

**REACCION DE DIFERENTES GENOTIPOS DE TRIGO A LA PUDRICION DE
ESPIGA CAUSADA POR *Fusarium graminearum* Schw.**

**REACTION OF DIFFERENT WHEAT GENOTYPES TO ROTTING SPIKES
CAUSED BY OF *Fusarium graminearum* Schw.**

Martín Esteban Reyes C.*
Carlos Alberto Rosero D.*
Carlos Betancourt García¹

RESUMEN

La pudrición de espigas del trigo (*Triticum aestivum*) causada por el hongo *Fusarium graminearum* en el departamento de Nariño, se registra como una de las enfermedades más limitantes. Debido a la gran incidencia de la enfermedad y a la ausencia de técnicas de manejo eficientes, se planteó la siguiente investigación con el fin de evaluar la reacción de diferentes genotipos de trigo al ataque del patógeno y sus componentes de rendimiento. Así, se evaluaron 45 genotipos, 13 de ellos provenientes de la colección de CORPOICA y 32 cedidos por la Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño.

En el laboratorio se aisló una colonia del hongo *F. graminearum*, procedente de material afectado que presentaba síntomas característicos de la enfermedad como lo es la coloración rosada de los granos debido al crecimiento del micelio. Para la inoculación en campo se utilizó una bomba manual de 20 litros teniendo en cuenta la etapa de espigamiento del cultivo.

Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones para 45 tratamientos evaluando las variables de incidencia en espiga y grano, macollas efectivas, número de granos por espiga, peso de 1000 granos y rendimiento.

Se determinaron diez genotipos con resistencia a *F. graminearum* y dos con buen comportamiento agronómico en cuanto a todas las variables evaluadas. El genotipo L23 obtuvo reacción altamente resistente (AR) y resistente en la evaluación de incidencia en espiga e incidencia en grano respectivamente.

* Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto, Colombia.

¹ Docente. Ingeniero Agrónomo. Ms. Sc. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.

Se encontró que los genotipos que presentaron resistencia tenían como progenitor la variedad ICA YACUANQUER que presenta moderada resistencia al patógeno.

Palabras claves: genotipos, resistencia, incidencia

ABSTRACT

The rot peg of the wheat caused by *Fusarium graminearum* in the Department of Nariño, is registered like one of the most limiting diseases. Due to the increase of the disease incidence and the lack of efficient management techniques, next investigation was made in order to test the reaction of different wheat genotypes inoculated with the pathogen and its components of yield. 45 genotypes were evaluated, 13 of them proceeding from collection of CORPOICA and 32 to give by of School of Agricultural Sciences (University of Nariño).

One colony of *F. Graminearum* was isolated in the laboratory, proceeding from the affected tissue that presented characteristic disease symptoms like the pink color of the grains due to the growth of the micelio. To inoculate in field was used a manual pump with 20 liters of capacity and it was made during the period to come out the pegs.

We used a randomized block design with four replications for 45 treatments to assess the impact of variables in ear and grain, effective tillers, number of grains per spike, 1000 grain weight and yield.

Ten genotypes with resistance to *F. graminearum* and two with good agronomic behavior were determined respect to all evaluated variables. The genotype L23 obtained a highly resistant in the evaluation of incidence in peg and incidence in grain respectively.

It was found that the genotypes that presented Resistance came from the variety ICA YACUANQUER that presents a moderate Resistance to the pathogen.

Key words: genotypes, resistence, incidence

INTRODUCCION

El trigo en Colombia ha mostrado un incremento notable en el área de producción con respecto a la década de los años noventa del siglo pasado, colocándose en 23.619 hectáreas, que se traducen en una producción de 54.324 toneladas, de las cuales el Departamento de Nariño aporta 69 % y el resto Boyacá y Cundinamarca (Diario La República, 2006).

De acuerdo con la gobernación de Nariño el trigo se cultiva en varios de los municipios del departamento entre los cuales sobresalen por su mayor producción Imués, Pasto Yacuanquer y Tangua en el segundo semestre agrícola; y Guaitarilla, Ospina, Imués, Yacuanquer y Tangua en el primer semestre agrícola. (Consolidado Agrícola, 2006).

Según Gómez y Molina, 1986; *Fusarium graminearum* es el principal causante de las pérdidas de viabilidad de semillas de diferentes variedades obtenidas en distintas localidades de Nariño. La enfermedad se presenta en condiciones de alta humedad relativa en los periodos de espigamiento y anthesis, ocasionando pudrición de espiguillas y granos, con lo que además de reducir la producción, se afecta negativamente la calidad de la semilla.

