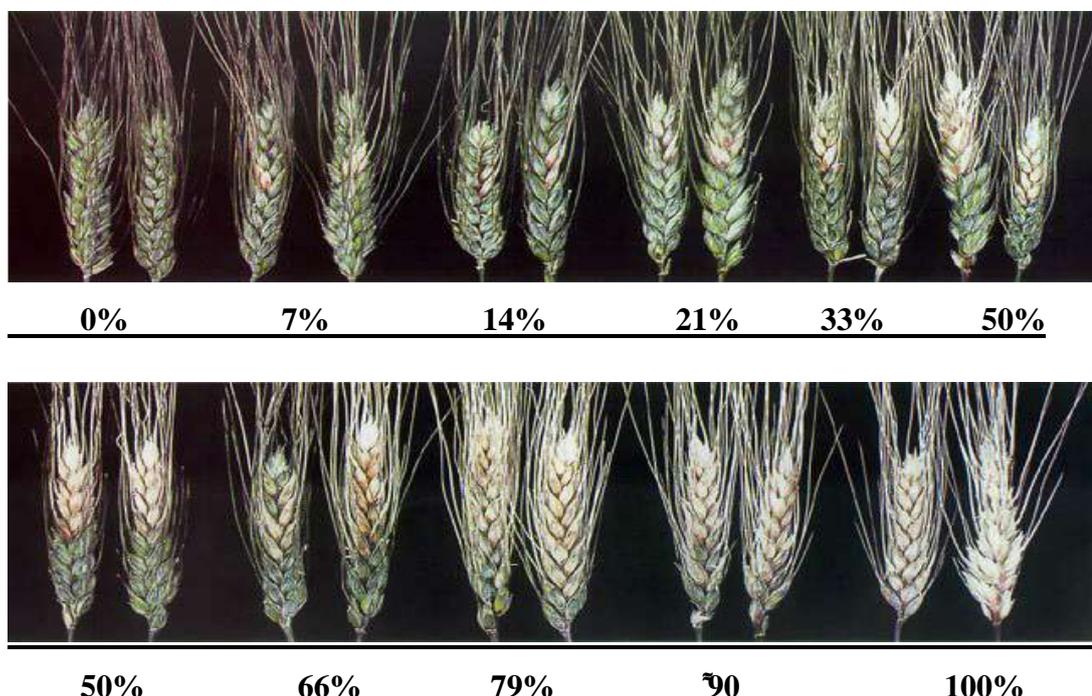


Figura N°1. Fuente: (Stack, *et al.*, 2011).

2.8 Análisis Económico y Financiero

2.8.1 Definición de análisis económico y financiero

Según las definiciones de Dietze, (2010). Los costos directos: son atribuidos a una determinada actividad, y son mayormente variables, así como los costos de semillas, fertilizantes, fitosanitarios.

Los costos indirectos son: los costos estimativos que no son afectados por el volumen de la producción. Los mismos son siempre fijos.

El valor bruto de la producción se calcula multiplicando el precio unitario por los rendimientos y el margen bruto se obtiene de las restas del valor bruto de la producción y los costos de los insumos aplicados.

Los costos variables son aquellos que cambian con la variación de la producción.

Relación Beneficio Costo demuestra en qué medida el beneficio actualizado a una tasa de interés que refleja el costo actualizado a la misma tasa.

El margen bruto de una actividad comparada con otra (agricultura con ganadería) de la misma empresa permitirá al productor decidir por aquellas actividades que en términos relativos le aporte mayores beneficios económicos.

Se entiende por ingresos a la expresión monetaria de los bienes entregados o cedidos y servicios prestados a terceros por la empresa a cambio de una contraprestación, o bien por el derecho a la misma manifestándose en forma de aumento de activos o de eliminación de pasivos. (Quesadas, 2009).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización de la investigación

El experimento se llevó a cabo en el Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria, Centro de Investigación Capitán Miranda, localizada en Ruta VI, km 16 Departamento de Itapuá, bajo condiciones semi controladas en dos Casetas de vegetación siendo la primera descrita como Casa de vegetación 1 y la segunda Casa de Vegetación 2. Las coordenadas para el primero se ubicaron a 27° 17' 10 '' latitud sur y 55° 29 ' 3 '' longitud este, el segundo fue 27° 12' 07 '' latitud sur y 55° 47 ' 24 ' ' longitud oeste entre los meses de julio a noviembre del 2016. La misma posee un clima sub tropical húmedo con una temperatura media de 21°C y una precipitación anual de 1900mm.

Los Resultados de Análisis de Suelo indican para Invernadero 1; Materia Orgánica (MO) 1,76 % (Bajo); Fosforo (P) 7,60 mg.kg⁻¹ (Bajo); Potasio (K) 0,47 cmol.kg⁻¹ (Muy alto); Calcio (Ca) 6,20 cmol.kg⁻¹ (Alto); pH (H₂O) 6,20. (Anexo N°1)

Para el invernadero 2 los índices indican; Materia Orgánica (MO) 2,10 % (Bajo); Fosforo (P) 5,40 mg.kg⁻¹ (Bajo); Potasio (K) > 0,50 cmol.kg⁻¹ (Muy alto); Calcio (Ca) 5,63 cmol.kg⁻¹ (Alto); pH (H₂O) 5,41. (Anexo N°2)

3.2 Población de unidades y variables de medición

Se contó con 24 unidades experimentales con tres hileras separado a una distancia de 0,15 m. entre hileras, siendo el largo de 1 metro lineal y 0,5 m. entre cada unidad experimental Los bloques principales correspondieron a parcelas con inoculación de Cepas de *Fusarium graminearum* y sin inoculación.

La siembra se realizó de forma manual con una densidad de 60 granos por metro lineal.

La variedad utilizada fue Canindé 11, de un potencial de rendimiento muy alto (4.900 kg/ha como rendimiento máximo).

Las variables para las evaluaciones en campo fueron:

Porcentaje de severidad de *Fusarium graminearum*.

Los parámetros determinados después de la cosecha fueron:

Acumulación de micotoxina Deoxinivalenol (DON), rendimiento de granos, peso seco de espiga y peso de grano por espiga.

3.3 Diseño para la recolección de datos primarios

El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar, con 8 tratamientos y 3 repeticiones totalizando 24 unidades experimentales. Los bloques principales corresponderán a parcelas con inoculación de *Fusarium graminearum* (YG1, CAN1) y en otra casa de vegetación sin inoculación de *Fusarium graminearum*.

Las subparcelas, correspondieron a diferentes concentraciones de Ácido Salicílico junto al fungicida e inoculación con *Fusarium graminearum* (Cuadro N°1).

CUADRO N°1. Descripción de los tratamientos, nombres y dosis utilizada para el experimento.

