



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS,
RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

TEMA:

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE CUATRO LÍNEAS PROMISORIAS DE TRIGO DURO (*Triticum turgidum L.*) A LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN LA LOCALIDAD DE LAGUACOTO III, CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA BOLÍVAR.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO OTORGADO POR LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR A TRAVÉS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE, CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA.

AUTOR:

EDISON RAMÓN GUERRERO REYES

DIRECTOR

ING. AGR. CARLOS MONAR BENAVIDES M.Sc.

GUARANDA – ECUADOR

2017

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE CUATRO LÍNEAS PROMISORIAS DE TRIGO DURO (*Triticum turgidum L.*) A LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN LA LOCALIDAD DE LAGUACOTO III, CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA BOLÍVAR.

REVISADO Y APROBADO POR:

ING. CARLOS MONAR BENAVIDES M.Sc.

DIRECTOR

ING. DAVID SILVA GARCÍA Mg.

ÁREA DE BIOMETRÍA

ING. SONIA FIERRO BORJA Mg.

ÁREA DE REDACCIÓN TÉCNICA

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Yo, Guerrero Reyes Edison, con CI N° 020228304-0, declaro que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.

EDISON RAMÓN GUERRERO REYES
AUTOR
CI: 0202283040

ING. CARLOS MONAR BENAVIDES M.Sc
DIRECTOR
CI: 1801358530

ING. DAVID SILVA GARCÍA Mg.
ÁREA DE BIOMETRÍA
CI: 0201600327

ING. SONIA FIERRO BORJA Mg.
ÁREA DE REDACCIÓN TÉCNICA
CI: 0201084712

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a Jehová Dios por haberme creado a su imagen y darme la capacidad necesaria para aprender, trabajar y poder tomar mis propias decisiones, pues gracias a ello pude desarrollar este trabajo.

También a mis padres Ramón y Alicia, y a mi hermana Daniela, que componen el núcleo de mi familia, les amo infinitamente por existir y por brindarme todo el apoyo de todas las formas posibles y de manera incondicional para que pueda alcanzar mis metas.

Edison Guerrero

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Jehová Dios por haberme concedido la vida, por su amor y apoyo durante el transcurso de mi carrera profesional.

A mis Padres y mi Hermana, por la bondad expresada de diversas maneras a lo largo de mi vida.

Al Ing. Carlos Monar Benavides (Director), por compartir su tiempo, trabajo, valores y experiencia, además de la paciencia como docente y compañero de trabajo durante el proceso de aprendizaje y el proyecto final de mi carrera.

A los Ings. David Silva García (Biometrista) e Ing. Sonia Fierro Borja (Área Redacción Técnica), gracias por su apoyo decidido en esta investigación.

A todos quienes componen el cuerpo docente de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente.

A aquellos amigos que llegaron a ser más apegados que un hermano, por haber contribuido a mi educación espiritual, moral y seglar.

A mis compañeros por los buenos y malos momentos, que siempre se convertirán en gratos recuerdos, pues sin compañeros la educación no sería la misma.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. PROBLEMA.....	4
III. MARCO TEÓRICO.....	6
3.1. CEREAL.....	6
3.2. ORIGEN E HISTORIA	7
3.3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	8
3.4. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS	9
3.4.1. Raíz	9
3.4.2. Tallo	9
3.4.3. Hojas	10
3.4.4. Flor (Espiga)	10
3.4.5. La Inflorescencia.....	10
3.4.6. Fruto.....	11
3.5. CONDICIONES CLIMÁTICAS	11
3.5.1. Pluviosidad.....	11
3.5.2. Heliofania.....	11
3.5.3. Temperatura	12
3.6. SUELOS	12
3.6.1. pH.....	13
3.6.2. Preparación del Suelo	13
3.7. NITRÓGENO	14
3.7.1. El nitrógeno en las plantas	15
3.7.2. Carencia del Nitrógeno	16
3.7.3. El ciclo del nitrógeno en la naturaleza.....	17
3.7.4. La producción agrícola y el nitrógeno	18
3.7.5. Urea.....	20
3.7.6. Propiedades	21
3.7.7. Solubilidad	21
3.7.8. Urea en la naturaleza.....	22
3.7.9. La urea como fertilizante para diferentes tipos de cultivos	22

3.7.10.	Eficiencia de uso del nitrógeno en Trigo	23
3.7.11.	Incrementación de la eficiencia del uso del nitrógeno	24
3.7.12.	Consideraciones finales	25
3.8.	FÓSFORO.....	25
3.9.	POTASIO.....	26
3.10.	DESINFECCIÓN DE SEMILLA	26
3.11.	SIEMBRA.....	27
3.11.1.	Siembra en surcos.	28
3.12.	ENFERMEDADES.....	28
3.12.1.	Las royas de los cereales.....	29
3.12.2.	Manchas por Cenicillas.....	30
3.12.3.	Carbones	30
3.12.4.	Manchas Foliares	31
3.13.	DEFENSA NATURAL CONTRA PATÓGENOS Y PARÁSITOS.....	32
3.14.	RESISTENCIA DE NO HUÉSPED	33
3.15.	GENÉTICA DE RESISTENCIA DE NO HUÉSPED.....	33
3.16.	RESISTENCIA VERTICAL	33
3.17.	RESISTENCIA AMPLIA (RESISTENCIA HORIZONTAL).....	34
3.18.	MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL TRIGO	34
3.18.1.	Objetivo en el mejoramiento del trigo	34
3.18.2.	Métodos de mejoramiento de trigo	34
3.18.3.	Variedades originadas por selección.....	34
3.18.4.	Variedades creadas por hibridación.....	35
3.18.5.	Variedades de trigo duro	35
3.18.6.	Cruzas Interespecíficas	35
3.18.7.	Rendimiento del grano	35
3.18.8.	Precocidad.....	36
3.18.9.	Capacidad de los tallos para permanecer erectos.....	36
3.18.10.	Resistencia al acame	36
3.18.11.	Resistencia al desgrane	37
3.18.12.	Calidad	37
3.18.13.	Calidad del trigo duro	38

3.18.14.	Mejoramiento de plantas en ambientes favorables	38
3.19.	COSECHA	38
3.20.	AGROINDUSTRIA DEL TRIGO.....	39
3.20.1.	Contenido de micronutrientes del trigo y la harina de trigo	39
3.20.2.	Cadena agroindustrial del trigo	39
IV.	MARCO METODOLÓGICO.....	41
4.1.	MATERIALES	41
4.1.1.	Ubicación del ensayo	41
4.1.2.	Situación geográfica y climática.....	41
4.1.3.	Zona de vida.....	41
4.1.4.	Material experimental	42
4.1.5.	Materiales de campo	42
4.1.6.	Materiales de oficina.....	42
4.2.	MÉTODOS	43
4.2.1.	Factores en estudio.....	43
4.2.2.	Tratamientos	43
4.2.3.	Procedimiento	44
4.2.4.	Tipos de análisis.....	45
4.3.	MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y DATOS TOMADOS.....	46
4.3.1.	Análisis de física y química de suelos antes y después del ensayo	46
4.3.2.	Toma de muestras de restos vegetales y grano	46
4.3.3.	Materia seca	47
4.4.	VARIABLES AGRONÓMICAS	47
4.4.1.	Días a la emergencia de plántulas (DEP).....	47
4.4.2.	Número de plantas por metro cuadrado (PMC).....	47
4.4.3.	Número de macollos por planta (NMP).....	48
4.4.4.	Días al espigamiento (DE)	48
4.4.5.	Número de hojas por planta (NHPP)	48
4.4.6.	Número de nudos por tallo principal (NNPTP)	48
4.4.7.	Longitud entre nudos (LEN).....	48
4.4.8.	Color del tallo (CT).....	49
4.4.9.	Altura de plantas (AP)	49