De acuerdo con Sañudo y Castro, 1985; el manejo de la pudrición de espigas se hace con el empleo de fungicidas sin resultados satisfactorios de control y con pérdidas considerables. Así, es necesario avanzar en investigaciones en aspectos de resistencia genética, que permitan la consecución de genotipos promisorios con tolerancia a la enfermedad.

La Universidad de Nariño, a través de la Facultad de Ciencias Agrícolas, ha venido realizando ensayos de investigación y fomento del cultivo; evaluando genotipos obtenidos por entidades como CORPOICA y la misma Universidad, con el fin de contribuir al conocimiento de genotipos de buen comportamiento agronómico, se planteó la presente investigación con el objetivo de contribuir al conocimiento fitosanitario del trigo en particular de la pudrición de la espiga causada por *F. graminearum* evaluando la reacción de 45 genotipos de trigo bajo inoculación artificial en campo, al igual que sus componentes de rendimiento.

METODOLOGIA

Localización. El trabajo se realizó en el municipio de Pasto corregimiento de Mapachico situado a 7 Km. al occidente de la ciudad de Pasto. Ubicado a una altura de 2750 m.s.n.m.,

con una temperatura media anual de 13 °C y una precipitación promedio anual de 500 á 1000 m.m.

Area experimental. Se preparó un lote de 693 m², en el cual se trazaron cuatro bloques de 19.8 x 8 metros con separación de un metro. En cada bloque se establecieron 45 parcelas de 1 x 1.6 metros con separación de 0.6 metros entre ellos, para una unidad experimental de 1.6 m². El tamaño de la parcela útil presentó longitudes de 0.8 m x 0.8m para un tamaño de 0.64 m².

Diseño y material experimental. Se trabajó con un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones para 45 tratamientos, correspondientes a los genotipos aportados por CORPOICA: CL 3 – CL 16 - CL 17 - CL 19 – CL 20 – CL 27 – CL 31- CL 34 – CL35 - CL 42 – CL 45 – CL 48 – CL 50 y la Universidad de Nariño FACIA: L1 - L3 – L4 – L5 – L6 – L7 – L8 – L9 - L11 – L12 – L14 – L17 – L18 - L19 – L20 – L21 – L22 – L23 – L24 – L25 – L 27 – L28 – L29 – L30 – L31 – L1F4 – L3F4 – L5F4 – L7F4 – L9F4 – L11F4 – OBONUCO OBANDO 98. La Tabla 1. indica las genealogías de los materiales evaluados.

Tabla 1. Genealogías de los 45 genotipos evaluados.

	Genotipo	Genealogía
1	CL 3	ICA YACUANQUER/TOTA 63 II-64892-5N-4N-2N-0N
2	CL 16	CHIL"S"/NING 8319 II-64897-4N-1N-1N-0N
3	CL 17	KVZ/3/TOB//CTFN/BB/4/BLO"S"/5/BOW"S" CH-67984-7Y-2M-3Y1M-1Y-OB
4	CL 19	EMU"S"/4/CN0"S"/TOB"S"/NPO/3/GB/NOR67/5/OPATA"S" II-64841-5N-0N
5	CL 20	ICA YACUANQUER 90
6	CL 27	K-342/NAPO63 II-64899-11N-3N-2N-0N
7	CL 31	KEA"S"/GN"S"/ICA YACUANQUER 90 II-64819-1N-2N-1N-1N-0N
8	CL 34	ALD"S"/2/*BM1146//SERI/3/FONG CHAN#/TRT"S"/VEE#9 II-64814-3N-1N-0N
9	CL 35	OBONUCO SEQUIA 96
10	CL 42	ICA YACUANQUER90/MILAN II-64956-9N-3N-1N-0N