	Tratamientos		Descripción	Dosis (ml)	
CEPA YG1	CEPA CAN1	SIN INFECCIÓN	1	Ácido Salicílico (C1 S.A)	3 ml
			2	Ácido Salicílico (C2 S.A)	4 ml
			3	Ácido Salicílico (C3 S.A)	5 ml
			4	Ácido Salicílico (C1 S.A) + Fungicida (Pyraclostrobin + Epoxyconazole)	3 ml + 4 ml
			5	Ácido Salicílico (C2 S.A) + Fungicida (Pyraclostrobin + Epoxyconazole)	4 ml + 4 ml
			6	Ácido Salicílico (C3 S.A) + Fungicida (Pyraclostrobin + Epoxyconazole)	5 ml + 4 ml
			7	Fungicida (Pyraclostrobin + Epoxyconazole)	4 ml
			8	<i>Fusarium graminearum</i> / Testigo Absoluto.	3.10 ⁶ /ml

Fuente: Brizuela A. (2016). Elaborado por la autora

La parcela recibió fertilización básica con la formulación 18-46-00 Kg/ha. en la dosis de 350 gramos sobre la parcela experimental. Las demás prácticas culturales como aplicación de herbicidas e insecticidas fueron realizadas de acuerdo a las recomendaciones técnicas para el manejo del cultivo.

La inoculación forzada de las cepas se realizó mediante aspersión cuantificando previamente las esporas de *F. graminearum* $3.10^6/\text{ml}$. Utilizando la Fórmula de la cámara de Neubauer para lograr el conteo de las esporas a través de un microscopio

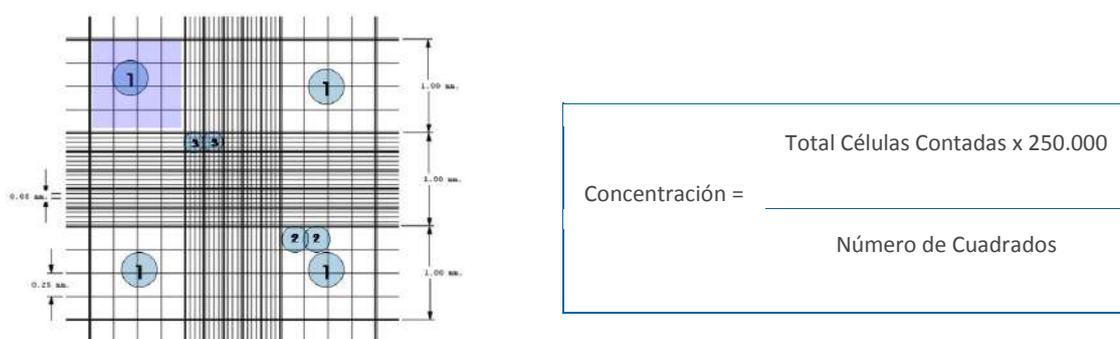


FIGURA N°2 Fórmula de la cámara de Neubauer

3.4 Recursos materiales y equipos técnicos

El recurso principal consto de dos casas de vegetación.

Material experimental: Semillas Canindé 11, curasemilla, fertilizante, insecticida, fungicida, herbicida.

Material de campo: Carpa de 10x15m, estacas de madera, cinta métrica, tijera, pulverizadora, balanza de precisión, cámara fotográfica, trilladora, sobres de cartón, bolsas arpilleras.

Materiales de laboratorio: Cepas puras de *Fusarium graminearum*, guardapolvo, guantes, tapa boca, alcohol, lavandina, agua destilada, papa, dextrosa, agar, botellas de pirex, autoclave, algodón, papel toalla, pincel marcador, Campana de flujo laminar, placas petri de plástico, ansa, saca bocado, microscopio, laminas y porta laminas, cámara de Neubauer, incubadora, botellas plástica con rociador, Ácido Salicílico (Puro), DON-V Strip Test, VERTU LATERAL FLOW, agua desionizada y autoclavada, tubos de extracción de 100 ml, microtubos, pipetas, gradillas, vortex, papel filtro, embudo de filtración.

3.5 Descripción del proceso de recolección de datos primarios.

La preparación de la parcela y el muestro de suelo para análisis se realizó el día 21 de julio de 2016, la siembra de los ensayos se realizó el 22 de julio 2016

La aplicación de fertilizante 18-46-00 se realizó el 22 de agosto de 2016 en la dosis de 350kg/ha, 30 días y 45 después de la germinación de cultivo de trigo.

La aplicación de los controles culturales herbicida Metsulfurón metil 60%, con las dosis 8-10gr/ha para hoja ancha realizándose el 24 de septiembre, para el control de plagas se utilizó un insecticida Imidraclopid 35% con la dosis de 150cc/ha el 11 de octubre.

El día 20 de octubre se realizó la inoculación forzada de las dos cepas de *Fusarium graminearum* YG1, CAN1 perteneciente al Laboratorio de Biotecnología, del IPTA- CICM a una concentración de $3 \cdot 10^6$ conidias/ml, al momento de la floración. Utilizando la fórmula de la cámara de Neubauer (Figura N°2).

Para las evaluaciones de campo se tuvieron en cuenta, porcentaje de severidad de *Fusarium graminearum* basado en la Escala (Figura N°1). Las lecturas se realizaron a los 7, 14, 21 después de inoculación (DDI), tomando primeramente 15 espigas al azar 7 días después de inoculación y 3 espigas al azar por tratamiento para 14 y 21 DDI.

La primera lectura de Severidad se realizó el 27 de octubre; 7 días después de inoculación (DDI), antes del tratamiento con S.A.

El mismo día se realizó la aplicación de los tratamientos 1, 2, 3 con diferentes concentraciones de S.A.

La aplicación de los tratamientos con fungicida (Pyraclostrobin + Epoxyconazole) se realizó el día 30 de octubre para los siguientes tratamientos, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7; luego de tres días de la aplicación de S.A

El 03 de noviembre se realizó la lectura de severidad; 14 DDI.

La lectura 21 DDI se realizó el 10 de noviembre.

La cosecha fue el 15 de noviembre de forma manual, tomando la hilera central de cada unidad experimental.

Los parámetros determinados después de la cosecha fueron: Acumulación de micotoxina Deoxinivalenol (DON), rendimiento de granos, peso seco de espiga y peso de granos por espiga.

Se realizó el secado de espigas en estufa, para proceder a la lectura de peso seco por espiga. Se realizó la trilla de las espigas por los tratamientos para evaluar el peso de granos por espiga y estimación de rendimiento utilizando la fórmula que se expone seguidamente.

Rendimiento = NG*PG

NG= número de espiga * el número de granos por espiga

Para la Evaluación de toxina DON – S.A (efecto) se utilizó los siguientes pasos y materiales, se molino 5 gramos de granos de trigo añadiendo 20 ml de agua desionizada y autoclavada, mezclando por 2 minutos en vortex a máxima velocidad. Posteriormente se filtró el extracto en tubos de extracción y una vez filtrado totalmente se transfirió 100 microlitros (μ l) a un tubo de 1.5 ml añadiendo 1 ml de agua pura (libre de cualquier mineral inorgánico extraño), mezclándolo. Se transfirió 100 μ l de la solución anterior a un tubo de 1.5 ml, añadiendo 100 μ l del DON-V diluido. Se pasó 100 μ l de la mezcla DON Test y se colocó en el inmuno Striptest dejando reposar por tres minutos sobre superficie ventilada (25C°) para realizar la lectura en el Vertu. Anexo N°3. (Foto N°7)

3.6 Métodos de control de calidad de los datos

Los datos colectados de los diferentes tratamientos fueron consignados en planillas especiales Excel, realizando un monitoreo constante del desarrollo y crecimiento del cultivo para de esa manera garantizar los datos obtenidos identificando la aparición de malezas y ataques de plagas y enfermedades que podrían inferir el resultado de dicha investigación. Se realizó la cosecha de la hilera central (1 hilera de 1 metro), descartando los bordes.