4.4.10.	Diámetro del tallo (DT)	49
4.4.11.	Número de espigas por metro cuadrado (NEMC)	49
4.4.12.	Número de espiguillas por espiga (NEE).....	49
4.4.13.	Número de granos por espiguilla (NGE)	49
4.4.14.	Número de granos por espiga (NGEs)	50
4.4.15.	Longitud de espiga (LE)	50
4.4.16.	Color de las espigas (CE).....	50
4.4.17.	Acame del tallo (AT)	50
4.4.18.	Evaluación de enfermedades foliares (EEF)	50
4.4.19.	Longitud de barbas (LB).....	52
4.4.20.	Desgrane de espigas (DE).....	52
4.4.21.	Días a la cosecha (DC).....	52
4.4.22.	Rendimiento por parcela (RP)	52
4.4.23.	Porcentaje de humedad del grano (PHG).....	52
4.4.24.	Peso de 1000 semillas en gramos (PMS).....	53
4.4.25.	Rendimiento en kilogramos por hectárea (RH)	53
4.4.26.	Color del grano (CG)	53
4.4.27.	Peso Hectolítrico (PH)	54
4.4.28.	Profundidad radicular (PR).....	54
4.4.29.	Restos vegetales (RV).....	54
4.5.	MANEJO AGRONÓMICO DEL EXPERIMENTO.....	54
4.5.1.	Preparación del suelo	54
4.5.2.	Siembra	54
4.5.3.	Tape.....	55
4.5.4.	Control químico de las malezas	55
4.5.5.	Fertilización con nitrógeno	55
4.5.6.	Cosecha.....	55
4.5.7.	Trilla.....	55
4.5.8.	Secado	55
4.5.9.	Aventado	56
4.5.10.	Almacenamiento	56
4.5.11.	Análisis nutricional proximal.....	56

V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	57
5.1.	VARIABLES AGRONÓMICAS CUANTITATIVAS	57
5.1.1.	FACTOR A (LÍNEAS DE TRIGO DURO)	58
5.1.2.	FACTOR B (NIVELES DE NITRÓGENO)	69
5.1.3.	INTERACCIÓN DE FACTORES AxB	76
5.2.	ATRIBUTOS CUALITATIVOS Y AGRONÓMICOS	80
5.3.	ANÁLISIS DE CORRELACIÓN Y REGRESIÓN LINEAL.....	82
5.3.1.	Coefficiente de correlación “r”	82
5.3.2.	Coefficiente de regresión “b”	82
5.3.3.	Coefficiente de determinación “R ² ”	83
5.4.	ANÁLISIS NUTRICIONAL PROXIMAL	84
5.4.1.	Humedad.....	85
5.4.2.	Cenizas.....	85
5.4.3.	Extracto Etéreo (EE).....	85
5.4.4.	Proteína	86
5.4.5.	Fibra cruda	86
5.4.6.	Extracto libre de nitrógeno (ELN)	86
VI.	COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	87
VII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	88
7.1.	CONCLUSIONES	88
7.2.	RECOMENDACIONES.....	89
	BIBLIOGRAFÍA.....	90

ÍNDICE DE CUADROS

Descripción	Pág.
Clasificación taxonómica del trigo.....	8
Emisiones globales antropogénicas de N ₂ O en el año 2000.....	20
Propiedades de la urea.....	21
Promedio de nutrientes del trigo.....	41
Situación geográfica y climática de Laguacoto.....	43
Líneas en estudio.....	44
Número de tratamientos A x B.....	44
Descripción del proceso de investigación.....	44
Cuadrados Medios Esperados. Modelo fijo. Tratamientos seleccionados por el investigador.....	45
Escala de COBB. 2000.....	51
Resultados Prueba de Tukey para comparar los promedios del FA en las variables: DEP; PMC; NMP; DE; NHPP; NNPTP; LEN; AP; DT; NEMC; NEE; NGE; NGEs; LE; LB; DC; PMS; RH; PH; PR y RV.....	56
Análisis de Tendencias Polinomiales para el Factor B (Dosis de N) en las variables: DEP; PMC; NMP; DE; NHPP; NNPTP; LEN; AP; DT; NEMC; NEE; NGE; NGEs; LE; LB; DC; PMS; RH; PH; PR y RV.....	67
Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de tratamientos en la interacción de factores AxB; en las variables: DEP; PMC; NMP; DE; NHPP; NNPTP; LEN; AP; DT; NEMC; NEE; NGE; NGEs; LE; LB; DC; PMS; RH; PH; PR y RV.....	74
Resultados de las respuesta de las cuatro líneas de trigo duro a la fertilización nitrogenada en las variables: CT; CE; AT; EEF; DE y CG.....	80
Resultados del análisis de Correlación y Regresión Lineal; en las variables: NEMC; PR y Factor VS RH.....	82
Resultados del análisis nutricional proximal de las líneas de trigo duro. INIAP – Santa Catalina. 2016.....	84
Resultados del análisis nutricional proximal de las cuatro líneas de trigo duro en base seca. INDUSTRIAL MOLINERA C. A. 2016.....	84

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Descripción	Pág.
Ciclo del nitrógeno.....	15
Ciclo del nitrógeno con indicadores de los tipos de sustancias más importantes que participan.....	17
Análisis de las dosis óptimas de aplicación del nitrógeno.....	19
Fórmula de la urea.....	20
Proceso del trigo en la agroindustria.....	40
(1)Líneas de trigo duro en la variable AP.....	61
(2)Líneas de trigo duro en la variable NEMC.....	62
(3)Líneas de trigo duro en la variable NGEs.....	63
(4)Líneas de trigo duro en la variable RH.....	65
(5)Niveles de nitrógeno en la variable AP.....	70
(6)Niveles de nitrógeno en la variable NEMC.....	71
(7)Niveles de nitrógeno en la variable RH.....	72
(8)Niveles de nitrógeno en la variable PR.....	73
(9)Interacción del FA por FB en el componente AP.....	77
(10)Interacción del FA por FB, en el componente DT.....	77
(11)Interacción del FA por FB, en el componente NEMC.....	78
(12)Interacción del FA por FB, en el componente RH.....	79

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N° DETALLE

- 1** Ubicación del ensayo en 3d (mapa híbrido)
- 2** Análisis físico y químico del suelo
- 3** Resultados del análisis nutricional proximal de las líneas a2 y a4 del departamento de nutrición y calidad del INIAP santa catalina
- 4** Resultados del análisis nutricional proximal del departamento de control y calidad de la industria molinera c. A. De cuatro líneas de trigo duro
- 5** Resultados del análisis foliar de la línea a4 con tres niveles de nitrógeno del laboratorio de suelos y aguas del INIAP santa catalina
- 6** Base de datos de la investigación
- 7** Precipitación durante el ciclo del cultivo de trigo duro
- 8** Escala de COBB modificada para evaluación de enfermedades foliares: incidencia y severidad
- 9** Cromática de color verde
- 10** Acciones de trigo duro utilizadas en esta investigación y seleccionadas para su liberación como variedades comerciales
- 11** Fotografías de proceso del seguimiento y evaluación de la investigación
- 12** Glosario de términos técnicos