11	CL 45	ICA YACUANQUER 90
12	CL 48	ICA YACUANQUER 90/3/FONG CHANG#3/TRT"S"//VEE#9 II-64957-6N-1N-2N-0N
13	CL 50	OBONUCO OBANDO 98
14	L1	
15	L3	
16	L4	
17	L5	PROVIENEN DE SELECCIONES EN LA GENERACION F6 DEL
18	L6	DEL CRUZAMIENTO (SEQUIA 96 X CRESPO) X GUALMATAN
19	L7	
20	L8	
21	L9	
22	L11	
23	L12	SON SELECCIONES DE LA GENERACION F6 DEL CRUZAMIENTO
24	L14	(F623 X SEQUIA 96) X GUALMATAN.
25	L17	F623 es una selección individual obtenida en ICA YACUANQUER
26	L18	
27	L19	
28	L20	
29	L21	
30	L22	CORRESPONDEN A SELECCIONES F6 DEL CRUZAMIENTO
31	L23	(L9 X C6) X F623
32	L24	L9 es un material regional sembrado en Ospina y Túquerres
33	L25	mientras que C6 es e resultado del cruce (YACUANQUER X TIBA)
34	L27	X BOLA
35	L28	
36	L29	
37	L30	SON SELECCIONES INDIVIDUALES EN GENERACION F6
38	L31	DEL CRUZAMIENTO (YACUANQUER X MILAN) X SUGAMUXI
39	L1F4	
40	L3F4	SON POBLACIONES DE SELECCIONES INDIVIDUALES EN
41	L5F4	ICA YACUANQUER SEMBRADA EN EPOCA DE INVIERNO Y
42	L7F4	ALTA INCIDENCIA DE <i>Fusarium graminearum</i>
43	L9F4	
44	L11F4	
45	OBONUCO OBANDO 98	TESTIGO

Obtención del inóculo *Fusarium graminearum* Schw. El inóculo se recolectó de un cultivo de trigo de la variedad Obonuco Obando 98 proveniente del corregimiento de Mapachico, Municipio de Pasto, el cual había sido afectado por la pudrición de espigas que presentaba síntomas característicos de la enfermedad entre ellos la coloración rosada de los granos debido al crecimiento del micelio, síntoma típico ocasionado por *F. graminearum*.

Aislamiento y purificación del inóculo El aislamiento y purificación de *Fusarium*

graminearum se realizó en el laboratorio de microbiología de la Universidad de Nariño; siguiendo la metodología descrita por Ávila, 2003; se cortaron trozos pequeños del material vegetal y se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 0.5 % por espacio de un minuto, luego se enjuagaron en agua destilada durante un minuto y se secaron en papel filtro, luego se cortaron en trozos de 5 mm de lado y se transfirieron con una pinza a diez cajas petri previamente esterilizadas y preparadas con medio de cultivo PDA. En cada caja petri se ubicaron cuatro trozos distribuidos uno por cada cuadrante. Una vez realizada la siembra se ubicaron las cajas a 20°C, en donde diariamente se observó el crecimiento de las colonias fungosas.

Para la purificación de estas colonias se empleó cajas petri con PDA, sembrando en ellas, las que presentaron colores blanco, curuba o lila que son típicos del hongo *Fusarium sp.* y luego se procedió a realizar su identificación. Para esta labor se montaron placas con las estructuras del hongo agregando lactofenol para su tinción. Una vez montadas se procedió a la observación al microscopio tomando como criterios taxonómicos los propuestos por Alexopoulos *et.al.*, 1996.

Inoculación en campo. La inoculación de *Fusarium graminearum* se realizó en la etapa de espigamiento, por lavado micelial de dos cajas petri en 200 ml. de agua destilada, filtrando posteriormente a través de una gasa para una solución de fácil aspersión. Este proceso se realizó con condiciones climáticas de alta humedad, en el momento de aplicación se tuvo en cuenta la presencia de nubosidad con el fin de favorecer el establecimiento del hongo en las espigas, para la aspersión se empleó una bomba manual de 20 litros, en donde se depositó un litro del concentrado del inóculo. El filtrado se trabajó con una concentración de 1×10^6 esporas / ml calibrada en una cámara de Neubauer.

Variables evaluadas.

Incidencia de *Fusarium graminearum* en espiga. Después de 20 días de la inoculación se realizó la evaluación de reacciones de los genotipos al ataque de *F. graminearum*. Se evaluaron 10 plantas tomadas al azar por cada repetición, encontrando el porcentaje de

incidencia utilizando el número de plantas con presencia de *Fusarium graminearum* sobre el total de plantas seleccionadas. La calificación de los genotipos se realizó utilizando los porcentajes de la escala descrita por Kohli, 1987. (Tabla 2)

Tabla 2. Escala de calificación de la reacción de los genotipos

Clasificación	Síntomas	Reacción
1	- Incidencia 0 - 5 %	- Altamente resistente (AR)
2	- Incidencia 5 - 15 %	- Resistente(R)
3	- Incidencia del 15 – 25 %	-Moderadamente resistente (MR)
4	- Incidencia del 25 – 50 %	-Moderadamente susceptible(MS)
5	- Incidencia Mayor del 50%	-Susceptible (S)

Escala para plantas, espigas y espiguillas

Incidencia de *Fusarium graminearum* en granos. En la época de cosecha se tomaron 10 plantas al azar por cada repetición de las cuales se desgranaron 10 espigas para ser observadas detalladamente buscando la presencia de *F. graminearum*, realizando el respectivo conteo de granos sanos y enfermos y el número total de granos. Se realizó el cálculo de incidencia en porcentaje utilizando el número de granos enfermos sobre el total del número de granos por espiga y se realizó la respectiva clasificación según la escala de Kohli, 1987. (Tabla 2).