3.7 Modelo de análisis e interpretación

Los datos obtenidos fueron evaluados en el programa estadístico InfoStat mediante el análisis de varianza (ANAVA), las variables que presentaron diferencias estadísticas significativas fueron sometidas a la prueba de comparación de medida mediante el test de Tukey al 0.05% de probabilidad de error.

3.8 Análisis y evaluación económica

Se realizó el análisis económico financiero calculando costo directo (CDT) costo directo unitario (CDU), valor bruto de producción (VBP), margen bruto total (MBT), margen bruto unitario (MBU) utilizando las siguientes formulas (Dietze, 2010)

$$\text{CDU (gs/kg)} = \frac{\text{Costo directo total (Gs/ha)}}{\text{Rendimiento (kg/ha)}}$$

$$\text{Rendimiento (kg/ha)}$$

$$\text{VBP} = \text{Rendimiento (Gs/ha)} \times \text{Precio del producto (Gs)}$$

$$\text{MBT (Gs/ha)} = \text{VBP(Gs)} - \text{CDT (Gs/ha)}$$

$$\text{MBU (Gs/kg)} = \frac{\text{MBT (Gs/ha)}}{\text{Rendimiento (kg/ha)}}$$

$$\text{Rendimiento (kg/ha)}$$

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Promedios obtenidos de las variables estudiadas

Los datos obtenidos para las variables estudiadas fueron veraces en respuesta al efecto del SA sobre la enfermedad de la FET.

En el caso de las lecturas de Severidad a partir de los 7 días de después inoculación (DDI), antes de la aplicación de SA + Fungicida. Se observó el desarrollo de la inoculación forzada de las cepas *F.graminearum* 14 DDI posterior a la aplicación de las concentraciones de SA en combinación con fungicida (Pyraclostrobin/Epoxiconazole), se han registrado diferencias a consecuencia de la infección con las dos cepas, notándose una agresividad mayor en la CEPA YG1 antes que la CEPA CAN1.

CUADRO N°2. Lectura de Severidad 7 después de infección (DDI)

Lectura de (%) Severidad de 7 DDI			
	YG1	CAN1	Sin Inoc.
	90%	90%	0%
	90%	33%	0%
	100%	66%	0%
Promedio	93%	63%	—

Fuente: Brizuela A. (2016). Elaborado por la autora

En el Cuadro N°2, la CEPA YG1 presenta mayor virulencia, a los 7 días alcanzando una severidad promedio de 93% a diferencia de la CEPA CAN1 que presentó severidad 63%, mientras que los tratamientos sin infección no mostraron desarrollo de la enfermedad.

Para la obtención de la inoculación forzada, se registró el desarrollo de la enfermedad en condiciones semi-controladas, es un resultado positivo siendo que las condiciones fueron favorables en el momento de inoculación, otros autores resaltan

que el primer paso para evaluar un material es asegurar el proceso de infección para analizar consecuentemente el fenotipo de la FET (Arrua, 2015).

A los 14 DDI-posterior SA, se ha registrado diferencias entre tratamientos, como la CEPA YG1 tratamiento 6 con Ácido Salicílico (C3 S.A – 5 ml) + Fungicida (Pyraclostrobin/Epoxyconazole – 4 ml), demostrando una severidad promedio de 43% entre los tratamientos, seguido por el tratamiento 3 con SA (C3 S.A - 5 ml), alcanzando una severidad de 85 %, los demás tratamientos en comparación con el testigo con infección *F. graminearum* presentaron mayor severidad. Para la CEPA CAN1 el porcentaje de severidad más bajo fue el tratamiento 6 con un promedio de 14% seguido por el tratamiento 1 con Ácido Salicílico (C1 S.A - 3 ml), 48% de severidad con un efecto positivo, viendo que el testigo con *F. graminearum* tuvo el mayor porcentaje de severidad alcanzando 97% (Cuadro N°3).

Según investigadores que desarrollaron sus ensayos en base a inducciones de hormonas, para activar las defensas de la planta frente al ataque de fitopatógenos han resultado interacciones positivas para un posible control a la FET (Makandar, 2012). Sin embargo, no aseveran que la resistencia no solo se dé a partir de inducciones sino también alternativas de mejoramiento genético asistido. Los resultados obtenidos a los 14 DDI post SA, revelan que según la concentración y combinación de fungicida reduce la producción de DON en los granos infectados por *F.graminearum*.

CUADRO N°3. Lectura de Severidad 14 después de infección (DDI) con tratamiento.

Tratamientos	Lectura de (%) Severidad de 14 DDI					
	CEPA <i>F. graminearum</i>					
	YG1			CAN1		
T.1 – C1 SA	100%	90%	100%	21%	33%	90%
T.2 – C2 SA	100%	100%	90%	90%	66%	100%
T.3 – C3 SA	100%	66%	90%	66%	21%	66%
T.4 – C1 SA + F	100%	90%	100%	90%	66%	79%
T.5 – C2 SA + F	100%	90%	90%	66%	90%	90%
T.6 – C3 SA + F	33%	50%	50%	21%	7%	14%
T.7 – F	100%	100%	100%	33%	79%	33%
T.8 – T	66%	100%	100%	90%	100%	100%

Fuente: Brizuela A. (2016). Elaborado por la autora

Referencia: T.1 – C1 SA, tratamiento 1; Concentración 1 de SA (3 ml). T.2 – C2 SA, tratamiento 2; concentración 2 de SA (4 ml). T.3 – C3 SA tratamiento 3 concentración 3 de SA (5 ml). T.4 – C1 SA + F. tratamiento 4 concentración 1 de SA (3 ml) + Pyraclostrobin/Epoxiconazole (4 ml). T.5 – C2 SA + F. tratamiento 5 concentración 2 de SA (4 ml) + Pyraclostrobin/Epoxiconazole (4 ml). T.6 – C3 SA + F. tratamiento 6; concentración 3 de SA (5 ml) + Pyraclostrobin/Epoxiconazole (4 ml). T.7 – F. tratamiento 7; Pyraclostrobin/Epoxiconazole (4 ml). T.8 – T. tratamiento 8; Testigo CEPA *F. graminearum*.

La lectura a los 21 DDI-post SA, el porcentaje de severidad presentada fue en aumento considerable. En la CEPA YG1 y CAN1 el tratamiento 6 ha mostrado un efecto positivo en la combinación de SA con Fungicida, en la CEPA YG1 73 % de severidad promedio, en la CEPA CAN1 presento una severidad de 55 %, mientras que el tratamiento 4 Ácido Salicílico (C1 S.A – 3 ml) + Fungicida (Pyraclostrobin + Epoxyconazole 4 ml) en la CEPA YG1 fue de 97%, comparado con los tratamientos que presentaron mayor porcentaje de severidad y con respecto al testigo de *F. graminearum* alcanzando 100% de severidad

CUADRO N°4. Lectura de Severidad 21 después de infección (DDI) con tratamiento.