RESUMEN Y SUMMARY

RESUMEN

El trigo duro es el segundo cultivo más importante de las especies *Triticum*, y bajo las diferentes formas de consumo es uno de los más importantes en la alimentación humana, y el consumo se ha incrementado debido al rápido crecimiento de la población, y un excelente rendimiento de semolina, adecuado balance de proteínas y buenas condiciones industriales. En el Ecuador la producción de trigo, es insuficiente y se importa el 98% de la demanda nacional. Los cereales responden a la fertilización química y orgánica, siendo el nutriente más importante el nitrógeno. Los fertilizantes sintéticos proporcionan actualmente más del 40% del nitrógeno asimilado por las plantas, habiéndose multiplicado por dos el volumen que se incorpora al ciclo terrestre. Los objetivos de esta investigación fueron: i) Evaluar las características agronómicas de cuatro líneas promisorias de trigo duro. ii) Medir el efecto de tres dosis de N sobre su rendimiento. iii) Determinar el potencial nutricional de calidad de las tres mejores líneas de trigo y iv) Seleccionar al menos dos líneas para liberarlas como variedades comerciales. Esta investigación se realizó en la Granja Laguacoto III, cantón Guaranda, provincia Bolívar. Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), en parcela dividida, con 12 tratamientos y 3 repeticiones. Se realizaron análisis de varianza, tendencias polinomiales, correlación y regresión lineal y prueba de Tukey al 5 % para comparar los promedios. Se realizó el análisis nutricional proximal. Los resultados más importantes obtenidos en esta investigación fueron: El rendimiento promedio más alto se tuvo en el T3 (A1B3), con 3 853,3 Kg/ha. Se presentó una respuesta lineal para el N. con una estrechez positiva, altamente significativa entre los componentes NEMC; PR y FB versus el rendimiento. En cuanto al análisis nutricional proximal las líneas presentaron valores que están por encima del requerimiento industrial, adecuados para la producción de pastas, fideos y galletas; destacándose la línea A2 con 14,79 % de proteína. Finalmente, se pudo determinar que las cuatro líneas (A1; A2; A3 Y A4) reúnen las características agronómicas y de calidad que demanda la industria harinera.

SUMMARY

The hard wheat is the second most important crop of the *Triticum* species, of all the different ways of consuming, it is the most important one in human diet, this consumption has increased notably due to rapid growth in the population, an excellent performance of semolina, a sufficient balance of protein and for its favorable industrial conditions. The total production of wheat in Ecuador is insufficient with the internal demand. The cereals, and particularly wheat, respond to a chemical and organic fertilization, nitrogen, being the most important nutrient. With the farming industry, the utilization of the chemical fertilizers has increased, most of them being nitrogenous fertilizers. It has been calculated that synthetic fertilizers provide more than 40% of the nitrogen assimilated through plants, where two are multiplying the volume of nitrogen incorporated through the terrestrial cycle. The considered objectives of this investigation were the following: i) Evaluate the agronomics characteristics of four promising lines of hard wheat. ii) Measure the effect of three doses of Nitrogen about the performance, iii) Determine the potential of nutritional quality of the three best germplasms, iv) Select the two best germplasms of hard wheat to release as commercial variety. The present investigation was realized in the Laguacoto III farm of the Universidad Estatal de Bolivar, Guaranda canton, Bolivar Province. The DBCA design was utilized in a divided area with 12 treatments and 3 repetitions. An analysis of variances, polynomial tendencies, linear correlation and regression, and tukey test at 5% were realized to compare the averages of the germplasms and Nitrogen. An approximate nutritional analysis of the hard wheat germplasms was realized. The most important obtained results in this investigation were the following: the most relevant was registered in the treatment T3 (A1B3), with 3.853,3 Kg/ha. A linear response for nitrogen is determined. The positive narrowness, highly significant between the components NEMC, PR, and FB verses output. Regarding the approximate nutritional analysis, the germplasms presented values that are above industrial requirements adequate for the production of pastas, noodles, cookies, emphasizing germplasm A2 con 14,79% of protein. Finally, it was determined that the four lines (A1, A2, A3 and A4) meet the agronomic and quality demands of the flour industry characteristics.

I. INTRODUCCIÓN

El trigo duro (*Triticum turgidum* L.) es una planta monocotiledónea de la familia de las gramíneas, de la tribu triticeae y pertenece al género Triticum. Para la producción comercial y el consumo humano, el trigo duro es el segundo más importante de las especies Triticum, próximo al trigo blando (*Triticum aestivum* L.). (<http://www.inspection.gc.ca/triticum-turgidum-ssp.html>)

El trigo duro conocido también como trigo moruno, siciliano, semolero o fanfarrón, presenta de manera general menor resistencia al frío que el trigo común, pero mayor a elevadas temperaturas, y sus necesidades de insolación son importantes. Es una de las especies de trigo con más alto valor nutritivo, ya que tiene un alto contenido de gluten y está conformado de un 12 a 14% de proteína, es una especie muy resistente a la sequía y a las enfermedades y rinde más que los trigos harineros. (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, ME) (CIMMYT. 2006)

Este cereal bajo las diferentes formas de consumo es uno de los más importantes en la alimentación humana, dicho consumo se ha incrementado notablemente debido al rápido crecimiento de la población, y un excelente rendimiento de semolina, adecuado balance de proteína y por sus favorables condiciones industriales para la fabricación de pastas, fideos, spaguetti, galletas, etc. (Red Repositorios de Acceso Abierto del Ecuador, EC) (RRAAE, 2015)

A nivel mundial, la superficie media sembrada anualmente de trigo duro es de aproximadamente 18 millones de hectáreas, con una producción promedio de cerca de 30 millones de toneladas métricas anuales. La Unión Europea – principalmente Italia, España y Grecia- es el mayor productor de trigo duro, con un promedio de 8 millones de toneladas métricas al año. Canadá es el segundo productor más grande con 4,6 millones de toneladas métricas al año, seguida de Turquía con 4 millones y EE.UU. con 3,5 millones. (Consejo Internacional de Cereales, 2002 y CIMMYT, 2008)

La última previsión de la FAO sobre la producción mundial de cereales en 2016 se sitúa en 2 544 millones de toneladas, esto es, un 0,6 % (o 15,3 millones de toneladas) más de lo calculado en 2015 y ligeramente por encima de la previsión del mes pasado. De los cuales 732,1 millones de toneladas corresponden al trigo, mejorando las perspectivas con relación a los años anteriores. (<http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/es/>)

Durante 2014 las importaciones de trigo alcanzaron las 798 mil toneladas, lo que representó un incremento del 18% en comparación con las compras de 2013, casi el 40% correspondió a trigo duro para la industria de fideos (pastas), elaboración de galletas, sémola, etc. Además el precio del trigo duro, es un 30% más caro que el trigo harinero. (<http://www.andes.info.ec/es/noticias/importaciones-trigo>. y Monar, C. 2015)

En el Ecuador la producción total de trigo harinero se encuentra entre las 10 mil y las 15 mil toneladas, con un rendimiento promedio que oscila entre 1,2 a 2,5 toneladas por hectárea. Este nivel de producción es insuficiente para cubrir con la demanda interna que se acerca a las 600 mil toneladas anuales. Hasta agosto de 2007, el Ecuador invirtió 74,5 millones de dólares en la compra de trigo, los cuales provinieron de Canadá, Argentina y EEUU. (Monar, C. 2010)

Para el 2006, en nuestra provincia se cultivaron 4.500 has de trigo harinero con una reducción muy importante de la superficie cultivada. Consciente de la importancia mundial de este cereal, el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), México, continuamente está generando germoplasma promisorio de trigo duro y harinero para ser validados en los diferentes países del mundo. (<http://webcache.googleusercontent.com..> y Monar, C. 2007)

Los cereales y particularmente el trigo responden a la fertilización química y orgánica, siendo el nutriente más importante el N. (Monar, C. 2015)

La fuente de emisiones más importante de la agricultura son los fertilizantes nitrogenados. Con la industrialización agrícola el empleo de fertilizantes químicos se ha disparado, pasando de 14 millones de toneladas en 1954 a 194 millones de toneladas en 2007. La mayor parte de éstos son fertilizantes nitrogenados. Se calcula que los fertilizantes sintéticos proporcionan actualmente más del 40% del nitrógeno asimilado por las plantas, habiéndose multiplicado por dos el volumen de nitrógeno que se incorpora al ciclo terrestre. (<http://www.ecologistas...html>)

Los objetivos planteados en esta investigación fueron:

- Evaluar las características agronómicas de cuatro líneas promisorias de trigo duro.
- Medir el efecto de tres dosis de N sobre el rendimiento de trigo duro.
- Determinar el potencial nutricional de calidad de las tres mejores líneas de trigo duro.
- Seleccionar las mejores líneas de trigo duro para liberarlas como variedades comerciales en esta zona agroecológica.