Número de macollas efectivas. En la época de madurez de cosecha se tomaron los datos de número de macollas efectivas con base a 10 plantas tomadas al azar por cada repetición.

Número de granos por espiga. De 10 plantas tomadas al azar se desgranó una espiga, por planta, dando así, 10 espigas por repetición de cada genotipo. Se realizó el conteo de granos, promediando el número de granos por espiga.

Peso de 1000 granos. De cada unidad experimental se contaron manualmente 1000 granos tomados al azar y se pesó en una balanza electrónica ubicada en los laboratorios especializados de la Universidad de Nariño.

Rendimiento. Se cosechó el total del área de la parcela útil de cada repetición por genotipo, realizando la respectiva trilla, limpieza y pesaje. Se determinó la humedad del

grano para el posterior ajuste de rendimiento.

El ajuste de rendimiento del área sembrada a kilogramos por hectárea se realizó con la fórmula descrita por Benavides y Paredes, 2004:

$$\text{Kg./ha} = \frac{100 - \text{humedad actual}}{100 - \text{humedad deseada } 14\%} \times \frac{\text{peso de la parcela} \times 10000\text{m}^2}{\text{área de la parcela}}$$

ANALISIS ESTADISTICO

Los datos se interpretaron utilizando un análisis de varianza y la prueba de significancia de Tukey. Este proceso fue realizado con el programa estadístico INFOSTAT, versión libre.

Se utilizó regresión lineal simple para encontrar las relaciones positivas o negativas entre la variable de incidencia en espiga y las demás variables evaluadas. Estas también se realizaron con el programa informático INFOSTAT versión libre.

RESULTADOS Y DISCUSION

Obtención de *Fusarium graminearum* para inoculación en campo. Se obtuvo una colonia de color violáceo intenso y rosado. Esta se identificó al microscopio, encontrando en la observación la presencia de macroconidias, microcodias y conidióforos. Esto coincide con lo afirmado por Alexopoulos *et.al.*, 1996; los cuales describen que los criterios básicos para la identificación de *Fusarium sp.* son la presencia microconidias, macroconidias y clamidosporas; y para *F. graminearum* la presencia de clamidosporas.

Incidencia de *F. graminearum* en espiga. La Tabla 3 indica la calificación obtenida de los genotipos según la escala de Kohli, 1987.

Tabla 3. Calificación de genotipos según la escala de Kohli.

Altamente resistente (AR)	Resistente (R)	Moderadamente resistente (MR)	Moderadamente susceptible (MS)	Susceptible (S)
L 23	CL20 – L20 – L18 – L31 – CL27 – CL34 – CL 42	L24 – CL48 – L1 – L14 – L7 – L4 – L28	CL17 – L7F4 – L11F4 – L5	CL16 – L8 – L6 – L3 – L30 – OBANDO – CL45 – L22 – L19 – CL31 – CL19 – L9 – CL3 – CL50 – CL35 – L11 – L29 – L17 – L5F4 – L1F4 – L12 – L21 – L9F4 – L27 – L25 – L3F4

Los genotipos con calificación AR y MR genotipos mostraron síntomas leves en el momento de la evaluación excepto L23 que no presentó síntoma alguno; sin embargo en la etapa de madurez de cosecha se observaron en él síntomas leves como palidez de algunos granos y del raquis. No obstante, no se puede asegurar totalmente la presencia de resistencia al patógeno, ya que según Ribichich y Vegetti, 2001; puede presentarse escape a la enfermedad debido a características morfológicas, como la exposición de anteras y la apertura de los estomas, de los genotipos, que son vías de acceso para la entrada de la enfermedad a la planta. Lo anterior puede ocurrir tanto en los genotipos AR y MR, por que en algunos genotipos de trigo el desarrollo de *F. graminearum* se presenta en estadios fenológicos avanzados, lo cual impide que el patógeno complete todo su ciclo de desarrollo.