Tratamientos	Lectura de (%) Severidad de 21DDI					
	CEPA <i>F. graminearum</i>					
	YG1			CAN1		
T.1 – C1 SA	100%	100%	100%	100%	100%	100%
T.2 – C2 SA	100%	100%	100%	100%	100%	100%
T.3 – C3 SA	100%	100%	100%	100%	100%	100%
T.4 – C1 SA + F	100%	100%	90%	100%	100%	100%
T.5 – C2 SA + F	100%	100%	100%	100%	100%	100%
T.6 – C3 SA + F	50%	90%	79%	79%	21%	66%
T.7 – F	100%	100%	100%	100%	100%	100%
T.8 – T	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: Brizuela A. (2016). Elaborado por la autora

En el tratamiento 6 resalta que a los 21 DDI post SA, las plantas respondieron en defensa notando que las glumas de la espiguilla tornaban a una coloración verdosa, indicando el retroceso de la infección y la regeneración del tejido infectado. En el Cuadro N°5 se registran los resultados del análisis de varianza de Acumulación de micotoxina Deoxinivalenol en dos Cepas de *Fusarium graminearum*

CUADRO N°5 Resultados del análisis de varianza de Acumulación de micotoxina Deoxinivalenol DON (ppm) en dos Cepas de *Fusarium graminearum* YG1, CAN1. Capitán Miranda (2016).

Tratamientos		DON	Tukey 0,05 %							
		Ppm								
T4	CEPA CAN 1 + C1 S.A + F	1,11	A							
T13	CEPA YG 1 + C2 S.A + F	1,13	A							
T7	CEPA CAN 1 + F	1,71	A	B						
T16	CEPA YG 1	1,74	A	B						
T14	CEPA YG 1 + C3 S.A + F	1,9		B	C					
T12	CEPA YG 1 + C1 S.A + F	2,4		B	C	D				
T10	CEPA YG 1 + C2 S.A	2,5			C	D				
T6	CEPA CAN 1 + C3 S.A + F	2,53			C	D				
T3	CEPA CAN 1 + C3 S.A	2,71				D				
T8	CEPA CAN 1	3,65					E			
T2	CEPA CAN 1 + C2 S.A	3,82					E			
T15	CEPA YG 1 + F	3,9					E	F		
T9	CEPA YG 1 + C1 S.A	4,1					E	F		
T11	CEPA YG 1 + C3 S.A	4,1					E	F		
T1	CEPA CAN 1 + C1 S.A	4,56						F		
T5	CEPA CAN 1 + C2 S.A + F	9,77								G
	Coeficiente de Variación (%)	6,82								

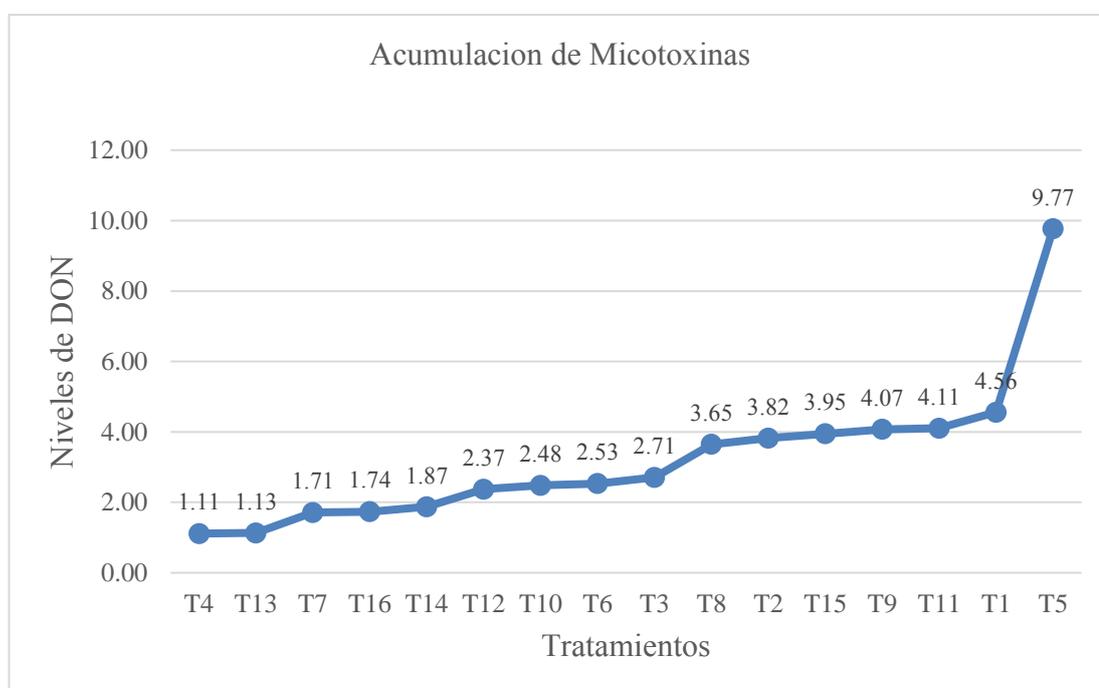
Fuente: Brizuela A. (2016). Elaborado por la autora

Referencia: Medias con una letra en común, no difieren significativamente entre sí por el Test de Tukey Alfa 0,05% de probabilidad de error.

En el análisis de varianza de acumulación de micotoxinas se muestran diferencias significativas entre los tratamientos (T4) CEPA CAN 1 + C1 S.A + Pyraclostrobin/Epoxiconazole; 1,11 ppm, (T13) CEPA YG 1 + C2 S.A + Pyraclostrobin/Epoxiconazole; 1,13 ppm de DON, los tratamientos con (T7) CEPA CAN 1 + Pyraclostrobin/Epoxiconazole), (T16) CEPA YG 1 con niveles de DON que alcanzaron 1,71 (ppm) y 1,74 (ppm) respectivamente. El nivel de acumulación de micotoxina fue menor en el tratamiento (T4) con CEPA CAN 1 + C1 S.A +

Pyraclostrobin/Epoxiconazole de 1,11 ppm, la acumulación de micotoxina con mayor nivel presento el tratamiento (T5) CEPA CAN 1 + C2 S.A + Pyraclostrobin + Epoxyconazole alcanzando 9,77 ppm (Figura N°3).

Según Chetouhi *et al.* 2015, la producción de DON se ve reflejado en la etapa inicial de infección, donde la proliferación es masiva y la producción de DON es alta, actuando como mecanismo de ataque. Los tratamientos T4, T7 (CAN1), T13 (YG1) resultaron significativos en la reducción del DON posterior a la inducción de SA, eso resalta que la defensa de la planta tuvo una regulación en reducir o detener el proceso de acumulación en los tejidos y en el llenado de granos.



Fuente: Brizuela A. (2016). Elaborado por la autora

FIGURA N°3. Acumulación de Micotoxinas Deoxinivalenol (DON ppm)

La inducción del SA en la planta dan respuesta de defensa necesaria para que el patógeno reduzca su proliferación y disminuya la expresion en producir el DON (Mackintosh *et al.* 2007).

Si bien las concentraciones de SA en los tratamientos, difieren en fenopito y acumulación, es de comprender que depende del material genetico a ser inducido,es decir, la genética de la planta es un factor importante como también el ambiente en que se desarrolla la enfermedad (Walter *et al.*, 2010).