II. PROBLEMA

La eficiencia con que las plantas utilizan los fertilizantes sintéticos es muy baja, y ha caído drásticamente desde su introducción en la agricultura (de un 80% en 1960 al 30% en 2000 en el caso de los cereales). Se calcula que sólo el 17% de los fertilizantes nitrogenados empleados en 2005 fueron asimilados por los cultivos, dispersándose el resto por los agroecosistemas y provocando grandes problemas de contaminación y de emisiones. (<http://www.ecologistasenaccion.org/..html>)

En el ciclo del nitrógeno se producen compuestos que contribuyen de forma importante al efecto invernadero, siendo el más importante el óxido nitroso (N₂O). La alteración que producen dichos fertilizantes sintéticos ha contribuido a que nuestro planeta sufra alteraciones, como el calentamiento global; produciendo un desequilibrio en nuestro agroecosistemas; lo que ha dificultado y reducido la producción de este cereal.

La utilización de grandes cantidades de fertilizantes nitrogenados en la agricultura industrial ha incrementado enormemente las emisiones de óxido nitroso, siendo la principal actividad emisora de este contaminante. Por otra parte, debido a la gran cantidad de energía que requiere su fabricación, los fertilizantes constituyen el insumo con mayor componente energético de la producción agrícola, suponiendo el 1% del consumo energético mundial.

El manejo inadecuado y discriminado de los productos químicos, entre ellos el nitrógeno, ha perjudicado directa o indirectamente el medio ambiente y la salud del ser humano.

Las variedades de trigo harinero que se cultivan en nuestra provincia, son susceptibles al complejo de enfermedades foliares como las royas (*Puccinia spp*), los carbonos (*Tilletia spp*), mancha foliar por (*Helminthosporium sp* y *Fusarium sp*, etc.) y la mayoría de ellas no satisfacen los indicadores de calidad para la

industria harinera, como son peso hectolítrico, porcentaje de gluten en húmedo y en seco y proteína, etc.

Por estos antecedentes es necesario continuar con el proceso de investigación, para validar y generar variedades de trigo duro, resistentes al complejo de enfermedades foliares y mejorar los indicadores de calidad para la industria harinera en el país e incrementar la eficiencia química y agronómica del N, como alternativa para la adaptación y mitigación del cambio climático.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. CEREAL

Trigo duro (*Triticum turdigum L.*) es el término que designa al conjunto de cereales, tanto cultivados como silvestres, que pertenecen al género *Triticum*: son plantas anuales de la familia de las Poaceae ampliamente cultivadas en todo el mundo. La palabra trigo designa tanto a la planta como a sus semillas comestibles, tal y como ocurre con los nombres de otros cereales. (CIMMYT. 2006)

El trigo (de color amarillo) es uno de los tres granos más ampliamente producidos globalmente, junto al maíz y el arroz, y el más ampliamente consumido por el hombre en la civilización occidental desde la antigüedad. El grano del trigo es utilizado para hacer harina, harina integral, sémola, cerveza y una gran variedad de productos alimenticios. (<http://es.wikipedia.org/wiki/Triticum.html>)

El trigo como los demás cereales, es una planta monocotiledónea perteneciente a la familia de las gramíneas. La palabra “trigo” proviene del vocablo latino *Triticum*, que significa ‘quebrado’, ‘triturado’ o ‘trillado’, haciendo referencia a la actividad que se debe realizar para separar el grano de trigo de la cascarilla que lo cubre. (CIMMYT. 2006)

El trigo es uno de los tres cereales más producidos globalmente, junto al maíz y el arroz, y el más ampliamente consumido por el hombre en la civilización Occidental desde la antigüedad. El grano del trigo es utilizado para hacer harina, harina integral, sémola, cerveza y una gran variedad de productos alimenticios. (<http://es.wikipedia.org/Triticum%20.html>).

La «dureza» y «blandura» son características de molinería, relacionadas con la manera de fragmentarse el endospermo. En los trigos duros, la fractura tiende a producirse siguiendo las líneas que limitan las células, mientras que el endospermo de los trigos blandos se fragmenta de forma imprevista, al azar. Un

punto de vista es que la «dureza» está relacionada con el grado de adhesión entre el almidón y la proteína. Otra forma de enfocarlo es, que la dureza depende del grado de continuidad de la matriz proteica. (<http://www.monografias.com/...shtml>)

El trigo duro es el más duro de todo el trigo y tiene un contenido de proteína y gluten superior a otros tipos de trigo, afirma el Wheat Foods Council. Cuando se muele el trigo duro, su endospermo es molido hasta convertirse en un producto llamado sémola, que luego se mezcla con agua en una masa espesa que es forzada a través de agujeros de diferentes formas de hacer los diferentes tipos de pasta. El color amarillo intenso natural del endospermo duro le da a la pasta su color dorado. (http://www.livestrong.com/es/trigo-duro-contra-info_11959/.html)

Es una de las especies de trigo con más alto valor nutritivo, tiene un bajo contenido de gluten y está conformado de un 12 a 14% de proteína. Es una especie muy resistente a la sequía y a las enfermedades, aunque rinde menos en los cultivos que otras especies de trigo. El trigo duro es utilizado principalmente en la elaboración de macarrones, espagueti y otras pastas así como de la sémola del cuscús. (http://es.wikipedia.org/wiki/Triticum_durum.html).

3.2. ORIGEN E HISTORIA

El origen del actual trigo cultivado se encuentra en la región Asiática comprendida entre los ríos Tigris y Éufrates, habiendo numerosas gramíneas silvestres comprendidas en esta área y están emparentadas con el trigo. Desde Oriente Medio el cultivo del trigo se difundió en todas las direcciones. (CIMMYT. 2008)

Las primeras formas de trigo recolectadas por el hombre hace más de doce mil años eran del tipo *Triticum monococcum* y *T. dicoccum*, caracterizadas fundamentalmente por tener espigas frágiles que se disgregan al madurar. (<http://www.icarito.cl/2010/04/21-9036-9-el-trigo..> y Escobar, W. 1997)

El trigo produjo más alimento al ser cultivado por Iniciativa de los seres humanos, pues de otra manera éste no habría podido tener éxito en estado salvaje; este hecho provocó una auténtica revolución agrícola en el denominado creciente fértil. Simultáneamente, se desarrolló la domesticación de la oveja y la cabra, especies salvajes que habitaban la región, lo cual permitió el asentamiento de la población y, con ello, la formación de comunidades humanas más complejas, como lo demuestra también el surgimiento de la escritura, concretamente la Escritura Cuneiforme, creada por los Sumerios, y, por tanto, el principio de la historia y el fin de la prehistoria. (<http://www.icarito.cl/2010/04/21-9036-9-el-trigo..> y Fierro, H. 1997)