Lo anterior también es descrito por Ribichich y Vegetti, 2001; los cuales encontraron en ensayos realizados en La Plata (Argentina) que la variedad resistente SUMAI 3 de origen chino y la variedad susceptible PROINTA OASIS , difirieron en tiempos de aparición de síntomas del patógeno, a pesar de ser inoculadas el mismo día. Presentando la variedad susceptible las expresiones más severas de *Fusarium graminearum*, mientras que SUMAI 3 presentó síntomas leves por afección del patógeno, sobre todo en el raquis, en estado avanzado del cultivo impidiendo el desarrollo de la enfermedad.

Según la Tabla 1. de genealogías de los genotipos evaluados se observa una relación parental entre los genotipos que presentaron tolerancia a *F. graminearum*, puesto que tienen en común el progenitor ICA YACUANQUER 90, que como lo afirma Bolaños,

2004; presenta moderada resistencia a pudriciones de raíz y de espiga y a manchas foliares.

Lo anterior permite deducir según Kohli, 1987; que en el ensayo existieron materiales que toleraron al patógeno, presentando grados diferenciales de resistencia al mismo, que puede ser dada por la capacidad del genotipo de impedir la entrada y posteriormente el desarrollo de *F. graminearum*.

Incidencia de *F. graminearum* en granos. La Tabla 4 indica la calificación obtenida de los genotipos según la escala de Kohli, 1987.

Tabla 4. Calificación de genotipos según la escala de Kohli.

Altamente resistente (AR)	Resistente (R)	Moderadamente resistente (MR)	Moderadamente susceptible (MS)	Susceptible (S)
L23	CL20 – L20 – L18 – L31 – CL42 – CL34 – CL27	L24 – L14 – L7 – L4 – L1 – CL48 – L7F4 – CL17 – L11F4 – L28	L5 – L6	CL 16 – L3 – L8 – CL45 – CL31 – CL19 – CL3 – CL50 – L9 – OBANDO – CL35 – L1F4 – L19 – L11 – L12 – L29 – L17 – L9F4 – L21 – L27 – L5F4 – L25 – L22 – L3F4 – L30

Se puede observar que el grupo comprendido por L23, CL20, L20, L18, L31, CL27, CL34, CL 42 continuó presentando resistencia después de la evaluación, encontrando en ellos baja incidencia de *F. graminearum* en el total de granos contabilizados. Yang – Yong , 2001; afirma que existe un tipo de resistencia llamada no específica, la cual provoca desarrollo lento de la enfermedad que se basa en efectos acumulados de genes menores; esta reduce la infección a un grado tal que no daña seriamente la planta ni reduce los rendimientos.

Consistentemente se observó una relación parental entre los genotipos que presentaron tolerancia a *F. graminearum*, debido a que todos tienen como progenitor a ICA YACUANQUER 90.

Los genotipos de calificación MS y S presentaron síntomas como signo rosado, que posteriormente se tornó blanquecino y finalmente café, características descritas también por

Agrios, 2002; además de pudrición y vaneamiento de granos, que según Gómez y Molina, 1986; se presentan con mayor frecuencia en variedades de trigo susceptibles al patógeno.

Según Formento y Souza, 2002; las diferencias de susceptibilidad entre cultivares es muy marcada cuando la presión de la enfermedad es de moderada a alta.

Según Karimi y Siddique, 1991; el rendimiento de grano de las variedades está asociado con el peso de la semilla y con el número de granos por espiga. Los síntomas descritos anteriormente afectan de manera directa la calidad del grano, haciendo que *F. graminearum* en porcentajes altos de incidencia se convierta en la limitante más importante para el cultivo. Aunque como lo afirma Kohli, 1987; las diferencias entre genotipos pueden estar relacionadas más con número de granos afectados por la enfermedad que al porcentaje de daño en cada uno de ellos (severidad).

Número de macollas efectivas. De acuerdo con el anéxodo existen diferencias significativas entre genotipos. Conforme con la comparación de promedio de Tukey se presentó un grupo de 20 genotipos sin diferencias significativas en el cual sus valores oscilaron entre 1,78 a 2,75 macollas efectivas logrando así los mayores promedios.

En contraste se encontró un grupo de nueve genotipos con los más bajos promedios con valores de 0,75 a 1.33 macollas efectivas.

Según las tablas 2 y 3 que muestran los genotipos con resistencia a *F. graminearum*; se encontró que genotipos como L23, L18, L20 y CL27 se encuentran en los de mayor promedio de macollas efectivas. Bolaños, 2004; afirma que genotipos resistentes pueden desarrollar mejor macollamiento efectivo y por ende su rendimiento, como lo muestran variedades ya establecidas en el departamento de Nariño como: ICA YACUANQUER 90, ICA GUALMATAN 91, ICA ACHALAY 93 y OBONUCO SUREÑO 97 que presentan resistencia a pudrición de espiga y un buen macollamiento.