En el Cuadro N°6 se detallan los resultados obtenidos para las variables de Rendimiento estimativo de los tratamientos en dos Cepas de *Fusarium graminearum*

CUADRO N°6 Resultados obtenidos del Rendimiento estimativo de los tratamientos en dos Cepas de *F. graminearum*

Tratamientos		Rend.	Tukey 0,05 %							
		kg/ha.								
T21	C2 SA + F	3917	A							
T22	C3 SA + F	3908	A							
T19	C3 S.A	3585	A	B						
T6	CEPA CAN 1 + C3 S.A + F	3537	A	B						
T23	F	3356		B						
T7	CEPA CAN 1 + F	3328		B	C					
T20	C1 SA + F	3319		B	C					
T1	CEPA CAN 1 + C1 S.A	3167		B	C	D				
T11	CEPA YG 1 + C3 S.A	3161		B	C	D				
T4	CEPA CAN 1 + C1 S.A + F	3134		B	C	D				
T3	CEPA CAN 1 + C3 S.A	2873			C	D				
T9	CEPA YG 1 + C1 S.A	2834				D				
T17	C1 SA	2825				D				
T10	CEPA YG 1 + C2 S.A	2753				D				
T18	C2 SA	2731				D				
T2	CEPA CAN 1 + C2 S.A	2237					E			
T24	Testigo Absoluto	2193					E	F		
T13	CEPA YG 1 + C2 S.A + F	2186					E	F		
T8	CEPA CAN 1	2050					E	F	G	
T16	CEPA YG 1	1755						F	G	H
T15	CEPA YG 1 + F	1720							G	H
T14	CEPA YG 1 + C3 S.A + F	1707							G	H
T5	CEPA CAN 1 + C2 S.A + F	1562								H
T12	CEPA YG 1 + C1 S.A + F	1464								H
	Coeficiente de Variación (%)	5,39								

Fuente: Brizuela A. (2016). Elaborado por la autora

Estimando el rendimiento los datos obtenidos resaltan que el tratamiento sin infección con aplicación de (T21) C2 SA + F, (T22) C3 SA + F, (T19) C3 S.A y el tratamiento con infección (T6) CEPA CAN 1 + C3 S.A + F fueron los que presentaron diferencias significativas comparando con el testigo absoluto y los testigos con *F. graminearum* YG1 y CAN1, los tratamientos con infección (T15) CEPA YG 1 + F, (T14) CEPA YG 1 + C3 S.A + F, (T5) CEPA CAN 1 + C2 S.A + F y (T12) CEPA YG 1 + C1 S.A + F presentaron menor rendimiento en comparación con el testigo con *F. graminearum*.

Relacionando el rendimiento de los tratamientos, no coinciden con los resultados arrojados en la acumulación de micotoxinas, ya que es posible que el material demanda un costo de energía fisiológica para reducir la acumulación, afectando el proceso de llenado de grano. Sin embargo el tratamiento (T6) CAN1+ C3 S.A + F resulto similar en rendimiento, 3537 kg/ha en comparación al tratamiento sin infección (T21) C2 SA + F, 3917 kg/ha, considerando el (T6) su respuesta de severidad, pero no en la acumulación de DON.

4.1. Análisis Económico

CUADRO N°7. Análisis económico de Trigo kg/ha

Tratamientos	Volumen de producción (kg/ha)	Precio (gs/ha)	Valor Bruto de Producción (gs/ha)	Costo de producción (gs/ha)	Costos Variables por trat. (gs/ha)	Costo directo total (gs/ha)	Margen Bruto total (gs/ha)	Margen Bruto Medio (gs/kg)
T1	3167	770	2.438.590	2.386.000	41.636	2.427.636	10.954	3,5
T2	2237	770	1.722.490	2.386.000	42.184	2.428.184	-705.694	-315,5
T3	2873	770	2.212.210	2.386.000	42.732	2.428.732	-216.522	-75,4
T4	3134	770	2.413.180	2.386.000	42.442	2.428.442	-15.262	-4,9
T5	1562	770	1.202.740	2.386.000	43.538	2.429.538	1.226.798	-785,4
T6	3537	770	2.723.490	2.386.000	42.442	2.428.442	295.048	83,4
T7	3328	770	2.562.560	2.386.000	47.606	2.433.606	128.954	38,7
T8	2050	770	1.578.500	2.386.000	46.800	2.432.800	-854.300	-416,7
T9	2834	770	2.182.180	2.386.000	41.636	2.427.636	-245.456	-86,6
T10	2753	770	2.119.810	2.386.000	42.184	2.428.184	-308.374	-112,0
T11	3161	770	2.433.970	2.386.000	42.732	2.428.732	5.238	1,7
T12	1464	770	1.127.280	2.386.000	42.442	2.428.442	1.301.162	-888,8
T13	2186	770	1.683.220	2.386.000	43.538	2.429.538	-746.318	-341,4
T14	1707	770	1.314.390	2.386.000	42.442	2.428.442	1.114.052	-652,6
T15	1720	770	1.324.400	2.386.000	47.606	2.433.606	1.109.206	-644,9
T16	1755	770	1.351.350	2.386.000	46.800	2.432.800	1.081.450	-616,2
T17	2825	770	2.175.250	2.386.000	3.836	2.389.836	-214.586	-76,0
T18	2731	770	2.102.870	2.386.000	4.384	2.390.384	-287.514	-105,3
T19	3585	770	2.760.450	2.386.000	4.932	2.390.939	369.511	103,1
T20	3319	770	2.555.630	2.386.000	4.642	2.390.642	164.988	49,7
T21	3917	770	3.016.090	2.386.000	4.384	2.390.384	625.706	159,7
T22	3908	770	3.009.160	2.386.000	4.932	2.390.932	618.228	158,2
T23	3356	770	2.584.120	2.386.000	806	2.386.806	197.314	58,8
T24	2193	770	1.688.610	2.386.000	0	2.386.000	-697.390	-318,0

Fuente: Brizuela A. (2016). Elaborado por la autora

El mayor margen bruto obtenido en el experimento fue el (T21) C2 SA + Pyraclostrobin/Epoxyconazole produciendo 625.706 gs/ha, con volumen de producción total de 3917 kg/ha, mientras que los (T22) (C3 S.A + Pyraclostrobin/Epoxyconazole), 618.228 gs/ha (T19) C3 SA y el tratamiento con inoculación (T6) CEPA CAN 1 + C3 S.A + Pyraclostrobin/Epoxyconazole, obtuvieron un Margen Bruto total de gs/ha, 369.511 gs/ha, 295.048 gs/ha, respectivamente fueron los que presentaron diferencias significativas comparando con el (T24) Testigo absoluto con un margen bruto de 625.706 -gs/ha y los testigos con *F. graminearum* (T8) CEPA CAN1 -854.300 gs/ha, y (T16) CEPA YG1 - 1.081.450 gs/ha.

De esta forma el menor margen bruto obtenido fue en el (T12) CEPA YG1 + C1 SA + Pyraclostrobin/Epoxyconazole con una pérdida de -1.301.162 gs/ha y un volumen de producción de 1464 Kg/Ha.