Se tiene datos de este cultivo desde hace aproximadamente 10000 años en Persia y Mesopotamia. Se cree que Egipto fue uno de los primeros países que lo cultivo. (<http://www.icarito.cl/2010/04/21-9036-9-el-trigo..> y Cervantes, M. 1994)

En América fue introducido por los españoles primero en Chile y Bolivia se admite que Sebastián Cobo sembró trigo por primera vez en 1527. (<http://www.beltres.com/losmolinos/index...=1060>)

3.3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Cuadro N. 1. Clasificación taxonómica del trigo

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Pooideae
Tribu:	Triticeae
Género:	<i>Triticum</i>
Especie:	<i>turgidum</i>
Nombre Científico:	<i>Triticum turgidum L.</i>

Fuente: (http://es.wikipedia.org/wiki/Triticum_turgidum.html)

3.4. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

3.4.1. Raíz

El trigo posee una raíz fasciculada, es decir, con numerosas ramificaciones, las cuales alcanzan en su mayoría una profundidad de 25 cm, llegando algunas de ellas hasta un metro de profundidad. (<https://bibliotecadeamag.wikispaces.com>. y Fierro, H. 1997)

Por otra parte en suelo franco arcilloso se ha evaluado que las raíces dependiendo de la variedad llegan hasta 30 cm de profundidad y en suelos francos el sistema radicular puede llegar hasta los 40, 50 cm. de profundidad. (Monar, C. 2002)

3.4.2. Tallo

El tallo del trigo es una caña hueca con 6 nudos que se alargan hacia la parte superior, alcanzando entre 0,50 a 2 metros de altura, es poco ramificado. El tallo, al comienzo de la fase vegetativa se halla dentro de una masa celular que constituye el nudo de ahijamiento. Este tallo presenta brotes auxiliares a partir de los cuales se origina los tallos hijos. Se vuelve después hueco, salvo en los nudos, donde permanece compacto. (Rojas, M. 2003)

El tallo se llama caña y está formado por nudos y entrenudos; estos son cilíndricos o comprimidos, huecos o macizos. El nudo verdadero es un tabique que se manifiesta por una zona más abultada o algo contraído y es el punto donde nace la hoja y la yema. El papel del nudo verdadero es dar consistencia a la caña y junto al nudo vaginal que es el engrosamiento de la base de la vaina que envuelve el entrenudo. El nudo y tamaño de los entrenudos es variable según las especies, estando muy influenciados por las condiciones del suelo y clima. (Monar, C. 2004)

3.4.3. Hojas

Las hojas del trigo tienen una forma lineal lanceolada (alargadas, rectas y terminadas en punta) con vaina, lígula y aurículas bien definidas. Entre el limbo y la porción envainadora se encuentran un tejido de color blanco y sutil, de naturaleza membranosa, denominada lígula su forma y tamaño sirve para diferenciar el trigo de los demás géneros de cereales cuando las plantas aún no han echado las espigas. (Rojas, M. 2003)

3.4.4. Flor (Espiga)

La flor es muy pequeña y desprovista de atractivo visual, su fecundación constituye un hecho importante, tiene lugar antes de la apertura de flor, es decir, antes que las anteras aparezcan al exterior. El trigo es una planta autógena, la cual tiene consecuencias importantes, en la práctica de la selección del cruzamiento y la reproducción de la planta. (Rojas, M. 2003)

3.4.5. La Inflorescencia

La inflorescencia es una espiga compuesta por un raquis o tallo central de entrenudos cortos, sobre el cual van dispuestas 20 a 30 espiguillas en forma alterna y laxa o compacta, llevando cada una nueve flores, la mayoría de las cuales abortan, rodeadas por glumas, glumillas, lodículos o glomélulas, las que albergan los órganos sexuales, integrados por tres estambres y un pistilo. Este pistilo posee un estigma bifido, el ovario encierra un solo óvulo. (Esquinas, J. 2006)

Una de las glumulas puede estar provistas de arista, entonces el trigo se llama de barba o aristado. Se han requerido un porcentaje entre dos y cuatro por ciento de polinización cruzada debido a factores ambientales, varietales y bióticos. (CIMMYT. 2006)

3.4.6. Fruto

Los granos son carióspsides que presentan forma ovalada con sus extremos redondeados. El germen sobresale en uno de ellos y en el otro hay un mechón de pelos finos. El resto del grano, denominado endospermo, es un depósito de alimentos para el embrión, que representa el 82% del peso del grano. A lo largo de la cara ventral del grano hay una depresión (surco): una invaginación de la aleurona y todas las cubiertas. En el fondo del surco hay una zona vascular fuertemente pigmentada. El pericarpio y la testa, juntamente con la capa aleurona, conforman el salvado de trigo. El grano de trigo contiene una parte de la proteína que se llama gluten. El gluten facilita la elaboración de levaduras de alta calidad, que son necesarias en la panificación. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT) (FAO. 2006)

3.5. CONDICIONES CLIMÁTICAS

El cultivo de trigo requiere las siguientes condiciones climáticas:

3.5.1. Pluviosidad

Por lo regular las plantas de trigo requieren de 600 a 700 mm desde la siembra hasta la cosecha (López, A. 1999). Las variedades precoces como el cultivar Cibambe y Greina, han prosperado eficientemente con precipitaciones de 400 a 500 mm. (Monar, C. 2002)

3.5.2. Heliofania

La luz no es un factor importante. Sin embargo, en un cultivo denso las hojas inferiores reciben poca luz. Por lo tanto, la eficiencia fotosintética es baja sin embargo necesitan de 1500 a 2000 horas de sol durante el ciclo de cultivo. En la época de floración, el trigo requiere un periodo de días largos es decir, con más de 12 horas por día. Cuando la duración del día no es suficiente en la época de

floración, estas se tardaran o no florecerán. Sin embargo algunas variedades son insensibles a la duración del día. (Rojas, M. 2003)

En variedades cultivadas en Ecuador como INIAP - Cojitambo, INIAP-Cotacachi, Cibambe, Greina y Crespo, prospera con menos de 900 horas /luz /año. (Monar, C. 2002)

3.5.3. Temperatura

El trigo se cultiva principalmente en zonas templadas. Sin embargo las plantas pueden crecer en áreas con altas temperaturas a condición que no haya alta humedad. La temperatura en que se cultiva en nuestro país está ubicada entre rangos de 8 a 18° C. (Rojas, M. 2003)

Por otra parte en algunos lugares el trigo germina a 0° C, la temperatura más adecuada para el cultivo de trigo va de los 10 a los 20° C pudiendo notarse que las temperaturas de 16 a 19° C son las mejores. En cuanto a las unidades de calor, el trigo necesita 2200 unidades distribuidas de la siguiente manera: siembra a la floración: 1000 unidades. Floración a la madurez: 1200 unidades. (CIMMYT. 2006)

3.6. SUELOS

El trigo requiere suelos profundos, para el buen desarrollo del sistema radicular. Al ser poco permeables los suelos arcillosos conservan demasiada humedad durante los inviernos lluviosos. El suelo arenoso requiere, en cambio, abundante lluvia durante el verano, dada su escasa capacidad de retención. En general se recomienda que las tierras de secano dispongan de un buen drenaje. (<http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/trigo2.html>)

De acuerdo a las investigaciones se ha comprobado que los suelos franco arcillosos y franco arenosos son los más indicados para este cultivo. El trigo se

puede cultivar en suelos de la más diversa naturaleza con un buen porcentaje de arcilla, además de cierta cantidad de cal, es decir que son buenos para el cultivo de trigo suelos francos de tipo suelto y bien drenado. (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, EC) (INIAP. 2006)

