

**COMPORTAMIENTO DE 16 LINEAS PROMISORIAS Y 2 VARIEDADES DE TRIGO
(*Triticum aestivum*) A LA APLICACIÓN DE BORO EN EL CORREGIMIENTO DE
MAPACHICO, MUNICIPIO DE PASTO**

**JESUS JAVIER LOPEZ SOLARTE
MARIO FERNANDO MONCAYO PALACIOS**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA
PASTO – COLOMBIA
2008**

**COMPORTAMIENTO DE 16 LINEAS PROMISORIAS Y 2 VARIEDADES DE TRIGO
(*Triticum aestivum*) A LA APLICACIÓN DE BORO EN EL CORREGIMIENTO
MAPACHICO, MUNICIPIO DE PASTO**

**JESUS JAVIER LOPEZ SOLARTE
MARIO FERNANDO MONCAYO PALACIOS**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
INGENIERO AGRONOMO**

**Presidente de Tesis
Benjamín Sañudo Sotelo I.A**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA
PASTO – COLOMBIA
2008**

“Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado, son responsabilidad exclusiva de los autores”

Artículo 1 del acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanada del Honorable Consejo Superior Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación

**Benjamín Sañudo Sotelo, I.A.
Presidente**

**German Arteaga Meneses, I.A, M.Sc
Copresidente**

**Carlos Betancourth, I.A, M.Sc
Asesor delegado**

**Hernando Criollo Escobar, I.A, M.Sc
Jurado**

**Jesús Castillo, I.A, Ph.D
Jurado**

San Juan de Pasto, Febrero de 2008

DEDICATORIA

DEDICO A:

A DIOS LA FUERZA, PROTECCION Y GUIA DE MI VIDA.

A mi Padre Alfonso López

A mi Madre Asceneth Solarte

A mis Hermanas Lenny y Martha

A mi Sobrina Karol

A mi Esposa Elena

A mis familiares, amigos y profesores

A todas aquellas personas que me ofrecieron su apoyo, amistad y confianza

JESÚS JAVIER LOPEZ SOLARTE

DEDICO A:

La culminación de esta etapa de mi vida, merece sobre todas las cosas un perenne agradecimiento a:

A mi Padre Ricardo Moncayo Moncayo

A mi Madre Ruth Mery Palacios de Moncayo

A mis Hermanos Richard Wilson, Claudia Andrea y Geovany Moncayo Palacios

A mis familiares, amigos y profesores

De quienes siempre he recibido solidaridad, entrañable afecto y apoyo incondicional.

MARIO FERNANDO MONCAYO PALACIOS

AGRADECIMENTOS

Los autores de esta investigación agradecen de manera muy especial a la valiosa colaboración de:

Benjamín Sañudo Sotelo. Ingeniero Agrónomo Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

German Arteaga Meneses. Ingeniero Agrónomo M.Sc. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

Hugo Ruiz Erazo. Ingeniero Agrónomo M.Sc. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

Carlos Betancourt. Ingeniero Agrónomo M.Sc. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

Hernando Criollo Escobar. Ingeniero Agrónomo M.Sc. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

Jesús Castillo. Ingeniero Agrónomo Ph.D. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

Facultad de Ciencias Agrícolas Universidad de Nariño.

A todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización del presente trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
TABLA DE CONTENIDO	1
LISTA DE TABLAS	3
LISTA DE FIGURAS	4
TABLA DE ANEXOS	5
GLOSARIO	6
RESUMEN	7
ABSTRACT	9
I. INTRODUCCION	11
II. MARCO TEORICO	13
2.1 Generalidades del cultivo de trigo	13
2.2 Genealogia de los genotipos de trigo (<i>Triticum aestivum</i>)	14
2.3 Generalidades del microelemento Boro	14
2.3.1 Función del Boro en la planta	154
2.3.2 Deficiencias de Boro	15
2.4.3 Dinámica del Boro	15
2.4 Suelos y Factores que afectan la disponibilidad y movimiento del boro	15
2.5 Fuentes de Boro	18
2.6 El Boro en los suelos de Nariño	18
2.7 Otros factores que influyen en el vaneamiento del trigo	21
III. DISEÑO METODOLOGICO	22
3.1 Localización	22
3.2 Diseño y material experimental	22
3.3 Área experimental	22
3.4 Análisis de suelos	25
3.5 Labores culturales	25
3.5.1 Preparacion del terreno	25
3.5.2 Siembra y fertilizacion	26
3.5.3 Control de malezas	26
3.5.4 Control de plagas y enfermedades	26
3.6 Variables evaluadas	256

3.6.1 Porcentaje de vaneamiento.	26
3.6.2 Número de granos por espiga.	27
3.6.3 Peso de 1000 granos.	27
3.6.4 Rendimiento.	27
3.7 Análisis estadístico.	27
3.8 Análisis económico.	28
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	29
4.1 Porcentaje de vaneamiento	29
4.2 Número de granos por espiga.	31
4.3 Peso de mil granos	34
4.4 Rendimiento.	36
5 Análisis de correlacion	38
6 Análisis económico	39
VII. CONCLUSIONES	40
VIII. RECOMENDACIONES	41
IX. BIBLIOGRAFIA	42
ANEXOS	46

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1 Principales fertilizantes boratados y su contenido de boro	18
Tabla 2 Niveles críticos del elemento boro	18
Tabla 3 Comparación de promedios por Tukey para la variable número de granos por espiga de trigo de 18 genotipos de trigo (<i>Triticum aestivum</i>) en el Municipio de Pasto, corregimiento de Mapachico.	32
Tabla 4 Comparación de promedios por Tukey para la variable número de granos por espiga de trigo (<i>Triticum aestivum</i>) con la aplicación de diferentes dosis de boro, en el municipio de Pasto, corregimiento Mapachico	34
Tabla 5 Análisis de correlación entre las variables; vaneamiento, número de granos por espiga, peso de mil granos, rendimiento (Kg/ha) y dosis de boro para 18 genotipos de trigo (<i>Triticum aestivum</i>) en el Municipio de Pasto, corregimiento de Mapachico.	38
Tabla 6 Análisis económico para trigo (<i>Triticum aestivum</i>) en el municipio de Pasto con adiciones de boro para el genotipo C2.	39

LISTA DE FIGURAS

pág.

- Figura 1. Plano de campo para evaluar el comportamiento de 18 genotipos de trigo (*Triticum aestivum*) a la aplicación de boro en el corregimiento de Mapachico, Municipio de Pasto. 24
- Figura 2. Parcela útil para evaluar el comportamiento de 18 genotipos de trigo (*Triticum aestivum*) a la aplicación de boro en el corregimiento de Mapachico, Municipio de Pasto. 25

TABLA DE ANEXOS

	pág.
Anexo 1 Análisis físico químico de suelo del área experimental Municipio de Pasto, Corregimiento Mapachico.	47
Anexo 2 Análisis de varianza para la variable vaneamiento de granos de 18 genotipos de trigo (<i>Triticum aestivum</i>) en el Municipio de Pasto, corregimiento de Mapachico.	47
Anexo 3 Análisis de varianza para la variable numero de granos por espiga de 18 genotipos de trigo (<i>Triticum aestivum</i>) en el Municipio de Pasto, corregimiento de Mapachico.	48
Anexo 4 Análisis de varianza para la variable peso de mil granos de 18 genotipos de trigo (<i>Triticum aestivum</i>) en el Municipio de Pasto, corregimiento de Mapachico.	48
Anexo 5 Análisis de varianza para la variable rendimiento de 18 genotipos de trigo (<i>Triticum aestivum</i>) en el Municipio de Pasto, corregimiento de Mapachico.	49
Anexo 6 Comparación de promedios por Tukey para la interacción en la variable porcentaje de vaneamiento de 18 genotipos de trigo (<i>Triticum aestivum</i>) vs. dosis de boro, en el municipio de Pasto, corregimiento Mapachico	50
Anexo 7 Comparación de promedios por Tukey para la interacción en la variable peso de mil granos de 18 genotipos de trigo (<i>Triticum aestivum</i>) vs. dosis de boro, en el municipio de Pasto, corregimiento Mapachico	51
Anexo 8 Comparación de promedios por Tukey para la interacción en la variable rendimiento de 18 genotipos de trigo (<i>Triticum aestivum</i>) vs. dosis de boro, en el municipio de Pasto, corregimiento Mapachico	52
Anexo 9 Costos de producción por Ha de trigo sin aplicación de boro en el municipio de Pasto, Nariño 2005: A, para el genotipo C2	53
Anexo 10 Costos de producción por Ha de trigo con aplicación de boro 1.0 Kg/ha en el municipio de Pasto, Nariño 2005: A, para el genotipo C2	54
Anexo 11 Costos de producción por Ha de trigo con aplicación de boro en 1.5 Kg/ha en el municipio de Pasto, Nariño 2005: A, para el genotipo C2	55
Anexo 12 Costos de producción por Ha de trigo con aplicación de boro en 2.0 Kg/ha en el municipio de Pasto, Nariño 2005: A, para el genotipo C2	56

GLOSARIO

VANEAMIENTO: La no formación y llenado de grano.

GENOTIPO: Es la constitución hereditaria y completa (expresada y latente) de un organismo.

GEN: unidad de herencia, partícula de material genético que determina la herencia de una característica determinada, o de un grupo de ellas.

VARIEDAD: material vegetal definido y aceptado por los agricultores. Taxonómicamente es una subdivisión de una especie, ya sea formada en los procesos evolutivos por la selección natural o por procesos de fitomejoramiento.

ADAPTABILIDAD: capacidad de la planta para ajustarse o acomodarse a ciertas situaciones edafoclimáticas de una región.

DEFICIENCIA: trastorno estructural o funcional que impide a la planta realizar la actividad normal.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó entre los meses de Marzo a Octubre del año 2005, con el objeto de proponer soluciones respecto al vaneamiento del trigo en suelos de baja fertilidad, con la utilización de genotipos mejorados y dosis de boro como complemento de la fertilización, bajo las condiciones edafoclimáticas del municipio de Pasto (Corregimiento de Mapachico) situado a una altura de 2710 m.s.n.m.

Se trabajó con un diseño de bloques al azar, con una distribución en parcelas divididas, para 4 tratamientos, 18 subtratamientos y 3 repeticiones. Los tratamientos correspondieron a las dosis de 0, 1, 1.5 y 2 kilos por hectárea de boro, en mezcla con los fertilizantes simples DAP, UREA, KCl, los subtratamientos correspondieron a 18 genotipos, de los cuales fueron: 16 líneas promisorias cedidas por la Facultad de Ciencias Agrícolas de la universidad de Nariño conocidas como FACIA L1, L4, L17, L18, L20, L21, L24, L29, L31, C2, C3, C5, C6, SQ4, L24 y T8 y 2 variedades comerciales: ICA GALMATAN y OBONUCO SEQUIA 96.

Las variables evaluadas en los 18 genotipos fueron, porcentaje de vaneamiento, número de granos por espiga, peso de mil granos y rendimiento, resultados que se analizaron mediante análisis de varianza, y la prueba de comparación de Tukey. Posteriormente se realizó un análisis de correlación para determinar la asociación existente entre el Boro y las variables evaluadas.

Los resultados obtenidos mostraron que todos los genotipos de trigo mejoraron en su respuesta en las variables porcentaje de vaneamiento, número de granos por espiga, peso de mil granos y rendimiento, cuando se aumentaron los niveles de Boro. Para la localidad de estudio se destacó el genotipo C2 y el tratamiento de 2 Kg/ha de Boro con los mejores promedios, en el porcentaje de vaneamiento con los promedios más bajos (6.53%), con el mayor número de granos por espiga C2 (19.7 gpe), con más peso de mil granos (47.6 g) y con el mejor rendimiento (2440 kg/ha).

La expresión genética de el genotipo C2 se vio favorecida con una fertilización enriquecida con 2 Kg/ha de boro, incrementando sus rendimientos de 636.67 Kg/ha sin aplicación de boro a 2436.67 Kg/ha con 2 Kg/ha de boro, observándose un aumento de 1800 Kg/ha.

Los genotipos L4, IL24, L20, C5, L21, C6, L29, L17, L18, L24, C3, L31, SQ4 presentaron los promedios mas bajos en los rendimientos, que oscilaron entre 809.3 Kg/ha y 617 Kg/ha. Posiblemente estos genotipos fueron más sensibles a factores adversos a la localidad de estudio como la baja fertilidad del suelo y climáticas, los cuales no permitieron un buen desempeño en sus rendimientos.