5. CONCLUSION

En el presente trabajo de investigación, en base a los objetivos planteados, se demuestra que existen diferencias fenotípicas de disminución de la FET sobre el efecto del SA+F, siendo el tratamiento 6 la combinación (C3+ Pyraclostrobin/Epoxyconazole), presentando un efecto positivo en reducción de severidad en las lecturas realizadas, con un rendimiento de 3537 kg/ha con respecto a los tratamientos sin inoculación que mostraron mayor rendimiento al testigo con inoculación de *F. graminearum*.

En cuanto a la acumulación de DON, se determinó que el tratamiento 4 (C1+ Pyraclostrobin/Epoxyconazole) redujo la acumulación a 1,11 ppm de DON en los granos evaluados siendo significativo estadísticamente en los tratamientos combinados con fungicida conforme se había esperado en la investigación, presentando un efecto positivo para todas las variables.

El mayor margen bruto obtenido es 625.706 gs/ha para el T 21 (C2 SA + Pyraclostrobin/Epoxyconazole), donde no fue inoculado con *F. graminearum*.

6. RECOMENDACIONES

En los ensayos realizados se obtuvieron resultados que deben ser reproducibles, para garantizar el protocolo como alternativa de control de la FET.

Realizar las evaluaciones en el periodo de siembra según material, para observar el potencial de rendimiento en condiciones.

Emplear métodos o tecnologías con mayor precisión.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

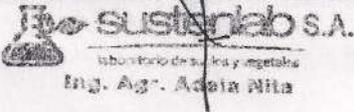
- ARRÚA, A. A.** 2013. Avances en la investigación de la fusariosis de la espiga en Paraguay. Quinto Seminario Nacional de Trigo: del grano al pan. Eds. M. M. Kohli, L. E. Cubilla y Graciela Cabrera. 2015. CAPECO/INBIO, Asuncion, Paraguay. p 226
- CHETOUHI, C; LUDOVIC, B; LECOMTE, P; CAMBON, F; MERLINO, M; BIRON, D; LANGIN, T.** 2015. A proteomics survey on wheat susceptibility to fusarium head blight during grain development Eur J Plant Pathol 141:407 - 418 p.
- DIETZE, R. E. J.** 2010. Economía agrícola como base para la administración agraria Obra de Asunción – Paraguay, Enero. Consultado 27 de may. 2016, 23:00 hs.
- DUJAK, C. E.; ARRÚA, J. M.; MARTINEZ, C. C.** et al. 2013. Respuestas de Defensa 24 HDI en el Patosistema Trigo - Complejo *Fusarium graminearum*. Quinto Seminario Nacional de Trigo: del grano al pan. Eds. M. M. Kohli, L. E. Cubilla y Graciela Cabrera. 2015. CAPECO/INBIO, Asuncion, Paraguay. p 226
- HUTCHESON S.W., 1998.** Currents concepts of active defense in plants. Annual Review of Phytopathology 36: 59-90.
- MARTINEZ, C. C.** et al. 2013. Evaluación Preliminar de tres métodos de infección forzada del complejo *Fusarium graminearum* en Trigo variedad Canindé 11. Quinto Seminario Nacional de Trigo: del grano al pan. Eds. M. M. Kohli, L. E. Cubilla y Graciela Cabrera. 2015. CAPECO/INBIO, Asuncion, Paraguay. p 226 Libro 201 – 204 pag. Consultado 27 de may. 2016, 22: 57 hs.
- MAZZILLI, S.1; PÉREZ, C.2 Y ERNST.** 2007. Fusariosis de la espiga en trigo, características de la enfermedad y posibilidades de uso de modelos de predicción para optimizar el control químico. Vol XI N° 1 pág. 11 – 21. Fecha y hora de consulta 27 abr. 2016; 13:06 hs.
- MACKINTOSH, C.A; LEWIS, J; RADMER, L.E; SHIN, S; HEINEN, S.J; SMITH, L.A; WYCKOFF, M.N; DILL-MACKY, R; EVANS, C.K; KRAVCHENKO, S; BALDRIDGE, G.D; ZEYEN, R.J; MUEHLBAUER, G.J.** 2007. Overexpression of defense response genes in transgenic wheat enhances resistance to *Fusarium* heat blight. Plant Cell Report 26(4): 479-488 p.

- MAKANDAR, R; NALAM, V.J; LEE, H; TRICK, H.N; DONG, Y; SHAH, J.** 2012. Salicylic acid regulates basal resistance to Fusarium head blight in wheat. *Molecular plant-microbe interactions*: MPMI 25 (3): 431-439 p.
- OKUYAMA, L. A.** 2013. Germinação pré-colheita em trigo (*Triticum aestivum* L.) Instituto Agrônômico do Paraná – IAPAR, Caixa Postal.
- PUNTES, L. N. D.** 2012. Artículo de Revisión; Resistencia Sistémica adquirida Mediada por el Ácido Salicílico. *Biología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* Vol 10 No. 2 (257 - 267). Consultado 27 de mayo de 2016. 20:51 hs.
- QUINTANA DE VIEDMA, L., et al.** Investig. Agrar. 2013; 15(1):.Nuevas variedades de trigo de alto rendimiento Nuevas variedades de trigo de alto rendimiento. 51-53 pág. Consultado 27 de mayo de 2016; 19:50 hs.
- RIBICHICH & VEGETTI, A. C.** Fusariosis de la espiga de trigo: Evaluación de caracteres exomorfológicos asociados a la resistencia - *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata* 104 (2). Consultado; 25 de mayo de 2016; 15:20 hs.
- SCHARAN, M.S.; KUMAR, A.K.; NAGARAJAN, S.** 2004. Fusarium Head Scab of Wheat. *Prod. Indian Natl. Sci. Acad* B70. Pág 268. Consultado; 17 mar. 2016; 21:40 hs.
- SERVIN, M.B.; VIÑALES, A.R.** 2014. El sector de trigo en el Paraguay: potencialidades de innovación y aprendizajes. Pág 7. Consultado; 24 de mayo de 2016
- STACK, R.W.; MCMULLEN, M.P.** 2011. A Visual Scale to Estimate Severity of Fusarium Head Blight in Wheat. Pág. 2.
- WALTER, S; NICHOLSON, P; DOOHAN, F.M.** 2010. Action and reaction of host and pathogen during Fusarium head blight disease. *New Phytologist* 185 (1): 54-66 p.

8. ANEXO

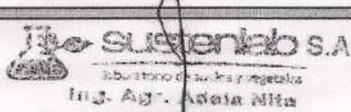
ANEXO N°1.

Resultados del Análisis de Suelo de Caseta de Vegetación 1.