3.6.1. pH

El trigo prospera mal en tierras ácidas; las prefiere neutras o algo alcalinas. También los microorganismos beneficiosos del suelo prefieren los suelos neutros o alcalinos. (http://www:\trigo\monogra\El Trigo - Monografias_coiri.html)

3.6.2. Preparación del Suelo

Cuando el trigo va en regadío puede suceder a muchos otros cultivos y según el cultivo precedente, será distinta la labor de preparación. Si por tratarse de sembrar sobre rastrojo de maíz o incluso sobre un rastrojo anterior de trigo, etc., se considera conveniente alzar el terreno a cierta profundidad, siempre hay que tener muy en cuenta que al trigo le va mal para su nacencia que se encuentre la tierra demasiado hueca. Si por las razones que sean se ha realizado una labor de alzar relativamente profunda, habrá que tratar de dejar el terreno más apelmazado. (INIAP. 1999)

Esto se consigue mucho con las gradas de discos pesadas, que, aunque aparentemente dejan el terreno muy fino y hueco, esto ocurre en algunos centímetros de la superficie, pero debajo de esta capa superficial, dado su elevado peso, más bien compactan. Es curioso observar que en las rodadas de los tractores, al regresar de la besana sobre el terreno sembrado, la nacencia del trigo es mejor. (<http://www.infoagro-com/herbaceos/cereales/trigo2.html>)

Esta labor tiene por objeto remover la capa superficial del suelo, hasta una profundidad de 20-30 cm, con la cual se consigue airear la tierra y enterrar los residuos vegetales del cultivo anterior. La preparación del suelo dependerá del

cultivo que precedió al que se va a realizar. Si antes fue un cultivo de escarda el trabajo será más sencillo, porque el terreno está más suelto como consecuencia de ser removido constantemente por las labores del cultivo, y por eso se impidió el desarrollo de las malezas. Para estos casos se hará suficiente un arado, una cruz, un paso de rastra de disco, otro con rastra de dientes, finalmente la nivelada. Tiempo previo para preparar el suelo será de unos tres meses, y si no fuera posible, al menos se iniciara la preparación con 45 días de anticipación a la siembra. (INIAP. 2001)

En suelos de la provincia Bolívar y en rotación después de maíz asociado con fréjol, es suficiente barbecho con yunta un mes antes de la siembra y una labor de cruz un día antes de la siembra. En dotación después de la papa se recomienda únicamente una cruz. (Monar, C. 2002)

3.7. NITRÓGENO

El nitrógeno es un elemento químico con símbolo “N” y número atómico 7. Como sustancia es incolora, inodora, insabora y bajo condiciones estándar se manifiesta como un elemento interdiatómico. Es el 7^{mo} elemento más abundante en la galaxia y en el universo, y aunque constituye el 78% del volumen de la atmósfera de la Tierra y está presente como gas en las atmósferas de planetas y lunas que tienen atmósfera, por su carácter volátil es escaso en la mayoría de los planetas rocosos del Sistema Solar, y siendo relativamente raro en la Tierra.

(<https://es.wikipedia.org/wiki/Nitr%C3%B3geno.html>)

Las principales fuentes de nitrógeno para las plantas son la materia orgánica del suelo y el nitrógeno añadido con los fertilizantes.

Las plantas toman preferentemente el nitrógeno en forma nítrica, pero, aunque en bastante menor proporción, pueden tomarlo en forma amoniacal. Los fertilizantes nitrogenados de forma nítrica se usarán cuando se encuentre avanzado el estado de cultivo, ya que, al no ser el ion NO₃ retenido por los suelos, puede lavarse con

lluvias abundantes. El nitrógeno estimula la vegetación y la macolla y enriquece los granos de gluten, por lo que mejoran en calidad.- La escasez de nitrógeno hace que las plantas tomen un color verde pálido, que el crecimiento sea lento y que la planta se endurezca. Un exceso de nitrógeno prolonga el ciclo vegetativo de la planta. (INIAP. 2006)

En general el nitrógeno no reacciona a temperatura y presión estándar, y sólo reacciona espontáneamente con pocos reagentes y elementos como el litio o el magnesio. Pese a esto, el nitrógeno es la base de muchos compuestos importantes como el amoníaco, el ácido nítrico, los nitratos orgánicos y los cianuros. (<http://www.ecologistasenaccion.org/article19945.html>)

El nitrógeno se encuentra en todos los organismos, principalmente en aminoácidos y por tanto en proteínas y también en los ácidos nucleicos. (<http://www.artinaid.com/2013/04/el-nitrogeno.html>)

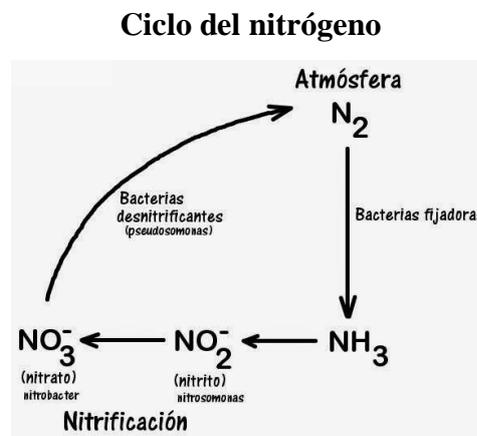


Gráfico N° 1. Ciclo del nitrógeno
Fuente: (<https://www.google.com.ec/search?q=ciclo+del+nitrógeno...html>)

3.7.1. El nitrógeno en las plantas

Lavoisier llamó al nitrógeno "azoe" que significa "sin vida", y ello porque lo veía diferente al oxígeno que era el otro componente del aire, que ya tenía claro que era esencial para la respiración y por lo tanto la vida. Hoy, con el avance del conocimiento, ese nombre que le puso Lavoisier parece irónico, ya que se sabe

que el nitrógeno es absolutamente indispensable tanto para la vida animal como la vegetal. El nitrógeno es un componente esencial de todos los aminoácidos y estos unidos en cadenas, son los que constituyen las proteínas. A su vez, las proteínas constituyen tanto las estructuras de las células y además tienen a su cargo todas las funciones bioquímicas que ellas deben desarrollar para mantener la vida (enzimas). Desde un punto de vista práctico, todas las enzimas son proteínas y estas son las que permiten que las reacciones bioquímicas sean posibles a la temperatura y pH de la célula. Es decir, sin nitrógeno, no es posible la vida. (<http://www.creces.cl/new/index.asp/..html>)

El nitrógeno es, junto al potasio y el fósforo, un elemento primario de las plantas. Se puede encontrar en los aminoácidos; por tanto, forma parte de las proteínas, las amidas, la clorofila, hormonas (auxinas y citoquininas, nucleótidos, vitaminas, alcaloides y ácidos nucleicos). Si la planta absorbe nitrato, tiene que reducirlo a forma amoniacal antes de que pase a formar parte de los compuestos orgánicos. El amonio no se acumula, sino que se incorpora directamente a compuestos como la glutamina, procedentes del ciclo de Krebs. (<http://es.wikipedia.org/wiki/Nutrici/..html>)

3.7.2. Carencia del Nitrógeno

La deficiencia de nitrógeno en plantas disminuye su crecimiento (las hojas son pequeñas y tampoco se puede sintetizar clorofila); de este modo, aparece clorosis (hojas de color amarillo). La clorosis empieza en las hojas de mayor edad o inferiores, las que pueden llegar a caerse; si la carencia es severa, puede aparecer clorosis en las hojas más jóvenes. Disminuye también el tamaño de los frutos y su cuajado, tal y como es el caso de los aguacates. Esta carencia se aprecia al principio en las hojas más viejas que hay en la zona inferior de la planta. Se ven hojas más claras de color verde pálido que van tornándose amarillas, incluyendo los nervios, aunque la clorosis llegue a toda la planta los síntomas son más evidentes en las hojas viejas. (<http://es.wikipedia.org/wiki/Nutrici/..html>)