El análisis de correlación mostró la asociación entre el boro y las variables evaluadas, indicó que incidió directa y positivamente en la respuesta de cada variable, así mismo el vaneamiento influyó negativamente sobre las variables afectando significativamente la producción de trigo.

El análisis económico basado en los costos totales de producción de trigo, mostró al genotipo C2 y la aplicación de 2 Kg/ha de boro, con un ingreso neto de \$217.923/ha y una rentabilidad de 19%, como los tratamientos más efectivos para ser utilizados en suelos erosionados de baja fertilidad en la localidad de Pasto.

Palabras claves: Vaneamiento, Genotipos, Rendimiento, Boro

ABSTRACT

This work was made between March and October 2005, to propose solutions respect at wheat vaneamientus on low fertility soils, using improve genotypes and boron doses like a complement of de fertilization, under Pasto edafoclimatic conditions (Mapachico) located at 2710 meters on sea level.

It worked with a random blocks design with divided plots in four treatments, eighteen subtreatments and three repetition distributions. The treatments corresponded to 0, 1, 1.5 and 2 Kg/ hectare of boron doses mixed with simple fertilizers: UREA, DAP and KCl. The subtreatment corresponded at 18 genotypes: 16 promissory lines were give by Faculty of Agricultural Sciences of Nariño University, they were know as: FACIA, L1, L4, L17, L18, L20, L21, L24, L29, L31, C2, C3, C5, C6, SQ4, IL24, T8 and 2 comercial varieties: ICA GUALMATAN and ICA OBONUCO SEQUIA 96.

The evaluated variables in the 18 genotypes were: vaneamientus percentage, grains number by spike, thousand grains weight and yield. This results were analized by variance analysis and Tukey comparison test. Later on it was realized a correlation analysis to determine the present association between boron and the evaluated variables.

The results showed that all wheat genotypes improved the follow variables: vaneamientus percentage, grains number by spike, thousand grains weight and yield, when the boron level was increased. The C2 genotypes with the 2 Kg/ha boron treatment showed the better results, with the more low average vaneamientus percentage (6.53%), the major values of grains number by spike (19.7 gpe) and thousand grains weight (47.6 tgw), the better yield too (2440 Kh/ha).

The C2 genotypes genetic expression was fertilized with the 2 Kg/ha boron increasing the yielding in 1800 Kg/ha, having initially 636,67 Kg/ha without boron at 2440 Kg/ha with boron

The C2 genotypes L4, IL24, L20, C5, L21, L18, L24, C3, L31, SQ4 presented the lowest yield, between 809.3 Kg/ha and 617 kg/ha. Probably these genotypes were

more sensibles at the low ground fertility and climatic adverse factors of the study locality, with did not let a good yield.

The correlation analysis presented the associaton with boron and evalueted variables, this results showed a positive impact in witch variable answer, at the same way the vaneamientus impact negatively on the variables affecting meanly the wheat production.

The economic analysis of the wheat production total costs, showed that the C2 genotypes with 2 Kg/ha boron application has a total expense of \$217.923 /ha representing a 19% of rentability, the more effective treatment to been used in low fertility erosion grounds like Pasto soils have.

Key words: vaneamientus, genotypes, yield, boron.

I. INTRODUCCIÓN

La Facultad de Ciencias Agrícolas viene desarrollando un programa de mejoramiento de trigo por tolerancia a ambientes poco favorables, sin embargo, la productividad de muchas líneas mejoradas llega a fallar significativamente cuando se establece en regiones donde el problema de vaneamiento es común, a pesar que el material posee características deseables a nivel comercial.

El vaneamiento del trigo es un problema generalizado en la zona cerealista de Nariño, generalmente asociado con suelos lavados por efectos erosivos, ocasionando pérdidas parciales o totales en la producción del grano, según la intensidad del deterioro y el material de trigo sembrado.

En las regiones donde es común el problema se ha encontrado respuesta positiva a la fertilización con fuentes de boro en el momento de la siembra y con el empleo de variedades tolerantes a vaneamiento como Tota, Gualmatan y Sequía 96, pero no se han realizado investigaciones que permitan obtener claridad de la problemática.

De acuerdo con García:

Hay un 60% de probabilidades de encontrar valores bajos de boro (menores de 0,20 ppm) y un 40% de encontrar valores medios (0.21 – 0.60 ppm) en la zona triguera de Nariño. Generalmente en las regiones con valores bajos es más acentuado el problema de vaneamiento, como en Pasto, Yacuanquer, Imues, Funes, Guaitarrilla, Ospina e Iles principalmente, sin que hasta el momento se halla estudiado la relación de manera científica, a pesar de que en sentido practico se ha determinado que adiciones de fertilizantes boratados ayuden positivamente en el llenado de grano de trigo.¹

Es posible que con la aplicación de boro en la fertilización del trigo en el momento de la siembra, se contribuya a la solución parcial o total del vaneamiento y se logren incrementos significativos en los rendimientos de grano, que justifique el ajuste

¹ GARCIA, Bernardo (1988) citado por PANTOJA, Carlos. Fertilización y manejo de suelos en el cultivo de trigo en el departamento de Nariño. En: Curso de actualización técnica para la modernización del cultivo del trigo en el departamento de Nariño. CORPOTRIGO. Pasto, Colombia.1994. p.85.

tecnológico que se pretende. A la vez, se debe investigar la adaptabilidad de los materiales y la posibilidad de encontrar respuesta de tolerancia, lo que ampliaría el campo de manejo integrado del vaneamiento.

Así mismo, no se ha evaluado la respuesta de material promisorio de trigo al vaneamiento, aunque la experiencia de los agricultores en regiones con presencia del problema, los lleva a cultivar ICA Gualmatan y Sequía 96, en lugar de creso, Bonza, Yacuanquer, Sureño, Chimborazo, L9 y Obando, las cuales son muy sensibles al disturbio, con pérdidas totales.

Teniendo en cuenta lo anterior se realizó esta investigación en el corregimiento de Mapachico, Municipio de Pasto, bajo los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Proponer soluciones con genotipos mejorados de trigo y dosis de boro como complemento de la fertilización, frente al vaneamiento del trigo.

Objetivos específicos

- Evaluar el comportamiento de dos variedades y dieciséis líneas mejoradas de trigo en un suelo predisponente al vaneamiento.
- Determinar el efecto de la aplicación de tres diferentes dosis de Boro, sobre la respuesta del trigo al vaneamiento.
- Realizar el análisis de costos totales de los tratamientos empleados.

II. MARCO TEORICO

2.1 Generalidades del cultivo de trigo

Bolaños², manifiesta que a pesar de que el área sembrada con trigo en el país es relativamente baja en comparación con otros cereales, su condición de cultivo de minifundio hace que el número de familias comprometidas directamente en su explotación sea relativamente alto en comparación con otros cultivos de mayor área. Los departamentos de Nariño, Cundinamarca y Boyacá producen el 95% del total nacional, teniendo una alta participación dentro de los cultivos transitorios.

El rendimiento del cultivo del trigo en Colombia es (2.1 t/ha) comparado con el de otros países Suramericanos productores de trigo para el año 2005, es muy similar al de Argentina (2.1 t/ha), Paraguay (2.3 t/ha), Uruguay (2.5 t/ha); superior a Bolivia (0.9 t/ha), Brasil (1.7 t/ha), Ecuador (0.6 t/ha), Perú (1.1 t/ha) y Venezuela (0.4 t/ha) e inferior a Chile (3.7 t/ha), y México (4.2 t/ha). En el mismo año la producción mundial fue de 225.219 millones de hectáreas, con un rendimiento promedio de 2.62 t/ha³

El departamento de Nariño, es el principal productor de trigo en el país, según FENALCE⁴ para el año 2005 el área neta de producción de trigo en Nariño fue de 17.870 hectáreas, que corresponden al 75.82% del área del país, con un rendimiento promedio de 2.25 t/ha, similar al promedio Mundial. Genera 68.000 jornales al año e involucra alrededor de 20.000 familias, la mayor parte del área productora se encuentra entre los 2100 y los 3000 msnm donde existen varias zonas agro ecológicas y diferentes sistemas de producción, factores fundamentales que se deben tener en cuenta para las recomendaciones agronómicas del cultivo, principalmente en lo referente a la fertilización y manejo de suelo.⁵

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

3 FAO, 2006. Disponible en Internet. www.infoagro.com/harbaceos/cereales/trigo2.asp. consultado el 23 marzo de 2006.

4 FEDERACION NACIONAL DE CULTIVADORES DE CEREALES Y LEGUMINOSAS. FENALCE. Indicadores Cerealistas. Departamento económico. Marzo de 2006. Centro virtual. [en línea] Colombia [citado mar., 2006]. Disponible en Internet : <URL : www.fenalce.org.co>

5 PANTOJA, Carlos y GARCIA, Bernardo. Fertilización del cultivo de trigo en el departamento de Nariño. En: Fertilización de cultivos en clima frío. Bogotá, Colombia : Guerrero, MONOMEROS. 1998. p.173-174.

2.2 genealogía de los genotipos de trigo (*Triticum aestivum*)

Las líneas L1, L4, L17, L18, L20, L21, L24, L29, y L31, son hermanas de C2 por lo tanto conservan la misma genealogía. La genealogía de las líneas C2, C3, C5, C6, SQ4, IL24 y T8 corresponden a C2, C3, y C5 procedentes del cruzamiento entre ICA Yacuanquer y Tiba 63; C6 (ICA Achalay por desconocido Contadero 5); L24 (ICA Achalay 93 por Napo 63); SQ4 (EMU "S" /4/CNO "S" / TOB "S"//NPO/3/GB/NOR67/5/OPATA "S" II – 64841. 5N – ON) y T8 (Bonza 63 por Tablón 8)⁶

2.3 Generalidades del microelemento Boro

2.3.1 Función del Boro en la planta.

El boro hace parte del grupo de micronutrientes o elementos escasos e interviene en multitud de procesos biológicos, juega un papel importante en los procesos de transporte de carbohidratos y su metabolismo,⁷ división celular, florescencia, germinación de polen, formación del fruto, absorción de agua, es imprescindible para la absorción, transporte y metabolismo de cationes, especialmente del calcio.⁸ Participa en la diferenciación y desarrollo celular, en el metabolismo del nitrógeno, del fósforo y en la fotosíntesis, en la absorción activa de sales.⁹

Según Cakmak y Romheld: las funciones atribuidas al boro en las plantas son la síntesis de la pared celular y la integridad de la membrana plasmática.¹⁰

6 NARVAEZ, Alejandro y GUANCHA, Ricardo. Evaluación de materiales promisorios de trigo semienano en cuatro municipios de Nariño . Pasto – Colombia, 2001. 65p. Trabajo de grado (Ingeniero Agronomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, Programa de Ingeniería Agronómica.

7 GLIESSMAN, S,R, 2002. AGROECOLOGIA, Procesos ecológicos en agricultura sostenible, CATIE, Turrialba. 359 p

8 YAMADA 2000, citado por SOSA, Daniel. Disponible en http://www.fertiberia.es/servicios_on_line/cursos/micronutrientes [Consultado el 18 de febrero del 2006]

9 BORNEMISZA, Elemer. la fertilidad de los suelos y su manejo : Funciones de los nutrientes en las plantas. San José, Costa Rica. ACCS. 1998. p. 29 – 30.

10 CAKMAK y ROMHELD, (1998) citado por PAREDES, Fabio. Ensayo de eficiencia del fertilizante foliar cultiboro en un cultivo de papa var. parda pastusa en dos zonas del departamento de Nariño. Cultiboro. San Juan de Pasto, Colombia, GERCOL AGROQUIMICOS, 2003. p 15 – 16.