		SUSTENLAB						
sustenlab		LABORATORIO DE SUELOS Y VEGETALES						
laboratorio de suelos y vegetales		http://www.sustenlab.com.py		E-mail: contacto@sustenlab.com.py Telef: +595775232330				
		Ruta 6° km 41 1/2 - Hohenau - Itapúa - Paraguay						
N° Laboratorio	66768	Cultivo Anterior	Fecha 25/02/2017					
N° Cédula	Matrícula	Establecimiento						
Cliente	Particular	Solicitante	Alexandri María Brizuela					
Teléfono		Celular						
Lugar	Capitán Miranda	Institución	PARTICULAR					
Parcela	INVER 1	Profundidad	GPS Latitud	GPS Longitud				
Tipo de Análisis	Suelo	Área, ha	0 0 0,00	0 0 0,00				
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELO								
Análisis Químico				Fertigráfico				
Elemento	Simbolo	Resultados	Unidad de Medida	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
M. Orgánica	MO	1,76	%					
Fósforo	P	7,60	mg.Kg-1					
Potasio	K	0,47	cmol (+).Kg-1					
Calcio	Ca	6,20	cmol (+).Kg-1					
Magnesio	Mg	4,16	cmol (+).Kg-1					
pH	H ₂ O	6,20	-					
pH SMP	-	6,49	-					
Aluminio	Al	0,00	cmol (+).Kg-1					
Hidrógeno+Aluminio	H+Al	3,46	cmol (+).Kg-1					
Cap. Inter. Catiónico	CIC	14,29	cmol (+).Kg-1					
Saturación de Bases	V	75,79	%					
Azufre	S	0,00	mg.Kg-1					
Hierro	Fe	0,00	mg.Kg-1					
Cobre	Cu	0,00	mg.Kg-1					
Zinc	Zn	0,00	mg.Kg-1					
Boro	B	0,00	mg.Kg-1					
Manganeso	Mn	0,00	mg.Kg-1					
Análisis Físico				cmol(+).Kg ⁻¹ = meq% mg.Kg ⁻¹ = p.p.m dg.Kg ⁻¹ = % PRNT = 100,00				
% Arcilla								
42,00								
RECOMENDACIONES DE CORRECCIÓN DE SUELO								
Cal t.ha ⁻¹			Fósforo (Kg/Ha)			Potasio (Kg/Ha)		
0,00			32,50			0,00		
RECOMENDACIONES DE MANTENIMIENTO DE SUELO POR EXTRACCIÓN DE CULTIVO								
Cultivo		Nitrógeno (Kg/Ha)		Fósforo (Kg/Ha)		Potasio (Kg/Ha)		
<i>Observaciones</i>								
* Dosis de correcciones de suelo para P y K fraccionar dosis hasta 6 cultivos como máximo.								
** En siembra directa, no aplicar cantidades mayores a 2 t/ha por vez.								
*** Mantenimiento equivale extracción y pérdidas de nutrientes por cultivo con su expectativa productiva.								
<i>Extractores:</i>								
MO: Digestión húmica.				laboratorio de suelos y vegetales				
P, K, Cu, Zn: Mehlich-1				Ing. Agr. Adela Nita				
Ca, Mg, Al, Mn: KCl 1N								
S: Fosfato de calcio.								
Fe: Oxalato de amonio.								
B: Agua caliente.								

ANEXO N°2

Resultados del Análisis de Suelo de la Caseta de Vegetación 2.

		SUSTENLAB LABORATORIO DE SUELOS Y VEGETALES						
laboratorio de suelos y vegetales		Ruta 6° km 41 1/2 - Itapúa - Paraguay						
E-mail: contacto@sustenlab.com.py		Tel: +595775232330						
http://www.sustenlab.com.py								
N° Laboratorio	66767	Cultivo Anterior	Fecha					
N° Cédula	Matrícula	Establecimiento	25/02/2017					
Cliente	Particular	Solicitante	Alexandri Maria Brizuela					
Teléfono		Celular						
Lugar	Capitán Miranda	Institución	PARTICULAR					
Parcela	INVER 2	Profundidad	GPS Latitud					
Tipo de Análisis	Suelo	Área, ha	0 0 0,00 0 0 0,00					
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELO								
Análisis Químico				Fertigráfico				
Elemento	Símbolo	Resultados	Unidad de Medida	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
M. Orgánica	MO	2,10	%					
Fósforo	P	5,40	mg.Kg-1					
Potasio	K	>0,50	cmol (+).Kg-1					
Calcio	Ca	5,63	cmol (+).Kg-1					
Magnesio	Mg	3,19	cmol (+).Kg-1					
pH	H ₂ O	5,41	-					
pH SMP	-	5,99	-					
Aluminio	Al	0,15	cmol (+).Kg-1					
Hidrogeno+Aluminio	H+Al	5,01	cmol (+).Kg-1					
Cap. Inter. Catiónico	CIC	14,60	cmol (+).Kg-1					
Saturación de Bases	V	65,68	%					
Azufre	S	0,00	mg.Kg-1					
Hierro	Fe	0,00	mg.Kg-1					
Cobre	Cu	0,00	mg.Kg-1					
Zinc	Zn	0,00	mg.Kg-1					
Boro	B	0,00	mg.Kg-1					
Manganeso	Mn	0,00	mg.Kg-1					
Análisis Físico				cmol(+).Kg ⁻¹ = meq%				
% Arcilla				mg.Kg ¹ = p.p.m				
43,00				dg.Kg ⁻¹ = % PRNT = 100,00				
RECOMENDACIONES DE CORRECCIÓN DE SUELO								
Cal t.ha ⁻¹			Fósforo (Kg/Ha)			Potasio (Kg/Ha)		
1,36			73,75			0,00		
RECOMENDACIONES DE MANTENIMIENTO DE SUELO POR EXTRACCIÓN DE CULTIVO								
Cultivo	Nitrógeno (Kg/Ha)		Fósforo (Kg/Ha)		Potasio (Kg/Ha)			
Observaciones								
* Dosis de correcciones de suelo para P y K fraccionar dosis hasta 6 cultivos como máximo.								
** En siembra directa, no aplicar cantidades mayores a 2 t/ha por vez.								
*** Mantenimiento equivale extracción y pérdidas de nutrientes por cultivo con su expectativa productiva.								
Extractores:								
MO: Digestión húmica								
P, K, Cu, Zn: Mehlich-1								
Ca, Mg, Al, Mn: KCl 1N								
S: Fosfato de calcio								
Fe: Oxalato de amonio.								
B: Agua caliente.								
				 sustenlab S.A. Laboratorio de suelos y vegetales Ing. Agr. Adela Nita				

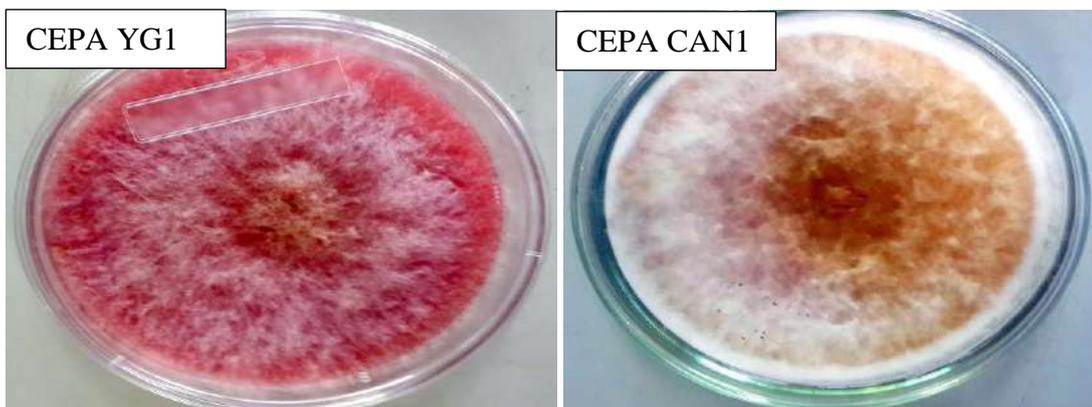
ANEXO N°3**FOTO N°1.** Preparación de la parcela y Siembra del ensayo**FOTO N°2.** Desarrollo del Cultivo, Floración del Cultivo**FOTO N°3** CEPA YG1 y CAN1 *F. graminearum*.