El grupo de genotipos con menor promedio de macollas efectivas se calificó como

susceptible (S), excepto los genotipos CL 34 y L 31 que se calificaron como moderadamente resistentes (MR) estos pueden presentar reacción de resistencia al patógeno pero mala aptitud agronómica para esta variable.

Los síntomas presentados por el grupo de genotipos Susceptibles (S), fueron secamiento de tejidos (hojas, tallo, espiga), aborto floral, pudrición del raquis y en algunos casos muerte de la planta; coincidiendo con lo descrito por Sartory, 1987, que afirma que en genotipos susceptibles de trigo, la presencia de *F. graminearum* afecta el macollamiento efectivo de la planta, debido a los síntomas que puede presentar la misma, los cuales no permiten que la espiga se desarrolle o ni siquiera se forme en algunos casos.

El genotipo testigo Obonuco Obando 98 se ubicó entre los genotipos de mayor promedio con 2.18 macollas efectivas, sin embargo es susceptible al patógeno. En este caso, la enfermedad no alteró el proceso de formación de macollas al contrario de lo registrado en el resto de genotipos evaluados; esto se asimila a lo encontrado por Ribichich y Vegetti, 2001; que al evaluar distintos materiales de trigo la especie *F. graminearum* varía mucho en su virulencia, agresividad y grupos de compatibilidad vegetativa.

Número de granos por espiga. De acuerdo con el ANDEVA existen diferencias significativas entre genotipos. Conforme con la comparación de promedios de Tukey se presentó un grupo de seis genotipos sin diferencias significativas en el cual sus valores oscilaron entre 47,8 y 53,68 granos por espiga, alcanzando los mayores promedios. El genotipo de mayor promedio fue Por el contrario, se encontró un grupo de nueve genotipos con los más bajos promedios con valores de 16,1 a 21.85 granos por espiga.

Los genotipos de mayor promedio presentaron granos sanos, con escasa o nula presencia del patógeno, sin vaneamiento o arrugamiento de los mismos. Resultados similares obtuvo Mellado, 2000; tras evaluar trigos harineros en la Zona Centro Sur de Chile, los componentes de rendimiento de trigo y sus variables asociadas, pues encontraron que tras determinar la presencia de *Puccinia striiformis* West. y *Fusarium graminearum* Schw. las

variedades resistentes a dichos patógenos obtuvieron mayor número de granos por espiga que las variables susceptibles.

En el mismo sentido, los genotipos de menor promedio de granos por espiga presentaron síntomas severos, causando desprendimiento de granos, con presencia de micelio rosado y blanco; granos arrugados y vanos de tamaño muy pequeño.

Teniendo en cuenta que los genotipos se sometieron a las mismas condiciones edafoclimáticas en el desarrollo del experimento, el número de grano por espigas puede estar además, directamente relacionado con aspectos genéticos de cada genotipo. (Sañudo y Castro, 1985)

Mediante una regresión lineal simple se comprobó que la Incidencia de *Fusarium graminearum* en espiga tiene efecto negativo altamente significativo sobre el número de granos por espiga como lo indica la tabla de andeva de la regresión y es descrita por la ecuación $y = 48.04 - 0.22x$, indica que por cada cambio de la incidencia en espiga (x) hay una reducción de 0.22 en el número de granos por espiga.

Se obtuvo un coeficiente de correlación de 0.46 al nivel de 95 % de probabilidad, que indica la existencia de significancia estadística ya que el valor de la tabla de valores de coeficiente de correlación es de 0.28.

Peso de 1000 granos. De acuerdo con el andeva existen diferencias significativas entre genotipos. Conforme con la comparación de promedio de Tukey se presentó un grupo de ocho genotipos sin diferencias significativas en el cual los valores oscilaron entre 51,59 y 54,94 gramos con los mayores promedios.

En contraste se encontró un grupo de seis genotipos con los más bajos promedios con valores de 33.67 a 40.77 gramos, el genotipo CL31 de menor promedio fue diferente estadísticamente a los cinco genotipos restantes.

Para esta variable se encontraron genotipos de calificación R, MR, MS y S; sobre este particular Mesterházy, 1997; afirma que la variable de peso de 1000 granos difiere en los ensayos de resistencia a enfermedades, ya que es un indicador inconstante de resistencia a propagación del patógeno y es un carácter que depende en alto grado del genotipo.