2.3.2 Deficiencias de Boro.

Mogilher afirma que: “en plantas deficientes de boro, los azúcares y almidones se acumulan en las hojas (se disminuye su traslado o traslocación), cuando se suministra boro, los hidratos de carbono se acumulan en los órganos productores, en las semillas y en los órganos de reserva, de allí su incidencia en rendimiento y calidad de ciertos cultivos.”¹¹

Bornemisza Elemer, asegura que: “Los síntomas que se presentan por deficiencias son en las zonas más jóvenes, tanto de raíces como de tallos y los ápices pueden acabar muriendo. Las hojas presentan texturas duras o coriáceas, los tallos se vuelven quebradizos y agrietados.”¹² frecuentemente se secan las flores, frutos y las semillas al formarse, afectando significativamente la producción.”¹³

2.3.3 Dinámica del Boro.

Clavijo, afirma que: “el boro ocurre como ácido bórico (H_3BO_3) en la solución del suelo y es absorbido de igual manera y quizás como anión borato ($B(OH)_4^-$) a pH elevados, tanto por vía radical como por vía foliar”¹⁴, entra en las raíces por medio del flujo de masas para ser transportado por el xilema.”¹⁵

2.4 Suelos y Factores que afectan la disponibilidad y movimiento del boro

Lora¹⁶, manifiesta que existen una serie de factores que afectan la disponibilidad del boro entre las que se destacan las siguientes:

11 MOGILHER .1960 citado por PAREDES, Fabio. Op. cit., p. 15 -16

12 BORNEMISZA, Elemer. Op. cit., p 32.

13 BRAVO. 1957 citado por PAREDES, Fabio. Op. cit., p. 15 -16

16 Disponible en Internet : <URL:<http://www.fertiberia.es>> Op. cit.

15 CLAVIJO, Jairo. Fertilidad de suelos, diagnóstico y control : Metabolismo de los nutrientes en las plantas. Bogotá, Colombia. SCCS. 1994. p26 – 27.

16 LORA, Rodrigo. Fertilidad de suelos, diagnóstico y control. Sociedad Colombiana de la Ciencia de los Suelos. Bogotá, Colombia. p. 45.

Textura: Suelos arenosos con poca capacidad de retención (lixiviación) y suelos arcillosos con mayor capacidad de retención.

Cantidad y tipo de arcilla: La adsorción tiene la siguiente frecuencia: Illita > montmorillonita > caolinita. Una parte de B produce complejos con las partículas del suelo, esta se considera no disponible para las plantas. No obstante cierta cantidad retenida débilmente en la superficie de las arcillas aporta a la solución del suelo B que se torna disponible para las plantas. Por este motivo los suelos arcillosos necesitan dosis más altas de fertilización.¹⁷

Actividad microbiana: Los microorganismos son los encargados de liberar el B de los complejos orgánicos del suelo. La actividad microbiana es baja en condiciones de sequía o en suelos fríos y húmedos y alta en suelos húmedos y templados.¹⁸

pH y encalamiento: Disminución en la disponibilidad de nutrientes con aumento de pH por encima de 6.5, y el encalamiento que reduce la disponibilidad por adsorción en $Al(OH)_3$ y $Fe(OH)_3$ frescos. La cantidad de B disponible decrece con el incremento de pH. El abonado con cal de suelos ácidos puede inducir a una escasez temporal.¹⁹

Materia orgánica: Fuente de boro al mineralizarse. Es una fuente primaria de reserva de B. La materia orgánica produce complejos con B para facilitar su extracción de la solución del suelo cuando los niveles de B son altos después de fertilizar. De esta manera representa una fuente de boratos a la solución del suelo cuando los niveles son reducidos debido a extracción por parte de los cultivos o lixiviación en profundidad. Suelos con baja materia orgánica necesitan fertilizaciones más frecuentes pero en menores dosis²⁰

17 YAMADA (2000), citado por SOSA, Daniel. Disponible en Internet: <URL:http://www.fertiberia.es/servicios_on_line/cursos/micronutrientes> [Citado el 12 de febrero del 2006]

18 Ibíd.

19 Ibíd.

20 Ibíd.

Humedad: Disminuye la disponibilidad con el bajo contenido de agua por: Reducción en mineralización de la materia orgánica., dificultad de la planta al extraer boro y restricción del crecimiento radicular.

Relación con otros elementos: Ca: alto calcio restringe la disponibilidad (control de toxicidad de boro); N: exceso induce deficiencia de boro (control de toxicidad de boro)

Las reacciones del boro con los constituyentes del suelo incluyen adsorción de iones borato o moléculas de ácido bórico (H_3BO_3) precipitación de boratos insolubles con alumina y entrada de boro en las interláminas de arcilla. Aunque no se han descubierto completamente estos mecanismos se sabe que aumentan con el pH. La disponibilidad del boro decrece con incrementos del pH²¹.

Según Aragón y Montaña, el contenido de boro y la cantidad asimilable de este elemento cambia según la roca madre, el contenido de humus, la reacción del suelo, la composición mecánica del suelo y su humedad, como también por la vegetación y el empleo de fertilizantes. Los suelos con reacción neutra o alcalina contienen más boro soluble que aquellos con reacción ácida o fuertemente ácida. Los horizontes del suelo que tienen una textura pesada contienen más boro que los horizontes formados por texturas livianas²².

“La disponibilidad del boro para la planta está afectada tanto por los factores que favorecen su fijación, como por aquellos relacionados con el clima, material parental, interacción con otros elementos, materia orgánica y textura del suelo.”²³

21 *Ibíd.*

22 ARAGON, V. y MONTANO, A. Respuesta de la coliflor (*Brassica oleracea*, var. *Botritis*) a la aplicación de boro y molibdeno en dos suelos volcánicos del altiplano de Pasto. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia, 1970. p. 42

23 *Ibíd.*,

2.5 Fuentes de Boro.

Barrena²⁴, menciona que dentro de las fuentes de boro se tiene disponibles tanto fuentes inorgánicas como orgánicas: Las fuentes inorgánicas más importantes son los depósitos naturales, óxidos manufacturados, carbonatos y sales; dentro de las fuentes orgánicas se encuentran los quelatos naturales o sintéticos, complejos orgánicos naturales y en varias combinaciones de estos. En el cuadro 1 se pueden observar las principales fuentes de boro y su contenido.

Tabla 1 Principales fertilizantes boratados y su contenido de boro

FUENTES	B%
Bórax	10
Acido bórico	17
Boro K	20.5
Boro Lick	16
Cosmo Ion B	20.5

Fuente: Barrena

2.6 El Boro en los suelos de Nariño.

El análisis de suelos sigue siendo el método más popular para medir o determinar la necesidad de boro por parte de los cultivos. Si bien la recomendación adecuada se basará en el conocimiento local de la clase de suelo y de las condiciones ambientales, la siguiente tabla puede usarse a modo de información.

Tabla 2 Niveles críticos del elemento boro

mg/kg	INTERPRETACIÓN
< 0.30	PROBABLE DEFICIENCIA
0.3 - 0.65	POSIBLE DEFICIENCIA
0.66 - 1.00	IMPROBABLE DEFICIENCIA
1.10 - 3.5	SIN DEFICIENCIA
> 3.5	PROBABLE TOXICIDAD DE BORO

Fuente: Ventimiglia, A.²⁵

24 BARRENA, Luís. Op. cit., p 19.

25 VENTIMIGLIA, A. Trigos micronutrientes. [Citado el 19 de Enero 2006] Disponible en Internet: <URL:http://www.fertilizar.org.ar/articulos/micronutrientes%20_%20boro%20la%20agricultores.htm>

Con relación a que los suelos de la región andina se han desarrollado a partir de cenizas volcánicas, los suelos presentan un pH elevado, alta capacidad cationica de cambio, alto poder de fijación de fósforo, además Guerrero y Burbano, citados por Urbano²⁶, encontraron que los suelos volcánicos son potencialmente deficientes en molibdeno, cobre, cobalto, y zinc, en tanto que los niveles de hierro y manganeso son altos.

García²⁷, afirma que: en la zona triguera se estableció que había 60% de probabilidades de encontrar valores bajos de boro y 40 % de encontrar valores medios, y no se encontró muestras con niveles mayores de 0,60 ppm.

Por otro lado Pantoja y García mencionan que: “el vaneamiento del trigo y la cebada del departamento de Nariño es muy frecuente en suelos erosionados que los agricultores denominan “suelos flacos”, en los cuales acostumbran a sembrar trigo de la variedad “tota” que presenta resistencia al vaneamiento, pero la rusticidad implica sacrificio en los rendimientos.”²⁸

Así mismo Snowball, y Robson, afirman que:

Los síntomas característicos de la carencia de boro en el suelo son, la esterilidad o vaneamiento total o parcial de la espiga, donde las anteras no se abren y no se desarrolla el ovario. En ciertos casos pueden presentarse síntomas a nivel foliar, como rompimiento de la nervadura central pero no se produce vaneamiento; en otros, se observa una esterilidad grave sin que aparezcan los síntomas foliares característicos. Además, la deficiencia de boro también puede provocar una reducción del peso y arrugamiento de los granos²⁹.

26 URBANO, BM. 1989. Evaluación agroeconómica de la fertilización en trigo en diferentes zonas agroecológicas de Nariño, Bogota, 154 p. Tesis (Magíster scientiae) Universidad Nacional de Colombia, ICA, PEG.

27 GARCIA, R.B. 1989. Cambios de algunas características de los suelos de la zona andina de Nariño a través del período 1964-1988. Informe anual de actividades 1989, sección suelos. C.I. Obonuco. ICA. Pasto. p 8-11 (mecnografiado)

28 PANTOJA, Carlos. y GARCIA, Bernardo. Op. cit

29 SNOWBALL, K. y ROBSON, A. D. Carencia y toxicidades nutricionales que afectan al trigo: una guía para su identificación en campo. México : CIMMYT. 1991. p. 76.

Según Wolfgang³⁰, las altas condiciones de vaneamiento del cultivo de trigo, pueden ser debido a una deficiencia considerable de boro en el sistema suelo.

García demostró que: “en suelos erosionados de Nariño encontró incrementos hasta del 383 por ciento en las producciones de cebada, por efecto de la fertilización con dos kilogramos por hectárea de boro, en suelos degradados con contenidos inferiores a 0.25 ppm de dicho elemento.”³¹

“Estos incrementos de los rendimientos se produjeron por efecto de la reducción de la infertilidad, por el aumento de macollas por unidad de superficie y por un mayor llenado de grano, debido a que el boro es esencial en el crecimiento del tubo polínico, en la germinación del polen y en la translocación de los carbohidratos.”³²

Esta respuesta se debe a que la deficiencia de boro afecta a la planta desde el desarrollo temprano. Aportes foliares de boro a 20, 40 y 60 días después de la siembra se hacen sobre un área foliar baja; por tanto, la cantidad de nutrimento captado es bajo; además, la estructura de las hojas con un alta densidad de vellosidades no permiten entrar en contacto con los estomas, aun con aplicación de dispersante.³³

Según Sañudo³⁴, el vaneamiento se puede deber a problemas de fertilidad de los suelos, especialmente en ladera, mal drenaje en terrenos planos y a vientos fríos con lloviznas en épocas de fecundación de las espigas. Las espigas son delgadas, de color verde pálido, sin ningún grano o con escasas semillas en algunas glumas, presentando secamiento prematuro.

30 WOLFGANG, Pfeiffer. Centro internacional de mejoramiento de maíz y trigo, CIMMYT. [México D.F.] 2004. [citado feb., 2006] Disponible en Internet : <URL w.pfeiffer@cgiar.org>

31 GARCIA, (1993) citado por Ibid.,p.173-174

32 Ibid., p. 173-174

33 Ibid., p. 173-174

34 SAÑUDO SOTELO, Benjamín. Manejo técnico del cultivo de trigo en Nariño. CORPOTRIGO. Universidad de Nariño, San Juan de Pasto : Produmedios, 1997. 67 p.

Ventimiglia en una de sus investigaciones define que: “la aplicación de boro junto a la fertilización convencional al momento de la siembra en un suelo que tiene valores bajos de boro (0,1 ppm), aumentó el rendimiento en 2052 Kg / ha de trigo.”³⁵

2.7 Otros factores que influyen en el vaneamiento del trigo.

Entre los principales factores con incidencia en el crecimiento, desarrollo y llenado del grano de trigo, se encuentran ambientales y edáficos.

Según Evans, citado por Meza (1998), el llenado del grano puede acortarse a causa del estrés por agua, lo mismo que afectar el desarrollo del polen en la etapa de meiosis, produciéndose el vaneamiento.³⁶

La emisión de raíces secundarias que ocurre generalmente al mismo tiempo que la formación de la primera yema doble y el inicio del macollamiento, es considerado como etapa crítica, igualmente la floración y el periodo de llenado de grano³⁷

35 VENTIMIGLIA, A. Op. cit.

36 MEZA CASTILLO, HERNAN E. Evaluación de la producción de cuatro genotipos de trigo (*Triticum aestivum* L.) en tres épocas de siembra y en tres localidades del departamento de Nariño. Pasto – Colombia, 1998. 79p. Trabajo de grado (Ingeniero Agronomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, Programa de Ingeniería Agronómica.8p.