3.7.3. El ciclo del nitrógeno en la naturaleza

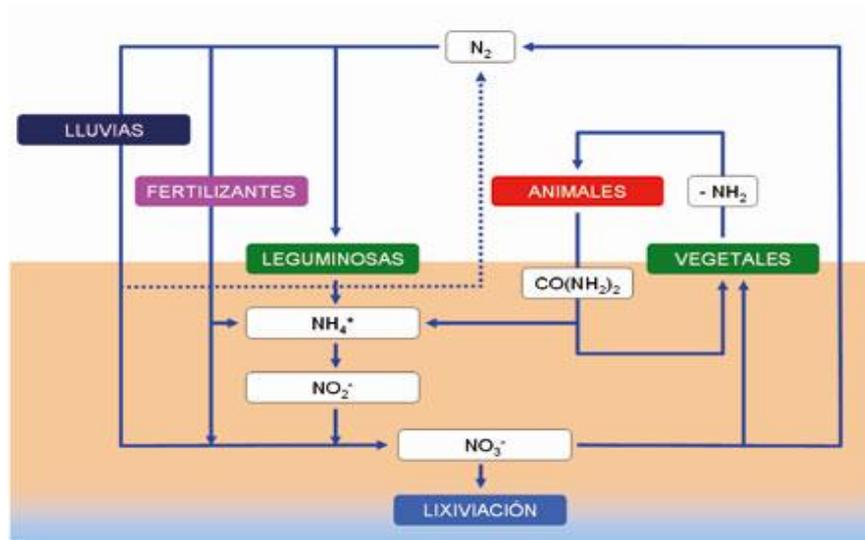


Gráfico N° 2. Ciclo del nitrógeno en la Naturaleza, con indicación de los tipos de sustancias más importantes que participan: N_2 , Nitrógeno molecular; NO_3^- , nitrato; NO_2^- , nitrito; NH_4^+ , amonio; $-NH_2$, aminoácidos; y $CO(NH_2)_2$, urea

Fuente: (<http://www.interempresas.net/Agricola..html>).

El ciclo del N tiene varias etapas y en cuatro de ellas participan las bacterias:

- **Fijación**

Consiste en la incorporación del N atmosférico a las plantas, por medio de la enzima nitrogenasa presente en algunas bacterias y cianobacterias que habitan en el suelo y en ambientes acuáticos, en ausencia de oxígeno. Para ello, los microorganismos (*Rhizobium sp.*) que llevan a cabo esta transformación ($N_2 > NH_3 > NO_3$) viven en el interior de nódulos, siendo las leguminosas las especies huésped en las que suelen habitar y la leg-hemoglobina el pigmento rojo que caracteriza su actividad. Según algunos autores, la cantidad de N fijado por estas bacterias en la biósfera es del orden de 200 millones de toneladas anuales.

(http://www.fertimax.com/Nitrogeno/Preguntas_Frecuentes/preguntas.html)

- **Nitrificación o mineralización**

Las raíces de las plantas que cultivamos tan solo pueden absorber dos formas de N: Nitrato (NO_3^-) y amonio (NH_4^+). El amonio se convierte en nitrato por medio

de la nitrificación. La transformación del amonio en nitrato aumenta con la temperatura ($> 10\text{ }^{\circ}\text{C}$) y el pH (5.5 – 6.5) del medio. El proceso se realiza en dos etapas: a) transformación del amonio (NH_4^+) en nitrito (NO_2^-) por medio de bacterias presentes en el suelo (nitrosomonas y nitrococcus); y b) transformación del nitrito (NO_2^-) en nitrato (NO_3^-) por medio de otras bacterias también presentes en el suelo (Nitrobacter). En realidad se trata de dos reacciones de tipo oxidativo, de las cuales las bacterias obtienen energía.

(<http://www.interempresas.net/Agricola/Articulos/..html>)

- **Asimilación**

Tiene lugar cuando las plantas absorben nitrato (NO_3^-) o amonio (NH_4^+) a través de sus raíces. En el interior de la planta, estas moléculas son metabolizadas y debidamente combinadas con azúcares y otras moléculas procedentes de la actividad fotosintética, el N se incorpora finalmente a aminoácidos, proteínas y ácidos nucleicos (ADN y ARN) u otras sustancias propias de cada especie. Los animales consumen estas sustancias y las transforman en otras similares de naturaleza animal. (<http://www.interempresas.net/Agricola/Articulos/..html>)

3.7.4. La producción agrícola y el nitrógeno

La dosis óptima de nitrógeno que debemos aportar a un cultivo depende de tres factores: a) el cultivo; b) la “fertilidad” de la parcela en el momento de realizar la aplicación; y c) el objetivo que deseamos alcanzar.

Por lo tanto, en la mayor parte de los casos, la decisión de utilizar una determinada dosis no puede tomarse a partir del mero cálculo de las extracciones que lleva a cabo el cultivo, tal como se ha venido haciendo durante muchos años, siguiendo las recomendaciones de los tratados clásicos de fertilización en agricultura. (<http://www.interempresas.net/Agricola/Articulos/..html>)

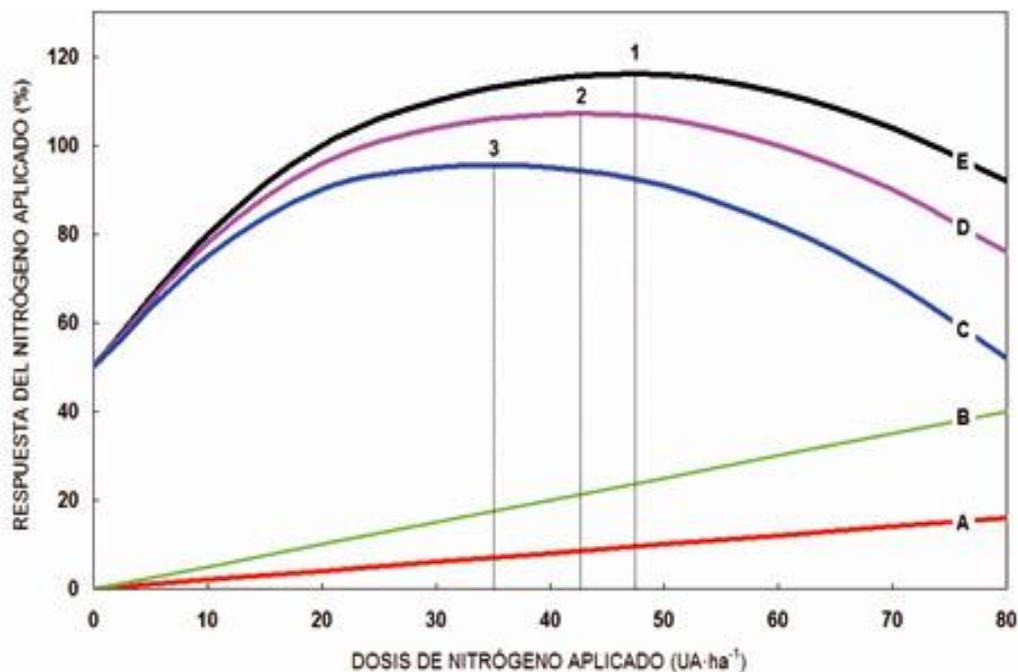


Gráfico N° 3. Análisis de las dosis óptimas de aplicación de nitrógeno: Agronómica (1), económica (2) y ambiental (3). Curvas: A, Coste del N aplicado; B, coste ambiental del N aplicado; C, beneficio agrícola ambiental; D, beneficio agrícola y E, producción bruta. La dosis de N óptima ambiental siempre es inferior a las dosis óptimas económica y agronómica.