FOTO N°4. Inoculación Forzada de *F. graminearum*.



FOTO N°5 Espigas de trigo con porcentajes de Severidad de *F. gramineaum*

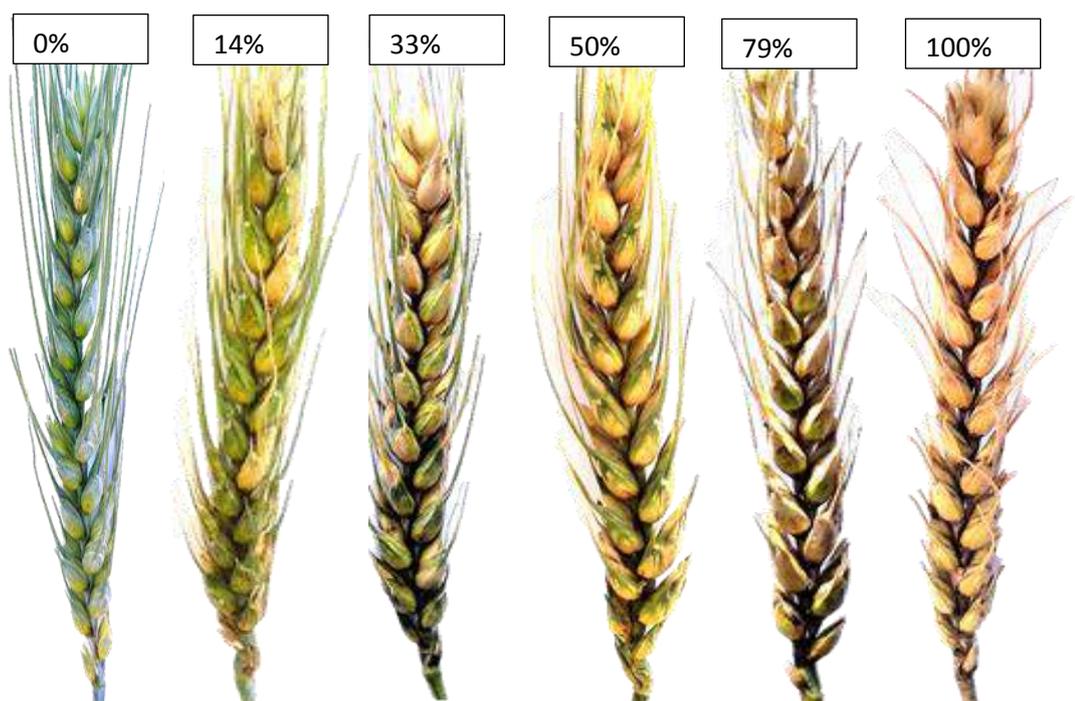


FOTO N°6 Preparación de Concentraciones de SA y aplicación



FOTO N°7 Proceso de Filtrado de harina de los tratamientos y Lectura de DON-TEST



FOTO N°8. Monitoreo del ensayo y Trilla de tratamientos



ANEXO N°4

Variable de Acumulación de micotoxina Deoxinivalenol DON (ppm)**Análisis de la varianza**

Variable N R² R² Aj CV

Columna2 48 0,99 0,99 6,82

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo. 192,97 15 12,86 266,10 <0,0001

Grupo.cols 192,97 15 12,86 266,10 <0,0001

Error 1,55 32 0,05

Total 194,52 47

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,66571

Error: 0,0483 gl: 32

Grupo.cols Medias n E.E.

T4	1,11	3	0,13	A
T13	1,13	3	0,13	A
T7	1,71	3	0,13	A B
T16	1,74	3	0,13	A B
T14	1,87	3	0,13	B C
T12	2,37	3	0,13	B C D
T10	2,48	3	0,13	C D
T6	2,53	3	0,13	C D
T3	2,71	3	0,13	D
T8	3,65	3	0,13	E
T2	3,82	3	0,13	E
T15	3,95	3	0,13	E F
T9	4,07	3	0,13	E F
T11	4,11	3	0,13	E F
T1	4,56	3	0,13	F
T5	9,77	3	0,13	G

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

Rendimiento estimativo de los tratamientos en dos Cepas de *F. graminearum*

Análisis de la varianza

Variable N R² R² Aj CV
 Columna2 72 0,97 0,96 5,39

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	39389833,65	23	1712601,46	79,58	<0,0001
Grupo.cols	39389833,65	23	1712601,46	79,58	<0,0001
Error	1033005,33	48	21520,94		
Total	40422838,99	71			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=461,68595

Error: 21520,9444 gl: 48

Grupo.cols Medias n E.E.

T21	3917,00	3	84,70	A
T22	3907,67	3	84,70	A
T19	3585,33	3	84,70	A B
T6	3537,33	3	84,70	A B
T23	3355,67	3	84,70	B
T7	3328,33	3	84,70	B C
T20	3319,00	3	84,70	B C
T1	3167,33	3	84,70	B C D
T11	3161,00	3	84,70	B C D
T4	3134,33	3	84,70	B C D
T3	2873,00	3	84,70	C D
T9	2834,00	3	84,70	D
T17	2825,33	3	84,70	D
T10	2753,33	3	84,70	D
T18	2731,33	3	84,70	D
T2	2237,33	3	84,70	E
T24	2192,67	3	84,70	E F
T13	2186,33	3	84,70	E F
T8	2049,67	3	84,70	E F G
T16	1754,67	3	84,70	F G H
T15	1720,00	3	84,70	G H
T14	1707,33	3	84,70	G H
T5	1561,67	3	84,70	H
T12	1464,00	3	84,70	H

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

ANEXO N°5

Costos Indirectos de tratamientos de producción de trigo kg/ha.

CANINDE 11				
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO Gs.	TOTAL Gs.
I. COSTOS DIRECTOS				1781000
A. Insumos Técnicos				602600
Semilla	kg.	130	3000	390000
Insecticida Cura Semilla	lts.	0,5	130000	65000
Desecación	lts.	2	27000	54000
Fungicidas:				
Opera	lts.	0,6	156000	93600
B- Insumos Físicos				1178400
Siembra	hs.	2	75000	150000
Aplicación de herbicida	hs.	1	70000	70000
Aplic. de Insecticidas (2 op.)	hs.	1	70000	70000
	hs.			
Cosecha	ha.	1	90000	90000
Flete	kg.	3642	200	728400
II. COSTOS INDIRECTOS				605000
A. Bienes Móviles				
Tractor	hs.	2,5	100000	250000
Sembradora	hs.	2,5	100000	250000
Pulverizadora	hs.	1,5	70000	105000
COSTO TOTAL				2386000