37 CAMPUZANO, L. análisis del crecimiento del grano de sorgo. Montecillo, México, Colegio de Postgrados. 1992. 30p.

III. DISEÑO METODOLOGICO

3.1 Localización.

La presente investigación se realizó durante el primer semestre del año 2005, en el municipio de Pasto, Corregimiento de Mapachico, localidad situada a una altura de 2710 m.s.n.m., y en un suelo abandonado por pérdidas totales en la producción del trigo por causa del vaneamiento.

3.2 Diseño y material experimental.

Se trabajó con un diseño de bloques al azar, con una distribución en parcelas divididas y 3 repeticiones, para 4 tratamientos y 18 subtratamientos.

Los tratamientos correspondieron a las dosis de 0, 1, 1.5 y 2 kilos por hectárea de boro, utilizando como fuente del oligoelemento bórax al 10% en dosis de 10, 15 y 20 kilos por hectárea de bórax, en mezcla con el abono en la siembra; las dosis están dentro de los rangos propuestos por García (1988) para fertilización en cereales.

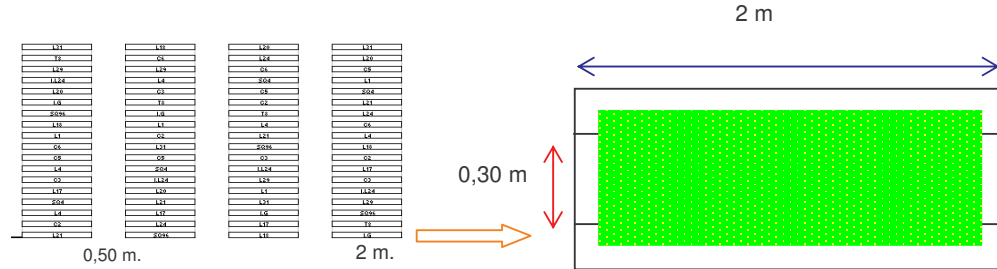
Los subtratamientos correspondieron a las líneas mejoradas L1, L4, L17, L18, L20, L21, L24, L29, L31, C2, C3, C5, C6, SQ4, IL24 y T8, obtenidos por la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño, comparativamente con las variedades ICA GUALMATAN y SEQUIA 96, que son los de mayor cultivo por los agricultores en regiones de baja fertilidad.

3.3 Área experimental.

Para la realización del presente trabajo, la unidad experimental se constituyó por 3 bloques de una longitud de 10m X 10.8m, separados por calles de 0.6 m, por bloque se trabajaron 4 parcelas mayores de una longitud de 2.00 X 10.8 m para un área de 21.6 m² cada una, con separación de 0.50 m entre ellas, en donde se distribuyeron al azar los tratamientos correspondientes a las dosis de boro; 0, 1, 1.5 y 2 kilos de boro/ha. Las parcelas se dividieron en 36 surcos separados por 0.30 m, y en ellas, se distribuyeron al azar los 18 subtratamientos correspondientes a los genotipos de trigo,

se utilizó 2 surcos por genotipo. Siendo así el área experimental de 342 m². (Figura 1). Como parcela útil se tomaron los dos surcos de longitud 2 m x 0.60 m, para un área 1.2 m². (Figura 2).

Figura 2. Parcela útil para evaluar el comportamiento de 18 genotipos de trigo (*Triticum aestivum*) a la aplicación de boro en el corregimiento de Mapachico, Municipio de Pasto.



Fuente: Esta investigación

3.4 Análisis de suelos.

Se llevó a cabo la toma de muestras de suelo del lote mediante la metodología sugerida por el ICA, tomando diez submuestras de 0,5 kg aproximadamente, luego se mezclaron y de esta mezcla se envió un kilogramo para su análisis en los laboratorios de la Universidad de Nariño.

El análisis fisicoquímico del suelo del área experimental (Anexo 1), permitió conocer, basados en los niveles críticos de cada elemento, que este suelo posee un pH ligeramente ácido³⁸ con una alta capacidad de intercambio catiónico, contenidos bajos de materia orgánica y Nitrógeno, así como también bajo contenido de Fósforo, alto contenido de Potasio, y un muy bajo contenido de Boro, este ultimo esencial oligoelemento, posiblemente impide actualmente el normal crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de trigo.

3.5 Labores culturales.

3.5.1 Preparación del terreno.

La fase de campo de esta investigación se realizó en un lote tradicionalmente cultivado con trigo y abandonado por presentar bajos niveles de productividad, su preparación

38 SANCHEZ Y SALINAS, 1983. Suelos ácidos- estrategias para su manejo con bajos insumos en América Tropical. Univ. Carolina Norte. CIAT. Sociedad Colombiana ciencia suelo. Bogota

consistió en una arada usando el arado de chuzo y complementada con un pase de rastra de púas.

3.5.2 Siembra y fertilización.

La siembra de cada uno de los genotipos se realizó en forma manual donde la semilla se dispuso a chorrillo en el fondo de los surcos con una densidad de siembra de 120 Kg/ha de semilla. De igual manera se realizó la fertilización con una dosis de 100 Kg/ha de DAP, 50 Kg/ha de UREA mas las dosis de boro, de acuerdo con el tratamiento correspondiente (0, 1, 1.5 y 2 Kg/ha de boro). Posterior a la emergencia se realizó un reabonamiento con 100 Kg de UREA y 40 Kg de KCl por hectárea, las dosis están dentro de los rangos propuestos por García para fertilización en cereales.

3.5.3 Control de malezas.

Se realizó un control preventivo de malezas de hoja ancha, con una dosis comercial de 15 g. /ha de producto Ally a los 15 días de la siembra que permitió el manejo de las malezas, más comunes; nabo (*Brassica campestris*), Lengua de vaca (*Rumex crispus*) y cenizo (*Chenopodium panniculatum*) entre otras y posteriormente a los 60 días un control manual de gramíneas especialmente Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). y avena forrajera (*Avena fatua*).

3.5.4 Control de plagas y enfermedades.

En todo el periodo de evaluación no se presentaron problemas severos de plagas y enfermedades, por lo que no fue necesario aplicar medidas de control.

3.6 Variables evaluadas.

3.6.1 Porcentaje de vaneamiento.

En el momento de la cosecha se tomaron 20 espigas al azar y el porcentaje de vaneamiento se determinó teniendo en cuenta el número total de espiguillas por espiga y el número de espiguillas llenas con grano formado.

3.6.2 Número de granos por espiga.

Se realizó la cosecha de plantas de los dos surcos; descartando las 4 primeras y últimas planta de éstos, realizando la trilla y limpieza del grano. Las espigas correspondientes a 20 plantas tomadas al azar, se desgranaron para realizar un conteo de granos y promediar el número de granos por espiga.

3.6.3 Peso de 1000 granos.

De igual manera de cada línea se contaron 1000 granos manualmente y se pesaron en una balanza electrónica.

3.6.4 Rendimiento (Kg/ha).

Para determinar el rendimiento de grano seco en kilogramo por hectárea; se cosechó por cada línea un área de 1.2 metros cuadrados, la cual después de la trilla, se limpió, se pesó y al mismo tiempo se determinó la humedad de grano con el determinador de humedad Stenlite modelo SS-250.

El rendimiento por línea se llevó a kilogramos por hectárea, ajustándolo al 15% de humedad comercial y utilizando la fórmula:

$$Kg / ha = \frac{100 - \text{humedad actual}}{100 - \text{humedad deseada } 15\%} \times \frac{\text{peso de la parcela} \times 10000 \text{ m}^2}{\text{área de la parcela}}$$

3.7 Análisis estadístico.

Los datos obtenidos para cada variable; porcentaje de vaneamiento, número de granos por espiga, peso de mil granos y rendimiento se sometieron a un análisis de varianza, posteriormente las variables que mostraron diferencias estadísticas se sometieron a la prueba de comparación de promedios de Tukey.

3.8 Análisis económico.

Se debe entender como costos de producción agrícola, aquellos que se incurren para el establecimiento de cultivos transitorios y para el sostenimiento de renglones permanentes.

Para el análisis económico se tuvo en cuenta los costos totales de producción (costos directos e indirectos), el valor de la producción, el ingreso neto y la rentabilidad por hectárea desde el establecimiento hasta la cosecha del cultivo para el mejor genotipo y dosis de boro, por poseer el mayor rendimiento de grano en la localidad donde se realizó el estudio.

Dentro de los costos directos se incluyeron: labores, mano de obra, insumos, cosecha, transporte; en los costos indirectos se determinó la administración, interés al capital invertido y el arrendamiento del terreno.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Porcentaje de vaneamiento

El análisis de varianza (Anexo 2) para el porcentaje de vaneamiento presentado por los 18 genotipos, fertilizados con diferentes niveles de boro, mostró diferencias altamente significativas para las dosis de boro, para genotipos, y para la interacción dosis de boro por genotipos de trigo.

Las diferencias estadísticas encontradas permiten confirmar respuestas diferentes de los genotipos frente a las dosis de boro aplicadas.

La comparación de promedios de Tukey para la interacción dosis de boro por genotipos permitió establecer que C2, IG y SQ96 fueron los que presentaron menor porcentaje de vaneamiento, con diferencias estadísticas significativas con respecto a los demás genotipos, cuando se aplicaron 0, 1 y 2 Kg/ha de boro (Anexo 6); sin embargo, cuando se aplicó 1.5 kg/ha de boro, el genotipo SQ96 no mostró diferencias con relación a los genotipos identificados como C3, L31, C5 y C6 (Anexo 6).

Resultados muy similares fueron encontrados por Rosero y Vallejo³⁹ con los materiales C2 e ICA Gualmatan los cuales presentaron el menor vaneamiento y porcentajes de llenado de espigas superior al 80%, en su investigación de la reacción al vaneamiento de líneas promisorias de trigo en corregimiento de mapachico Municipio de Pasto.

La respuesta al vaneamiento de los genotipos usados, mejoró con el aumento de los niveles de boro, indicando que bajos contenidos de este elemento pudieron influir en dicha respuesta. Para esta localidad se mostró una disponibilidad de boro de 0.13 ppm, que según la tabla de interpretación propuesta por AGROSAGI⁴⁰ (1994), se encuentra en un nivel bajo de disponibilidad para las plantas; esto es confirmado por

39 ROSERO, A. y VALLEJOS, O. 2006. Reacción al vaneamiento de líneas promisorias de trigo (*Triticum aestivum* L.) en tres regiones del Departamento de Nariño, Tesis Ing Agr., Facultad de Ciencias agrícolas, Pasto, Colombia 103 p.

40 AGROSAGI S.A. Op. cit., p. 6.

Wolfgang⁴¹, quien afirma que el vaneamiento del cultivo de trigo, pueden ser debido a una deficiencia considerable de boro en el suelo.

Estudios realizados por García.⁴² mostraron que la aplicación de boro a los 20, 40 y 60 días después de la siembra, a razón de 1.5 kg/ha produjo un alto porcentaje de vaneamiento mientras que con la aplicación de 2.25 kg/ha, aplicado al suelo, rindió mas del doble, corroborándose que la deficiencia de boro afecta a la planta desde el desarrollo temprano. Se puede deducir que el boro influyó significativamente en todos los aspectos metabólicos de los genotipos y por ello los mejores resultado en el menor vaneamiento de granos de trigo.

Con las dosis de 0 Kg/ha y 1 Kg/ha de boro (Anexo 6), los genotipos más afectados por problemas de vaneamiento fueron L29 (61.6%, 41.9%), L24 (62.8%, 42.3%), SQ4 (63.5%, 41.0%), L21 (63.7%, 43.3%), sin diferencias estadísticas entre ellas; cuando se aplicaron 1.5 Kg/ha de boro (Anexo 6), los genotipos SQ4 (28.9%), L29 (28.9%) presentaron menores porcentajes de vaneamiento que L24 (33.8%) con diferencias estadísticas altamente significativas. L21 (31.9%) fue estadísticamente similar a SQ4, L29 y L24 en cuanto al porcentaje de vaneamiento se refiere.

La aplicación de 2 Kg/ha de boro (Anexo 6) mostró a los genotipos L29 (24.3%), L24 (24.2%), L21 (23.0%) y L18 (21.6%) como los mas afectados por el vaneamiento; se mejoró el comportamiento de SQ4 (20.4%) que presentó diferencias estadísticas significativas con respecto a L29 y L24, lo cual puede significar que SQ4 es un genotipo con altos requerimientos de boro, cuando se compara con los demás genotipos.