Por otra parte, Ribichich y Vegueti, 2000; afirman que la variedad SUMAI 3 presenta resistencia a *Fusarium graminearum* presenta buen peso de granos encontrándose este entre 50-55 gramos por 1000 granos. Con lo anterior se puede afirmar que la resistencia de estos genotipos al patógeno es favorable para esta variable evaluada.

Trottet, 1988; tras ensayar genotipos resistentes al hongo, encontró que después de tres ciclos de selección recurrente, se redujo en un 2% la altura de la planta y aumentó en un 2.3% el peso de 1000 granos

Para el ensayo en particular se determinó mediante una regresión lineal simple que la Incidencia de *F. graminearum* en espiga no tuvo efecto sobre el peso de 1000 granos por espiga como lo indica la tabla de andeva de la regresión y es descrita por la ecuación $y = 48 - 0.03x$, indica que por cada cambio de la incidencia en espiga (x) hay una reducción de 0.03 en el peso de 1000 granos.

Rendimiento. De acuerdo con el andeva existen diferencias significativas entre genotipos. De acuerdo con la comparación de promedio de Tukey se presentó un grupo de 11 genotipos que obtuvieron los más altos promedios de rendimiento sin presentar diferencias estadísticas significativas; exceptuando el genotipo L31, sus valores oscilaron entre 2.35 y 3.23 toneladas por hectárea.

El 76.6% de los genotipos evaluados presentaron rendimientos inferiores a el grupo anteriormente mencionado, los cuales oscilaron entre 0.64 a 2.27 toneladas por hectárea.

De los grupos de genotipos que superaron el promedio departamental encontramos que L23 y L18, L31, CL27, CL42, L24, L14 se califican como Resistente (R) y Moderadamente

Resistentes (MR) respectivamente. Huang y Deng, 1998; estabilizaron una fuente de resistencia en trigo a *Fusarium graminearum* después de cinco ciclos de selección y lograron con esta incrementar el promedio de proteína de 11% a 16% y aumentar el rendimiento en un 38 %, lo anterior permite afirmar que la resistencia encontrada en los genotipos presentes en este trabajo, afecto positivamente el rendimiento de los mismos.

El grupo de menores promedios presento susceptibilidad al patógeno, corroborando lo afirmado por Miller, *et.al*, 1989; el cual argumenta que la alta incidencia de *F. graminearum* afecta el rendimiento e incluso compromete el mismo dadas las características toxicológicas del patógeno.

Mediante una regresión lineal simple se comprobó que la Incidencia de *Fusarium graminearum* en espiga tiene efecto negativo altamente significativo sobre el rendimiento como lo indica la tabla de andeva de la regresión y es descrita por la ecuación $y = 2,54 - 0.01x$ indica que por cada cambio de la incidencia en espiga (x) hay una reducción de 0.01 en toneladas por hectárea.

Se obtuvo un coeficiente de correlación de 0.52 al nivel de 95 % de probabilidad, que indica la existencia de significancia estadística ya que el valor de la tabla de valores de coeficiente de correlación es de 0.28.

Los resultados indican que los 45 genotipos de trigo tienen comportamientos diferentes a pesar de ser sometidos a las mismas condiciones edafoclimáticas y las mismas labores de cultivo en la misma localidad. Lo anterior permite suponer la existencia en dichos materiales características genotípicas diferentes.

CONCLUSIONES

De los genotipos evaluados diez presentaron resistencia a *F. graminearum*, destacándose el genotipo L23 que presentó calificación Altamente Resistente (AR) en la evaluación de incidencia en espiga y Resistente (R) en la evaluación de incidencia en grano.

Los genotipos con mejor comportamiento agronómico de acuerdo con las variables evaluadas fueron L31 y CL27, presentando promedios superiores con respecto a los demás genotipos evaluados.

Los genotipos de mayor rendimiento fueron L31 y CL27 con 3.23 y 2.9 toneladas por hectárea respectivamente.

La presencia de resistencia en los genotipos de calificación Altamente Resistente (AR), Resistente (R) y Moderadamente Resistente (MR) en las evaluaciones realizadas se deben a la presencia en su genealogía de la variedad ICA YACUANQUER la cual es moderadamente resistente a *F. graminearum*.

BIBLIOGRAFIA

AGRIOS, George. 2002. Fitopatología, 2ed, México Limusa, 838.

ALEXOPOULUS, C.J; MIMS, C.W. y BLACKWELL, M, Introductory micology. 4ed. New York: Wiley & Sons, 1996.378 p.

AVILA DE M., C. 2003. Manual de Laboratorio de Fitopatología. Grupo Imprenta y Publicaciones. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Colombia, 135 p.