Por los resultados obtenidos se puede afirmar que los genotipos L18, L21, L24, L29, pueden ser más sensibles a otros factores ambientales que los demás genotipos, o que tienen mayores requerimientos de este elemento, por cuanto aun con la aplicación de la dosis más alta de boro se observaron porcentajes de vaneamiento por encima del 21%.

41 WOLFGANG, Pfeiffer. Centro internacional de mejoramiento de maíz y trigo, CIMMYT. [México D.F.] 2004. [citado feb, 2006] Disponible en Internet : <URL w.pfeiffer@cgiar.org>

42 GARCIA, Bernardo. Op. Cit.

Es importante recalcar que con el aumento en las dosis de boro, se disminuyeron los promedios de vaneamiento de todos los genotipos confirmando que los suelos con bajos contenidos de boro influyeron en la disminución del potencial productivo del cultivo de trigo.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Rosero y Vallejo⁴³ al estudiar la reacción al vaneamiento de líneas de trigo en tres regiones del departamento de Nariño. Estos autores determinaron que los municipios de Pasto e Imues, con bajos contenidos de boro en sus suelos, presentaron una incidencia de vaneamiento entre 46,4 % y 46,05%.

Igualmente, Sañudo⁴⁴ sugirió que el vaneamiento se puede deber a problemas de fertilidad de los suelos, especialmente en ladera, mal drenaje en terrenos planos y a vientos fríos con lloviznas en épocas de fecundación de las espigas. Las espigas se tornan delgadas, de color verde pálido, sin ningún grano o con escasas semillas en algunas glumás y presentando secamiento prematuro.

Por otro lado Pantoja y García mencionaron que: “el vaneamiento del trigo y la cebada en el departamento de Nariño es muy frecuente en suelos erosionados que los agricultores denominan “suelos flacos”; en estos suelos acostumbran a sembrar trigo de la variedad “Tota” que presenta resistencia al vaneamiento, pero su rusticidad implica sacrificio en los rendimientos”⁴⁵.

4.2 Número de granos por espiga

El análisis de varianza (Anexo 3) para el número de granos por espiga mostró que existen diferencias altamente significativas entre genotipos de trigo y entre dosis de boro, más no para la interacción de genotipos por dosis de boro. Esto indica que la respuesta de los genotipos a los niveles de boro fue similar en cuanto al número de granos por espiga.

43 Op. cit

44 SAÑUDO SOTELO, Benjamín. Manejo técnico del cultivo de trigo en Nariño. CORPOTRIGO. Universidad de Nariño, San Juan de Pasto: Produmedios, 1997. 67 p.

45 PANTOJA, Carlos y GARCIA, Bernardo. Fertilización del cultivo de trigo en el departamento de Nariño. Fertilización de cultivos en clima frío. Bogotá, Colombia: Guerrero, MONOMEROS. 1998. p.173-174.

Los resultados altamente significativos obtenidos para los efectos simples y no significativos para su interacción mostraron que el número de granos en cada uno de los genotipos se debe más a características intrínsecas, o a su dotación genética, la cual se expresa mejor, cuando existen niveles de disponibilidad de nutrientes y condiciones edafoclimáticas adecuadas para el buen desempeño del potencial productivo del cultivo. A este respecto, Arcos y Revelo⁴⁶; indican que el número de granos por espiga es una característica varietal, pero puede ser influenciadas por las características del suelo, el clima y la época de siembra.

En la tabla 3 se muestra el promedio de número de granos por espiga, de los diferentes genotipos de trigo, donde no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre genotipos, pero se identificó a IG (21,0 granos por espiga), C2 (19,7 granos por espiga), SQ96 (19,6 granos por espiga), como los más promisorios

Tabla 3 Comparación de promedios por tukey para la variable número de granos por espiga de trigo de 18 genotipos de trigo (*Triticum aestivum*) en el Municipio de Pasto, corregimiento de Mapachico

LINEAS	GRANOS POR ESPIGA	
IG	21,08	A
C2	19,75	AB
SQ96	19,66	AB
L17	18,75	ABC
L1	17,8	ABCD
L4	17,33	ABCDE
C5	16,92	ABCDEF
T8	16,42	BCDEF
L20	16,17	BCDEF
SQ4	15,75	BCDEF
L31	15	CDEF
IL24	14,92	CDEF
C3	14,67	CDEF
L24	14,17	DEF
L21	13,75	DEF
C6	13,67	DEF
L18	13,33	EF
L29	12,83	F

Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales. Tukey (95%)

Comparador Tukey 4.4

Fuente Esta investigación

46 ARCOS, N, y REVELO, J.1988. Comportamiento de 10 materiales de trigo (*Triticum aestivum*) en el municipio de Arboleda, Departamento de Nariño. Tesis de grado Ing. Agr. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.Pasto, Colombia. 66 p.

para la expresión de esta variable, genotipos que se destacaron en un mejor comportamiento, con el mayor número de granos, relacionados con su respuesta a los menores porcentajes de vaneamiento, comparados con los genotipos L18 (13,3 granos por espiga) y L29 (12,8 granos por espiga) con los menores valores de granos por espiga, indicando que el número de granos por espiga es un carácter de dotación genética, también posiblemente que estos genotipos son sensibles a factores de clima adversos, o de baja fertilidad del suelo que no permiten un buen desempeño.

Corroboran lo anterior Castro y Sañudo⁴⁷ quienes afirman que, el número de granos por espiga es una característica genética de cada material, que se puede ver afectado por problemas de fertilidad en suelos de ladera, en donde la erosión es intensa.

Valencia⁴⁸ encontró además que al evaluar algunas variedades de trigo había influencia del ambiente y la fertilidad del suelo para la fertilidad de las espiguillas.

Similares resultados obtuvieron Paredes y Benavides⁴⁹, Rosero y Vallejo⁵⁰, con los genotipos C2 e ICA GUALMATAN con los mejores promedios de granos por espiga en la localidad de Pasto.

47 CASTRO, E. y SAÑUDO, B. Principales enfermedades que afectan al trigo. En: Curso de actualización en cereales menores para Ingenieros Agrónomos en Nariño. San Juan de Pato: FENALCE, 1986. p.30

48 VALENCIA, VALENCIA, M. 1988 Evaluación de algunos aspectos fitosanitarios y de rendimiento en cuatro variedades de trigo con tres procedencias de semilla en el departamento de Nariño, Tesis de grado Ing. Agr. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, Pasto, Colombia, 77 p.

49 BENAVIDES CARDONA, Carlos y PAREDES GUZMAN, Germán. Evaluación de líneas promisorias de Trigo (*Triticum aestivum*) en la zona cerealista de Nariño. San Juan de Pasto, 2004, p. 56. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agronómica.

50 Op. cit

Tabla 4 Comparación de promedios por tukey para la variable numero de granos por espiga de trigo (*Triticum aestivum*) con la aplicación de diferentes dosis de boro, en el Municipio de Pasto, corregimiento de Mapachico

DOSIS	GRANOS ESPIGA	
B2	26,26	A
B1,5	18,2	B
B1	13,77	B
B0	6,6	C

Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales. Tukey (95%)

Comparador Tukey 5.9

Fuente Esta investigación

En la tabla 4 se muestra la prueba de comparación de medias de Tukey, donde el mejor promedio fue de 26.26 granos por espiga con aplicaciones de 2 Kg/ha de boro con diferencias estadísticas con respecto a los demás tratamientos; las dosis de 1.5 y 1Kg/ha de boro con promedios de 18,2 y 13,7 granos por espiga respectivamente, fueron estadísticamente similares pero presentaron diferencias estadísticas cuando se compararon con el testigo (0 Kg/ha de boro), el cual mostró un promedio de 6,6 granos por espiga. Los resultados obtenidos en esta investigación, permiten afirmar que una mayor dosis de boro se traduce en un mayor número de granos por espiga en los genotipos de trigo (*Triticum aestivum*), ratificando que el boro influyó de manera positiva en una mejor expresión de la dotación genética de los genotipos y bajo las condiciones edafoclimaticas del corregimiento de Mapachico.

Estos resultados concuerdan con lo dicho por Rosero y Caicedo⁵¹, quienes afirman que, en regiones con niveles de nutrientes adecuados se encontraron espigas más grandes y con un mayor numero de granos por espiga.

4.3 Peso de 1000 granos

El análisis de varianza (Anexo 4) para el variable peso de 1000 granos mostró que existen diferencias altamente significativas entre genotipos de trigo, entre dosis de boro y para la interacción de genotipos por dosis de boro.

51 ROSERO CASTILLO, F y CAICEDO ZAMBRANO, M. Evaluación de genotipos de trigo por su eficiencia en la utilización de fósforo en tres suelos del departamento de Nariño. San Juan de Pasto, 1996, p. 21. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agronómica.

Estas diferencias mostraron que los genotipos estudiados presentaron respuestas diferentes en el peso del grano cuando se aplicaron diferentes dosis de boro.

La comparación de promedios de tukey para la interacción dosis de boro por genotipos, indicó que los genotipos IG (42,6 g), C2 (39,4 g), L1 (36,2 g) con el tratamiento 0 kg/ha de boro (Anexo 7), presentaron altos valores de peso en gramos con respecto a los demás genotipos, también mostró que los genotipos L31 (26,1 g), L29 (26 g) con los mas bajos promedios de peso de mil granos, con diferencias estadísticas significativas respecto a los demás genotipos estudiados.

Estos resultados mostraron que los genotipos con promedios altos, debido a su dotación genética presentaron tolerancia a deficiencias de boro en el suelo y se adaptaron mejor a las condiciones climáticas de la localidad de estudio, contrario a los genotipos que tuvieron promedios bajos.

Corroboraron los resultados obtenidos por Benavides y Paredes ⁵², quienes encontraron resultados similares con los genotipos C2 e ICA Gualmatan como los de más altos promedios de peso de granos en la localidad de Pasto.

Con las dosis de 1 y 1.5 kg/ha boro (Anexo 7), los genotipos IG (44,7, 45,8 g) y C2 (43,9, 47,5 g) presentaron los promedios mas altos de peso de granos sin diferencias estadísticas entre ellas, pero con diferencias estadísticas altamente significativas con respecto a los demás genotipos; mostró al resto de genotipos sin diferencias estadísticas significativas entre si, pero los mas bajos valores de peso de mil granos lo tuvieron los genotipos L21 (35,9 g) y C6 (35 g) respectivamente.

La aplicación de 2 Kg/ha de boro (Anexo 7), mostró que el comportamiento de los genotipos fue estadísticamente igual. Los genotipos C2 (47,6 g), IG (46,4 g), L4 (45,1 g), IL24 (44,5 g) fueron los mayores valores de peso de mil granos, y los genotipos L29 (40,9 g), SQ4 (40,9 g) con los mas bajos valores de peso de granos.

Como se observó con las dosis de 1, 1.5 y 2 Kg/ha boro, el aumento de los niveles de boro provoco un mayor peso de mil granos en los genotipos, indicando que a una

52 BENAVIDES CARDONA, Carlos y PAREDES GUZMAN, Germán. Op. cit.

mayor dosis de boro hay mejor expresión del potencial productivo, demostrando así que bajos niveles de fertilidad en el suelo afectan el llenado de granos de trigo.

Al respecto Power y Woods⁵³ manifiestan que el boro aumenta la capacidad de la raíz para absorber nitrógeno, fósforo, cloro y potasio incrementando el llenado de los granos.

4.4 Rendimiento

El análisis de varianza (Anexo 5) para la variable rendimiento indicó, diferencias altamente significativas entre genotipos de trigo, entre dosis de boro y para la interacción de genotipos por dosis de boro. Estas diferencias mostraron que los genotipos estudiados presentaron respuestas diferentes en el rendimiento cuando se aplicaron diferentes dosis de boro.