BENAVIDES, C., y PAREDES, G. 2004. Evaluación de líneas promisorias de trigo (*Triticum aestivum*) en la zona cerealista de Nariño. Pasto, Colombia. 76 p. Tesis de grado Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, 76 p.

BOLAÑOS ANTONIO. 2004. Importancia del trigo en Nariño y el aporte institucional en su desarrollo. Compilación, Pasto, Colombia: CORPOICA, p. 26-32.

DIARIO LA REPUBLICA. "Acuerdo con Mercosur no afecta a los trigueros: Mincomercio" 5 de diciembre 2005 [citado el 28 de nov. de 2006] Disponible en Internet : < URL: http://www.larepublica.com.co/noticia.php?id_notiweb=47432&id_subseccion=1&templat e=noticia&fecha=2005-12-05

FORMENTO, Norma y SOUZA, Juan. 2002. Estimación de la "Fusariosis de la Espiga" (*Fusarium graminearum* y *Fusarium* spp.) del Trigo en la Provincia de Entre Ríos. Área de Investigación en Producción Vegetal. Patología Vegetal. Bolsa de Cereales de Entre Ríos. Proyecto SIBER INTA-EEA Paraná. 230 p.

GOBERNACION DE NARIÑO. Consolidado agrícola, acuícola y pesquero-Nariño 2006. Disponible en Internet : <URL:www.gobernar.gov/secretarias/agricymedam_documentos/copiadetransitorios3030

GOMEZ, D.C. y MOLINA, L.A, 1986. Agentes patógenos de cosecha y post-cosecha en cuatro variedades de trigo *Triticum aestivum* L. en el Departamento de Nariño. En: Curso Seminario sobre aspectos fitosanitarios de trigo, cebada y fríjol. Pasto – Colombia, Universidad de Nariño, p. 232.

HUANG, Y. y DENG, J. 1998. Preliminary analices of the effectiveness of utilization of Taigu genetics male sterile wheat in recurrent selection and complex crossing. In: Proc. Seventh Intnatl Wheat Genetics Symp. Cambridge, U.K. p.1108

KARIMI, M. M. and SIDDIQUE, K.H.M. 1991. Crop growth and relative growth rates of old and modern wheat cultivars. Aust. J. Agric. Res. 42: p. 13-20.

KOHLI, M. 1987. Taller sobre la fusariosis de la espiga en América del Sur. México, CIMMYT, p. 125

MELLADO, Z., Mario. 2000. Mejoramiento de trigos harineros (*triticum aestivum* l.) en la zona centro sur de chile. II. Análisis del rendimiento y variables asociadas en trigos de primavera. En: AGRICULTURA TÉCNICA (Chile) 60 (1): p. 67

MESTERHÁZY, A. 1997. Methodology of resistance testing and breeding against Fusarium head blight in wheat and results of selection. Cereal Res. Común. 25, p.631-637.

MILLER, J.; YOUNG, J. & SAMPSON, R. 1989. Biochemical nature of micotoxins and host tolerance. Workshop on Fusarium Head Blight and related mycotoxins. March 30-31, Ciudad Obregon, Sonora, México, CIMMYT, 22 p.

RIBICHICH, K. & VEGETTI, A. 2001. Fusariosis de la espiga de trigo: evaluación de caracteres exomorfológicos asociados a la resistencia. Revista Facultad de Agronomía - Facultad de Ciencias Agrarias, UNL, Kreder 2805 (3080) Esperanza, Santa Fe, La Plata 104(2): p.121-127.

SAÑUDO, B. Y CASTRO, L. 1985. Principales enfermedades que afectan al trigo. En: Cursos de actualización en cereales menores para ingenieros agrónomos en Boyacá, Tunja, Colombia, FENALCE, p. 34.

SARTORY, J. 1987. Evaluación de resistencia de la fusariosis del trigo en condiciones controladas y en campo. México, CIMMYT, pp. 71-75

TROTTEY, M. Use of genio male sterility for breeding wheat lines resistant to *Leptosphaeria nodorum* and *Fusarium graminearum*. Results on a firts cycle and prospect.. In: Proc. Seventh Intnatl Wheat Genetics Symp. Cambridge, U.K. p. 1199-1202

YANG-YONG, LEE; Innovaciones en el mejoramiento de trigo para obtener resistencia a las enfermedades. CIMMYT, Agosto del 2001, [Citado el 13 de enero 2008] disponible en Internet [URL://www.cimmyt.org/researchjong_crops136_00](http://www.cimmyt.org/researchjong_crops136_00)