La comparación de promedios de tukey para la interacción dosis de boro por genotipos, permitió establecer que C2 e ICA GUALMATAN (Anexo 8), sobresalieron con los promedios más altos en el rendimiento en todos los niveles de boro aplicados, mostrando diferencias estadísticas significativas entre ellas y con los demás genotipos, es así que, con 0 Kg/ha de boro, C2 (636.6 Kg/ha), e IG (433 Kg/ha), con 1 Kg/ha de boro; C2 (877 kg/ha), e IG (655 kg/ha), con 1.5 Kg/ha de boro; C2 (1551,5 kg/ha), e IG (1350 kg/ha) y para la dosis 2 Kg/ha de boro; C2 (2440 kg/ha), e IG (1753 kg/ha), (Anexo 8),

Con los anteriores resultados se observó, que con el incremento de las dosis de boro, los genotipos presentaron una respuesta favorable en el aumento del rendimiento, debido posiblemente a que el boro influyó en la asimilación, transporte y metabolismo de nutrientes. Teniendo en cuenta la deficiencia de boro en la localidad de estudio, se puede afirmar que el rendimiento de trigo se vio afectado cuando se presentó un nivel bajo de disponibilidad de boro en el suelo.

53 POWER y WOODS (1997) citado por PAREDES, Fabio. Op. cit., p. 15 – 16.

Al respecto Mogilher afirma que: “cuando se suministra boro, los hidratos de carbono se acumulan en los órganos productores, en las semillas y en los órganos de reserva, de allí su incidencia en rendimiento y calidad de ciertos cultivos”⁵⁴.

Así mismo Bravo menciona que: “cuando hay deficiencia de boro, frecuentemente se secan las flores, frutos y las semillas al formarse, afectando significativamente la producción.”⁵⁵

los promedios mas bajos en rendimientos con la mayor aplicación de 2 Kg/ha de boro (Anexo 8) sin diferencias estadísticas entre si, fueron de los genotipos L4 (809,3 Kg/ha), SQ96 (762,2 Kg/ha) L20 (715,6 Kg/ha), C5 (710 Kg/ha), L21 (703,6 Kg/ha), C6 (703,3 Kg/ha), L29 (701,6 Kg/ha), L17 (699 Kg/ha), L18 (695 Kg/ha), L24 (687 Kg/ha), C3 (678.3 Kg/ha), L31 (649 Kg/ha), SQ4 (617 Kg/ha). Mostrando que son susceptibles y no se adaptaron a las condiciones edafoclimaticas de la localidad de estudio, reflejado en un desfavorable rendimiento. Esto es confirmado por lo expuesto por Castro⁵⁶ quien sustenta que el potencial de rendimiento de una variedad esta limitado por condiciones de suelo, humedad y temperatura, competencia de malezas, ataque de plagas y enfermedades.

Los diferentes resultados mostraron que los genotipos estudiados presentaron una mejor respuesta en el rendimiento cuando se aumentaron las dosis de boro, lo cual posiblemente se deba a que estos genotipos expresan mejor su potencial genético cuando el nivel de este elemento en el suelo es el adecuado, y a un mejor comportamiento y adaptación de los genotipos a las condiciones climáticas de la localidad donde se realizo el estudio.

54 MOGILHER (1960) citado por PAREDES, Fabio. Op. cit., p. 15 -16

55 BRAVO. 1957 citado por PAREDES, Fabio. Op. cit., p. 15 -16

56 CASTRO, Eduardo. 1985. Variedades de trigo cultivadas en Nariño, características y recomendaciones. En: Curso de actualización en cereales menores para ingenieros agrónomos en Nariño. Federación Nacional de Cultivadores de Cereales “FENALCE”. 120 p.

4.5 Análisis de correlación

Tabla 5 Análisis de correlación entre las variables; porcentaje de vaneamiento, número de granos por espiga, peso de mil granos, rendimiento (Kg/ha) y dosis de boro para 18 genotipos de trigo en el Municipio de Pasto, corregimiento de Mapachico.

	D. BORO	VAN	GPE	PMG	REN
D. BORO	100000 0.0	-0.99696 0.0001	0.95873 0.0001	0.97291 0.0001	0.95705 0.0001
VAN	-0.99696 0.0001	100000 0.0	-0.94429 0.0001	-0.96005 0.0001	-0.94318 0.0001
GPE	0.95873 0.0001	-0.94429 0.0001	100000 0.0	0.95077 0.0001	0.97368 0.0001
PMG	0.97291 0.0001	-0.96005 0.0001	0.95077 0.0001	100000 0.0	0.92053 0.0001
REN	0.95705 0.0001	-0.94318 0.0001	0.97368 0.0001	0.92053 0.0001	100000 0.0

El análisis de correlación (Tabla 5) confirmó, que las aplicaciones de boro frente a las variables evaluadas en los 18 genotipos fueron altas y significativamente relacionadas.

El boro, estuvo fuertemente asociado con todas las variables, número de granos por espiga $r=0.95$, peso de mil granos $r=0.97$, rendimiento $r=0.95$ y con una mayor preponderancia en el porcentaje de vaneamiento con $r = - 0.99$. Por ello es un factor determinante que incidió directa y positivamente en la respuesta de cada variable, lo cual se reflejó en el rendimiento del cultivo de trigo, bajo las condiciones edafoclimáticas que se presentaron durante el periodo de la investigación.

Los resultados mostraron a la variable vaneamiento con relación negativa con las variables número de granos por espiga $r= -0.94$, peso de mil granos $r= -0.96$, rendimiento $r= -0.94$ y además la relación positiva y fuertemente asociada entre las variables granos por espiga vs peso de los granos (0.95) y el rendimiento (0.97).

Estos resultados son similares a los descritos por Fonseca y Patterson (1968) y Parodi et al (1970) y citados por Barriga⁵⁷ quienes encontraron correlaciones positivas entre el rendimiento y numero de espigas, granos por espiga y peso de los granos.

4.6 Análisis económico

En la tablas 6 se presenta el analisis económico, en el cual se consigna la información de los costos totales de producción, rendimiento, valor de la producción, ingreso neto y rentabilidad de trigo, para las 4 dosis de boro aplicadas en el genotipo C2, en la localidad de Pasto.

Tabla 6 Análisis económico para trigo (*Triticum aestivum*) en el municipio de Pasto con adiciones de boro para el genotipo C2.

DETALLE	Boro en Kg/Ha			
	0	1	1.5	2
Costo Total	930.741	984.437	1.057.237	1.146.612
Rendimiento obtenido en kg/Ha	636,67	877,33	1551,67	2436,67
Valor de la producción \$560/Kg	356.535	491.305	868.935	1.364.535
Ingreso Neto \$/Ha	-574.206	-493.132	-188.302	217.923
Rentabilidad %	-61,69	-50,09	-17,81	19,01

Fuente: Esta Investigación

En el análisis económico, los costos totales de producción por hectárea con las aplicaciones de boro oscilaron entre \$995.189 y \$1.162.293 para el genotipo C2, siendo la aplicación de boro 2 Kg/ha la que presentó los mayores costos, pero en la cual se obtuvo el mayor rendimiento 2436 Kg/ha.

En el renglón de ingreso neto, no se registraron ingresos con las aplicaciones 1 y 1.5 Kg/ha de boro, pero con la aplicación de 2 Kg/ha de boro el ingreso neto fue de \$217.923. indicando que aplicaciones menores de 2 Kg/ha de boro en este genotipo presentan perdidas para el productor en suelos con problemas de vaneamiento, esta situación es frecuente en el caso de pequeños productores los cuales han abandonado los suelos para la producción triguera.

57 BARRIGA, P. 2003. Análisis de causa y efecto para rendimiento y componentes del rendimiento en trigo de primavera, Facultad de ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile, Campus Isla Teja, Valdivia Chile.

V. CONCLUSIONES

- los genotipos difirieron en su comportamiento frente al vaneamiento, siendo el genotipo C2 (21.9 %) con el menor promedio de vaneamiento, el que mostró la mejor respuesta de tolerancia respecto a esta variable asociada a problemas de fertilidad del suelo.
- Las tres dosis de boro influyeron positivamente en la respuesta de los genotipos de trigo frente al vaneamiento, siendo la aplicación de 2 Kg/ha de boro en el genotipo C2 la que presentó los menores promedios en porcentajes de vaneamiento (6,5 %) lo cual es reflejado en rendimientos significativos de 2440 Kg/ha para este genotipo.
- Desde el punto de vista económico y técnico, el genotipo C2 y la aplicación de 2 Kg/ha de boro, se presentaron como los tratamientos más efectivos para ser utilizados en suelos de baja fertilidad abandonados a la actividad triguera, con un ingreso neto de \$217.923 y una rentabilidad de 19%.

VI. RECOMENDACIONES

- 1.** Evaluar el genotipo C2 bajo diferentes ambientes en suelos de baja fertilidad donde se registren deficiencias de boro y problemas de vaneamiento.
- 2.** Realizar ensayos con los materiales evaluados en diferentes semestres agrícolas de siembra, para determinar posibles diferencias con respecto a épocas.

VII BIBLIOGRAFIA

- ARAGON, V y MONTANO, A. Respuesta de la coliflor (*Brassica oleracea*, var. *Botritis*) a la aplicación de boro y molibdeno en dos suelos volcánicos del altiplano de Pasto. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia, 1970. p. 42
- ARCOS, N y REVELO, J. Comportamiento de 10 materiales de trigo (*triticum aestivum*) en el municipio de Arboleda, Departamento de Nariño. Pasto – Colombia, 1998. 66p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, Programa de Ingeniería Agronómica.
- AGROSAGI S.A. Tablas de fertilidad para interpretación de análisis de suelos. En: Revista Agrosagi. Vol. XII-No. 6 (1994); 10p.
- BARRENA, Luís. Fertilización de cultivos de clima frío. Bogotá, Colombia. MONOMEROS. 1998. p 119.
- BARRIGA, P. 2003. Análisis de causa y efecto para rendimiento y componentes del rendimiento en trigo de primavera, Facultad de ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile, Campus Isla Teja, Valdivia Chile.
- BENAVIDES CARDONA, Carlos y PAREDES GUZMAN, Germán. Evaluación de líneas promisorias de Trigo (*Triticum aestivum*) en la zona cerealista de Nariño. San Juan de Pasto, 2004, p. 56. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agronómica.
- BOLAÑOS, A. Importancia del trigo en Nariño y el aporte institucional en su desarrollo. Compilación, Pasto, Colombia: CORPOICA, p.32. 2004
- BORNEMISZA, Elemer. La fertilidad de los suelos y su manejo: Funciones de los nutrimentos en las plantas. San José, Costa Rica. ACCS. 1998. p. 29 – 30.
- BORNEMISZA, Elemer. La fertilidad de los suelos y su manejo: La planta en la nutrición vegetal. San José, Costa Rica. ACCS. 1998. p. 10.
- BRAVO.1957 citado por PAREDES, Fabio. Op. cit., p. 15 -16
- BROWN Y HENING, (1998) citado por PAREDES, Fabio. Op. cit., p. 15 -16
- CAMPUZANO, L. análisis del crecimiento del grano de sorgo. Montecillo, México, Colegio de Postgrados. 1992. 30p.
- CASTRO, E. y SAÑUDO, B. Principales enfermedades que afectan al trigo. En: Curso de actualización en cereales menores para Ingenieros Agrónomos en Nariño. San Juan de Pato: FENALCE, 1986. p.30
- CASTRO, Eduardo. 1985. Variedades de trigo cultivadas en Nariño, características y recomendaciones. En: Curso de actualización en cereales menores para

- ingenieros agrónomos en Nariño. Federación Nacional de Cultivadores de Cereales "FENALCE". 120 p.
- CAKMAK y ROMHELD, (1998) citado por PAREDES, Fabio. Ensayo de eficiencia del fertilizante foliar cultiboro en un cultivo de papa var. Parda pastusa en dos zonas del departamento de Nariño. Cultiboro. San Juan de Pasto, Colombia, GERCOL AGROQUIMICOS, 2003. p 15 – 16.
- CAKMAK y ROMHELD, (1998) citado por PAREDES, Fabio. Op. cit., p15 – 16
- CLAVIJO, Jairo. Fertilidad de suelos, diagnostico y control : Metabolismo de los nutrientes en las plantas. Bogotá, Colombia. SCCS. 1994. p26 – 27.
- FAO, 2006. Disponible en Internet. www.infoagro.com/harbaceos/cereales/trigo2.asp. consultado el 23 marzo de 2006.
- FEDERACION NACIONAL DE CULTIVADORES DE CEREALES Y LEGUMINOSAS. FENALCE. Indicadores Cerealistas. Departamento económico. Marzo de 2006. Centro virtual. [en línea] Colombia [citado mar., 2006]. Disponible en Internet : <URL : www.fenalce.org.co>
- GARCÉS BENAVIDES, Helena y ARCOS RAMOS, Carmen. Respuesta agronómica de algunas variedades criollas y mejoradas de trigo (*Triticum aestivum* L.) en condiciones de baja fertilidad del suelo. San Juan de Pasto, 1988, 70 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agronómica.
- GARCIA, Bernardo (1988) citado por PANTOJA, Carlos. Fertilización y manejo de suelos en el cultivo de trigo en el departamento de Nariño. En: Curso de actualización técnica para la modernización del cultivo del trigo en el departamento de Nariño. CORPOTRIGO. Pasto, Colombia.1994. p.85.
- GARCIA, R.B. 1989. Cambios de algunas características de los suelos de la zona andina de Nariño a través del periodo 1964-1988. Informe anual de actividades 1989, sección suelos. C.I. Obonuco. ICA. Pasto. p 8-11 (mecanografiado)
- GLIESSMAN, S,R, 2002. AGROECOLOGIA, Procesos ecológicos en agricultura sostenible, CATIE, Turrialba. 359 p
- JOINER, J. B. jr. 1985. Soil testing and plant análisis: Guides to the fertilization of horticultural crops. In Horticultural Reviews Vol 7. Avi Publishing company, Westport, Connecticut. 317-403 p
- LORA, Rodrigo. Fertilidad de suelos, diagnostico y control. Sociedad Colombiana de la Ciencia de los Suelos. Bogota, Colombia. p. 45.
- MEZA CASTILLO, HERNAN E. Evaluación de la producción de cuatro genotipos de trigo (*Triticum aestivum* L.) en tres épocas de siembra y en tres localidades del departamento de Nariño. Pasto – Colombia, 1998. 79p. Trabajo de grado (Ingeniero Agronomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, Programa de Ingeniería Agronómica.8p.
- MOGILHER .1960 citado por PAREDES, Fabio. Op. cit., p. 15 -16

- NARVAEZ, Alejandro y GUANCHA, Ricardo. Evaluación de materiales promisorios de trigo semienano en cuatro municipios de Nariño . Pasto – Colombia, 2001. 65p. Trabajo de grado (Ingeniero Agronomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, Programa de Ingeniería Agronómica.
- PANTOJA, Carlos y GARCIA, Bernardo. Fertilización del cultivo de trigo en el departamento de Nariño. En: Fertilización de cultivos en clima frío. Bogotá, Colombia : Guerrero, MONOMEROS. 1998. p.173-174.
- PANTOJA, Carlos. Fertilización y manejo de suelos en el cultivo de trigo en el departamento de Nariño. En: Curso de actualización técnica para la modernización del cultivo del trigo en el departamento de Nariño. CORPOTRIGO. Pasto, Colombia.1994. p.85.
- PAREDES, Fabio. Ensayo de eficiencia del fertilizante foliar cultiboro en un cultivo de papa var. Parda pastusa en dos zonas del departamento de Nariño. Cultiboro. San Juan de Pasto, Colombia, GERCOL AGROQUIMICOS, 2003. p 15 – 16.
- POWER y WOODS (1997) citado por PAREDES, Fabio. Op. cit., p. 15 – 16.
- RAVEN (1980) citado por PAREDES, Fabio. Op. cit., p. 15 -16
- RAVEN (1980) citado por BARRENA, Luís. Fertilización de cultivos de clima frío. Bogotá, Colombia. MONOMEROS. 1998. p 119.
- ROSETO CASTILLO, F y CAICEDO ZAMBRANO, M. Evaluación de genotipos de trigo por su eficiencia en la utilización de fósforo en tres suelos del departamento de Nariño. San Juan de Pasto, 1996, p. 21. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agronómica.
- ROSETO, A. y VALLEJOS, O. 2006. Reacción al vaneamiento de líneas promisorias de trigo (*Triticum aestivum* L.) en tres regiones del Departamento de Nariño, Tesis Ing Agr., Facultad de Ciencias agrícolas, Pasto, Colombia 103 p.
- SANCHEZ Y SALINAS, 1983. Suelos ácidos- estrageias para su manejo con bajos insumos en América Tropical. Univ. Carolina Norte. CIAT. Sociedad Colombiana ciencia suelo. Bogota
- SAÑUDO SOTELO, Benjamín. Manejo técnico del cultivo de trigo en Nariño. CORPOTRIGO. Universidad de Nariño, San Juan de Pasto: Produmedios, 1997. 67p.
- SNOWBALL, K. y ROBSON, A. D. Carencia y toxicidades nutricionales que afectan al trigo: una guía para su identificación en campo. México : CIMMYT. 1991. p. 76.
- URBANO, BM. 1989. Evaluación agroeconomica de la fertilización en trigo en diferentes zonas agroecológicas de Nariño, Bogota, 154 p. Tesis (Magíster scientiae) Universidad Nacional de Colombia, ICA, PEG.
- VALENCIA, VALENCIA, M. 1988 Evaluación de algunos aspectos fitosanitarios y de rendimiento en cuatro variedades de trigo con tres procedencias de semilla en el

departamento de Nariño, Tesis de grado Ing. Agr. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, Pasto, Colombia, 77 p.

VENTIMIGLIA, A. Trigos micronutrientes. [Citado el 19 de Enero 2006] Disponible en Internet:<URL:http://www.fertilizar.org.ar/articulos/micronutrientes%20_%20boro%20la%20agricultores.htm>

YAMADA (2000) citado por PAREDES, Fabio. Op. cit., p. 15 -16

YAMADA (2000), citado por SOSA, Daniel. Disponible en http://www.fertiberia.es/servicios_on_line/cursos/micronutrientes [Consultado el 12 de febrero del 2006]

WOLFGANG, Pfeiffer. Centro internacional de mejoramiento de maíz y trigo, CIMMYT. [México D.F.] 2004. [citado feb, 2006] Disponible en Internet : <URL w.pfeiffer@cgiar.org>

Disponible en Internet: <URL:<http://www.agropecstar.com/portal/doctos/agronomia7>> [Consultado el 13 de febrero del 2006]

Disponible en Internet : <URL:<http://www.fertiberia.es>> Op. Cit.

ANEXOS

ANEXO 1

Análisis físico químico del suelo experimental Municipio de Pasto, Corregimiento Mapachico.

Muestras		Unidad	Mapachico
pH, Potenciómetro Relación Suelo : Agua (1:1)			5.6
Materia Orgánica Walkley-Black(Colorimétrico)		%	5.8
Densidad Aparente		g/cc	0.9
Fósforo (P) Bray II		ppm	8.33
Capacidad de intercambio Cationico (CIC)	CH ₃ COOHNH ₄ INpH7	meq/100g	24
Calcio de Cambio			7
Magnesio de Cambio			1.7
Potasio de Cambio			0.91
Hierro	Extracción con DTPA	ppm	94
Manganeso			13
Cobre			3.72
Zinc			2.68
Boro ppm, Método de Agua Caliente			0.13
F=Franco- Ar=Arcilloso-A=Arenoso	Grado Textural		Ar-A
Nitrógeno Total %			0.26
Carbono Orgánico %			3.37

Fuente: Esta Investigación

ANEXO 2

Análisis de varianza para la variable vaneamiento de granos de 18 genotipos de trigo (*Triticum aestivum*) en el Municipio de Pasto, corregimiento de Mapachico.

F.V.	GL	SC	CM	F	Pr > F
BLOQUES	2	32,5	16,2	1,96	0,22
DOSIS DE BORO	3	28489,9	9496,6	1145,9	0,0001**
ERROR a	6	49,7	8,28	1,62	0,14
GENOTIPOS	17	11945,2	702,66	137,7	0,0001**
D. DE BORO X GENOTIPOS	51	2579,81	50,58	9,92	0,0001**
ERROR b	136	693,7	5,1		
TOTAL	215	43790,9			
		R2	CV		
		0,98	7,31		

** diferencias altamente significativas * diferencias significativas ns no significativas

Fuente: Esta investigación

ANEXO 3

Análisis de varianza para la variable número de granos por espiga de 18 genotipos de trigo (*Triticum aestivum*) en el Municipio de Pasto, corregimiento de Mapachico.

F.V	GL	SC	CM	F	Pr > F
BLOQUES	2	0,08	0,04	0	0,99
DOSIS DE BORO	3	10924,5	3641,52	46,01	0,0002**
ERROR a	6	474,91	79,15	8,27	0,0001
GENOTIPOS	17	1214,66	71,45	7,47	0,0001**
D. DE BORO X GENOTIPOS	51	667,44	13,08	1,37	0,07 Ns
ERROR b	136	1301,66	9,57		
TOTAL	215	14583,3			
		R2	CV		
		0,91	19,07		

** diferencias altamente significativas * diferencias significativas ns no significativas

Fuente: Esta investigación

ANEXO 4

Análisis de varianza para la variable peso de mil granos de 18 genotipos de trigo (*Triticum aestivum*) en el Municipio de Pasto, corregimiento de Mapachico.

F.V.	GL	SC	CM	F	Pr > F
BLOQUES	2	45,9	22,95	2,45	0,16
DOSIS DE BORO	3	3065,04	1021,68	108,98	0,0001**
ERROR a	6	56,25	9,37	2,19	0,0478
GENOTIPOS	17	1321,3	77,72	18,14	0,0001**
D. DE BORO X GENOTIPOS	51	426,18	8,35	1,95	0,0012**
ERROR b	136	582,79	4,28		
TOTAL	215	5497,47			
		R2	CV		
		0,89	5,39		

** diferencias altamente significativas * diferencias significativas ns no significativas

Fuente: Esta investigación

ANEXO 5

Análisis de varianza para la variable rendimiento de 18 genotipos de trigo (*Triticum aestivum*) en el Municipio de Pasto, corregimiento de Mapachico.

F.V	GL	SC	CM	F	Pr > F
BLOQUES	2	10.950,11	5.475,05	1,14	0,38
DOSIS DE BORO	3	15.924.990,01	5.308.330,00	1.101,46	0,0001**
ERROR a	6	28.916,11	4.819,35	0,87	0,51
GENOTIPOS	17	13.192.039,54	776.002,32	139,89	0,0001**
D. DE BORO X GENOTIPOS	51	4.938.655,06	96.836,37	17,46	0,0001*
ERROR b	136	754.447,11	5.547,40		
TOTAL	215	34.849.997,75			
		R2	CV		
		0,97	13,68		

** diferencias altamente significativas * diferencias significativas ns no significativas

Fuente: Esta investigación

ANEXO 6

Comparación de promedios por Tukey para la interacción en la variable porcentaje de vaneamiento de 18 genotipos de trigo (*Triticum aestivum*) vs. dosis de boro, en el Municipio de Pasto, corregimiento Mapachico.

BORO 0		
LINEAS	MEDIAS	TUKEY
C2	21,9	A
IG	24,8	AB
SQ96	28,4	B
L17	44,6	C
L1	46,2	CD
L4	46,3	CD
L18	46,9	CD
L20	46,9	CD
C6	47,9	CD
C5	49,1	DE
L31	51,8	EF
IL24	54,8	FG
T8	56,0	G
C3	56,7	G
L29	61,6	H
L24	62,8	H
SQ4	63,5	H
L21	63,7	H

BORO 1		
LINEAS	MEDIAS	TUKEY
C2	13,6	A
IG	16,7	AB
SQ96	20,2	B
C5	32,4	C
L31	32,8	C
L4	33,0	C
C6	33,2	C
L1	33,4	C
IL24	33,4	C
T8	33,8	C
C3	34,4	C
L18	34,8	C
L20	35,0	C
L17	35,7	C
SQ4	41,0	D
L29	41,9	D
L24	42,3	D
L21	43,3	D

BORO 1.5		
LINEAS	MEDIAS	TUKEY
C2	10,5	A
IG	14,5	B
SQ96	18,1	BC
C3	19,9	C
L31	20,2	CD
C5	20,5	CD
C6	23,8	CDE
L1	24,1	DE
L4	24,1	DE
L20	25,1	EF
L18	25,8	EFG
IL24	27,2	EFG
L17	27,3	EFG
T8	27,7	FG
SQ4	28,9	GH
L29	28,9	GH
L21	31,9	HI
L24	33,8	I

BORO 2		
LINEAS	MEDIAS	TUKEY
C2	6,5	A
IG	9,4	AB
SQ96	12,4	B
L1	16,3	C
C3	16,8	C
C5	17,1	CD
L31	18,3	CDE
C6	18,4	CDE
L17	18,7	CDE
L20	18,9	CDE
IL24	19,0	CDE
L4	19,0	CDE
SQ4	20,4	DE
T8	20,5	DE
L18	21,6	EF
L21	23,0	EF
L24	24,2	F
L29	24,3	F

Comparador Tukey 4.45

ANEXO 7

Comparación de promedios por Tukey para la interacción en la variable peso de mil granos de 18 genotipos de trigo (*Triticum aestivum*) vs. dosis de boro, en el Municipio de Pasto, corregimiento Mapachico.

BORO 0		
LINEAS	MEDIAS	TUKEY
IG	42,6	A
C2	39,4	AB
L1	36,2	BC
L4	34,8	CD
L17	34,2	CDE
T8	34,0	CDE
L21	32,2	DEF
IL24	31,7	DEF
C3	31,6	DEF
C6	31,6	DEF
SQ4	31,3	EF
L18	31,1	EF
L24	30,5	F
L20	30,4	F
SQ96	30,1	F
C5	30,0	F
L31	26,1	G
L29	26,0	G

BORO 1		
LINEAS	MEDIAS	TUKEY
IG	44,7	A
C2	43,9	A
L24	39,5	B
L20	39,2	BC
SQ4	38,9	BC
L4	38,2	BC
L1	38,1	BC
L31	38,0	BC
C6	37,8	BC
IL24	37,8	BC
T8	37,7	BC
C3	37,7	BC
C5	37,6	BC
L29	37,5	BC
SQ96	37,3	BC
L17	37,2	BC
L18	36,4	BC
L21	35,9	C

BORO 1.5		
LINEAS	MEDIAS	TUKEY
C2	47,5	A
IG	45,8	A
L24	41,2	B
L1	40,3	BC
L4	40,2	BCD
L21	39,7	BCD
IL24	39,7	BCD
L17	39,4	BCD
SQ4	38,9	BCD
T8	38,7	BCD
C5	38,7	BCD
L29	38,5	BCD
L20	38,0	BCDE
C3	37,9	BCDE
L18	37,4	CDE
L31	37,3	CDE
SQ96	36,9	DE
C6	35,0	E

BORO 2		
LINEAS	MEDIAS	TUKEY
C2	47,6	A
IG	46,4	AB
L4	45,1	ABC
IL24	44,5	ABCD
L31	43,3	BCDE
T8	43,1	BCDE
L24	43,0	CDE
L17	43,0	CDE
L21	42,3	CDE
L20	42,1	CDE
SQ96	41,9	CDE
L18	41,6	DE
L1	41,6	DE
C6	41,4	DE
C5	41,4	DE
C3	41,2	DE
L29	40,9	E
SQ4	40,9	E

Comparador Tukey 4.07

ANEXO 8

Comparación de promedios por Tukey para la interacción en la variable rendimiento de 18 genotipos de trigo (*Triticum aestivum*) vs. dosis de boro, en el Municipio de Pasto, corregimiento Mapachico.

BORO 0		
LINEAS	MEDIAS	TUKEY
C2	636,67	A
IG	433,00	B
L21	208,33	C
L4	198,67	C
IL24	196,00	C
L20	190,67	C
L31	186,67	C
L29	174,33	C
L24	174,33	C
C3	166,67	C
T8	161,67	C
C5	160,33	C
L1	153,67	C
SQ4	153,33	C
L18	146,33	C
SQ96	145,33	C
C6	135,67	C
L17	135,33	C

BORO 10		
LINEAS	MEDIAS	TUKEY
C2	877,0	A
IG	655,0	B
C3	446,0	C
L21	395,3	CD
C6	391,0	CD
C5	383,6	CD
L29	381,6	CD
L31	376,3	CD
L24	375,6	CD
SQ4	374,0	CD
L18	366,0	CD
SQ96	360,0	CD
T8	358,3	CD
L4	350,6	CD
L20	341,6	CD
IL24	340,6	CD
L1	332,6	CD
L17	321,0	D

BORO 15		
LINEAS	MEDIAS	TUKEY
C2	1551,6	A
IG	1350,0	B
L1	679,3	C
T8	678,0	C
SQ96	639,3	CD
L4	538,3	DE
C5	523,6	DE
L20	520,0	DE
L18	496,0	E
C6	485,6	E
C3	481,6	E
L24	479,0	E
L21	464,3	E
L29	459,0	E
SQ4	451,0	E
L31	448,0	E
IL24	444,0	E
L17	438,3	E

BORO 20		
LINEAS	MEDIAS	TUKEY
C2	2440,0	A
IG	1753,0	B
SQ96	1350,0	C
T8	1238,3	C
L1	1098,3	D
L4	809,3	E
IL24	762,6	EF
L20	715,6	EFG
C5	710,0	EFG
L21	703,6	EFG
C6	703,3	EFG
L29	701,6	EFG
L17	699,0	EFG
L18	695,0	EFG
L24	687,0	FG
C3	678,3	FG
L31	649,0	FG
SQ4	617,0	G

Comparador Tukey 146.63

ANEXO 9

Costos de producción por Ha de trigo sin aplicación de boro en el Municipio de Pasto,
Nariño 2005: A, para el genotipo C2

ACTIVIDAD	PRODUCTO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
I. COSTOS DIRECTOS					
1 LABORES					
1.1 Preparación suelo					
1.2 Arada	Tractor	Hora	2	19.000	38.000
1.3 Rastrillada	Tractor	Hora	2	19.000	38.000
1.4 Siembra		Jornal	3	9.000	27.000
Subtotal					103.000
2 MANO DE OBRA					
2.1 Aplicación abono		Jornal	3	9.000	27.000
2.2 Fumigación		Jornal	3	9.000	27.000
2.3 Cosecha y Transporte		Jornal	10	9.000	90.000
Subtotal					144.000
3 INSUMOS					
3.1 Semilla		Kg	120	600	72.000
3.2 Fosfato diamonico D.A.P		Kg	100	990	99.000
3.3 Cloruro de potasio KCl		Kg	40	770	30.800
3.4 Urea		Kg	150	920	138.000
3.5 Herbicida	ALLY	gr.	15	1.466	21.990
Subtotal					361.790
4 COSECHA					
4.1 Empaque	Fique	Costal	9	1.600	14.552
4.2 Alquiler maquina	Trilladora	Bulto	9	2.200	20.010
Subtotal					34.562
5 TRANSPORTE					
	Trigo	Bulto	9	1.000	9.000
Subtotal					9.000
TOTAL COSTOS DIRECTOS					652.447
II COSTOS INDIRECTOS					
1 Administración 5%					32.622
2 Interés 7 % (7 meses)					45.671
3 Arrendamiento terreno					200.000
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					278.294
TOTAL COSTOS POR Ha					930.741
Valor de la producción (\$560/Kg)					356.535
Beneficio neto.					-574.206

Fuente: Esta investigación

ANEXO 10

Costos de producción por Ha de trigo con la aplicación de 1 Kg/ha de boro en el Municipio de Pasto, Nariño 2005: A. para el genotipo C2

ACTIVIDAD	PRODUCTO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
I. COSTOS DIRECTOS					
1 LABORES					
1.1 Preparación suelo					
1.2 Arada	Tractor	Hora	2	19.000	38.000
1.3 Rastrillada	Tractor	Hora	2	19.000	38.000
1.4 Siembra		Jornal	3	9.000	27.000
Subtotal					103.000
2 MANO DE OBRA					
2.1 Aplicación abono		Jornal	3	9.000	27.000
2.2 Fumigación		Jornal	3	9.000	27.000
2.3 Cosecha y Transporte		Jornal	10	9.000	90.000
Subtotal					144.000
3 INSUMOS					
3.1 Semilla		Kg	120	600	72.000
3.2 Fosfato diamonico D.A.P		Kg	100	990	99.000
3.3 Cloruro de potasio KCl		Kg	40	770	30.800
3.4 Urea		Kg	150	920	138.000
3.5 bórax 10%		Kg	10	3400	34.000
3.6 Herbicida	ALLY	Gr.	15	1.466	21.990
Subtotal					395790
4 COSECHA					
4.1 Empaque	Fique	Costal	12	1.600	19.200
4.2 Alquiler maquina	Trilladora	Bulto	12	2.200	26.400
Subtotal					45.600
5 TRANSPORTE					
	Trigo	Bulto	12	1.000	12.000
Subtotal					12.000
TOTAL COSTOS DIRECTOS					700.390
II COSTOS INDIRECTOS					
1 Administración 5%					35.020
2 Interés 7 % (7 meses)					49.027
3 Arrendamiento terreno					200.000
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					284.047
TOTAL COSTOS POR Ha.					984.437
Valor de la producción (\$560/Kg)					491.305
Beneficio neto.					-493.132

Fuente: Esta investigación

ANEXO 11

Costos de producción por Ha de trigo con la aplicación de 1.5 Kg/ha de boro en el Municipio de Pasto, Nariño 2005: A. para el genotipo C2

ACTIVIDAD	PRODUCTO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
I. COSTOS DIRECTOS					
1 LABORES					
1.1 Preparación suelo					
1.2 Arada	Tractor	Hora	2	19.000	38.000
1.3 Rastrillada	Tractor	Hora	2	19.000	38.000
1.4 Siembra		Jornal	3	9.000	27.000
Subtotal					103.000
2 MANO DE OBRA					
2.1 Aplicación abono		Jornal	3	9.000	27.000
2.2 Fumigación		Jornal	3	9.000	27.000
2.3 Cosecha y Transporte		Jornal	10	9.000	90.000
Subtotal					144.000
3 INSUMOS					
3.1 Semilla		Kg	120	600	72.000
3.2 Fosfato diamonico D.A.P		Kg	100	990	99.000
3.3 Cloruro de potasio KCl		Kg	40	770	30.800
3.4 Urea		Kg	150	920	138.000
3.5 bórax 10%		Kg	15	3400	51.000
3.6 Herbicida	ALLY	Gr.	15	1.466	21.990
Subtotal					412.790
4 COSECHA					
4.1 Empaque	Fique	Costal	22	1.600	35.200
4.2 Alquiler maquina	Trilladora	Bulto	22	2.200	48.400
Subtotal					83.600
5 TRANSPORTE					
	Trigo	Bulto	22	1.000	22.000
Subtotal					22.000
TOTAL COSTOS DIRECTOS					765.390
II COSTOS INDIRECTOS					
1 Administración 5%					38.270
2 Interés 7 % (7 meses)					53.577
3 Arrendamiento terreno					200.000
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					291.847
TOTAL COSTOS POR Ha.					1.057.237
Valor de la producción (\$560/Kg)					868.935
Beneficio neto.					- 188.302

Fuente: Esta investigación

ANEXO 12

Costos de producción por Ha de trigo con la aplicación de 2 Kg/ha de boro en el Municipio de Pasto, Nariño 2005: A. para el genotipo C2

ACTIVIDAD	PRODUCTO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
I. COSTOS DIRECTOS					
1 LABORES					
1.1 Preparación suelo					
1.2 Arada	Tractor	Hora	2	19.000	38.000
1.3 Rastrillada	Tractor	Hora	2	19.000	38.000
1.4 Siembra		Jornal	3	9.000	27.000
Subtotal					103.000
2 MANO DE OBRA					
2.1 Aplicación abono		Jornal	3	9.000	27.000
2.2 Fumigación		Jornal	3	9.000	27.000
2.3 Cosecha y Transporte		Jornal	10	9.000	90.000
Subtotal					144.000
3 INSUMOS					
3.1 Semilla		Kg	120	600	72.000
3.2 Fosfato diamonico D.A.P		Kg	100	990	99.000
3.3 Cloruro de potasio KCl		Kg	40	770	30.800
3.4 Urea		Kg	150	920	138.000
3.5 bórax 10%		Kg	20	3400	68.000
3.6 Herbicida	ALLY	Gr.	15	1.466	21.990
Subtotal					429.790
4 COSECHA					
4.1 Empaque	Fique	Costal	35	1.600	56.000
4.2 Alquiler maquina	Trilladora	Bulto	35	2.200	77.000
Subtotal					133.400
5 TRANSPORTE	Trigo	Bulto	35	1.000	35.000
Subtotal					35.000
TOTAL COSTOS DIRECTOS					845.190
II COSTOS INDIRECTOS					
1 Administración 5%					42.259
2 Interés 7 % (7 meses)					59.163
3 Arrendamiento terreno					200.000
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					301.422
TOTAL COSTOS POR Ha.					1.146.612
Valor de la producción (\$560/Kg)					1.364.535
Beneficio neto.					217.923

Fuente: Esta investigación