Fuente: (<http://www.interempresas.net/Agricola/Articulos/..html>).

Las recomendaciones agronómicas sobre fertilización están basadas en trabajos experimentales y son válidas para cultivos y zonas concretas. Cuando comparamos el aumento de producción que experimenta un cultivo en función de la cantidad de nitrógeno aplicada por hectárea (UA, unidades arbitrarias), nos encontramos que la producción bruta (E) deja de crecer a partir de un determinado punto (1); se trata del óptimo agronómico. Si observamos la función de producción (D) que se obtiene cuando restamos el coste del N aplicado (A) a la producción bruta (E), obtenemos otro óptimo; se trata del óptimo económico (2) y finalmente, si fuéramos capaces de estimar el coste ambiental que representa la aplicación de N (B), restándolo de la producción bruta (E) obtendríamos otro óptimo; en este caso, se trataría del óptimo ambiental (3). De lo anteriormente expuesto se desprenden dos conclusiones: a) Que la aplicación óptima de N depende claramente del objetivo que deseamos alcanzar (agronómico, económico o ambiental); y b) que los tres óptimos están íntimamente relacionados entre sí (N ambiental < N económico < N agronómico).

(<http://www.interempresas.net/Agricola/Articulos/..html>)

Cuadro N° 2. Emisiones globales antropogénicas de N₂O en el año 2000

Sector	N ₂ O (Mt CO ₂ eq)	%
Energía (incluido transporte)	237	8
Agricultura	2.616	84
Industria	155	5
Residuos	106	3
Total global	3.114	100

Fuente: US EPA. Global Anthropogenic Non-CO₂ GHG Emissions: 1990-2020

3.7.5. Urea

Urea, también conocida como carbamida, carbonildiamida o ácido arbamídico, es el nombre del ácido carbónico de la diamida. Cuya fórmula química es (NH₂)₂CO. Es una sustancia nitrogenada producida por algunos seres vivos como medio de eliminación del amoníaco, el cual es altamente tóxico para ellos. En los animales se halla en la sangre, orina, bilis y sudor.

(<http://www.textoscientificos.com/..html>)

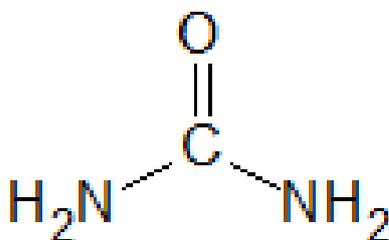


Gráfico N° 4. Fórmula de la urea

Fuente: (<http://www.textoscientificos.com/..html>).

La urea se presenta como un sólido cristalino y blanco de forma esférica o granular. Es una sustancia higroscópica, es decir, que tiene la capacidad de absorber agua de la atmósfera y presenta un ligero olor a amoníaco, comercialmente la urea se presenta en pellets, gránulos, o bien disuelta, dependiendo de la aplicación. (<http://www.textoscientificos.com/..html>)

3.7.6. Propiedades

Cuadro N° 3. Propiedades de la urea

Peso molecular	60.06 g/mol
Densidad	768 Kg/m ³
Punto de fusión	132.7 ° C
Calor de fusión	5.78 a 6 cal/gr
Calor de combustión	2531 cal/gr Humedad crítica relativa (a 30° C): 73%
Acidez equivalente a carbonato de calcio	84 (Partes de carbonato de calcio necesarias para neutralizar el efecto acidificante de 100 partes de urea)
Índice de salinidad	75.4
Calor de disolución en agua	57.8 cal/gr (endotérmica)
Energía libre de formación a 25 °C	47120 cal/mol (endotérmica)
Corrosividad	Altamente corrosivo al acero al carbono. Poco al aluminio, zinc y cobre. No lo es al vidrio y aceros especiales.

Fuente: (<http://www.textoscientificos.com/..html>)

La urea es una sustancia no peligrosa, no tóxica, no cancerígena y tampoco es inflamable aunque si es levemente irritante en contacto en los ojos y piel, es explosivo si se mezcla con agentes reductores fuertes, como hipoclorito y por termo descomposición, produce gases inflamables y tóxicos (NH₃ y CO₂).

(<http://www.textoscientificos.com/..html>)

3.7.7. Solubilidad

Es muy soluble en agua, alcohol y amoníaco. Poco soluble en éter y otros a temperatura ambiente. (<http://brainly.lat/tarea/223509.html>)

Principales reacciones:

Por termo descomposición, a temperaturas cercanas a los 150 - 160 °C, produce gases inflamables y tóxicos y otros compuestos. Por ejemplo amoníaco, dióxido

de carbono, cianato de amonio (NH_4OCN) y biurea HN (CONH_2)₂. Si se continúa calentando, se obtienen compuestos cíclicos del ácido cinabrio. Soluciones de urea neutra, se hidrolizan muy lentamente en ausencia de microorganismos, dando amoníaco y dióxido de carbono. (<http://www.textoscientificos.com/..html>)

3.7.8. Urea en la naturaleza

La urea es producida por los mamíferos como producto de la eliminación del amoníaco, el cual es altamente tóxico para los mismos. El llamado ciclo de la urea, es el proceso que consiste en la formación de urea a partir de amoníaco. Es un proceso que consume energía, pero es indispensable para el quimismo vital. En los humanos al igual que en el resto de los mamíferos, la urea es un producto de desecho, producido cuando el cuerpo ha digerido las proteínas. Esta es llevada a través de la sangre a los riñones, los cuales filtran la urea de la sangre y la depositan en la orina. Un hombre adulto elimina aproximadamente unos 28 g de urea por día. (<http://www.textoscientificos.com/..html>)

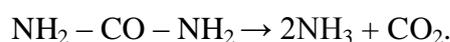
Por otra parte, se encuentran en el suelo numerosas bacterias que liberan una enzima llamada ureasa. La ureasa es una enzima hidrolítica que cataliza la reacción de descomposición de urea por el agua, con formación de una molécula de anhídrido carbónico y dos moléculas de amoníaco. De ésta forma vemos que en dos situaciones distintas, en la naturaleza se verifica la reacción en ambos sentidos. (<http://www.textoscientificos.com/..html>)

3.7.9. La Urea como fertilizante para diferentes tipos de cultivos

El 90% de la urea producida se emplea como fertilizante. Se aplica al suelo y provee nitrógeno a la planta. También se utiliza la urea de bajo contenido de biuret (menor al 0.03%) como fertilizante de uso foliar. Se disuelve en agua y se aplica a las hojas de las plantas, sobre todo frutales, cítricos. La urea como fertilizante presenta la ventaja de proporcionar un alto contenido de nitrógeno, el cuál es esencial en el metabolismo de la planta ya que se relaciona directamente

con la cantidad de tallos y hojas, las cuáles absorben la luz para la fotosíntesis. Además el nitrógeno está presente en las vitaminas y proteínas, y se relaciona con el contenido proteico de los cereales. (<http://www.textoscientificos.com/..html>)

La urea se adapta a diferentes tipos de cultivos. Es necesario fertilizar, ya que con la cosecha se pierde una gran cantidad de nitrógeno. El grano se aplica al suelo, el cuál debe estar bien trabajado y ser rico en bacterias. La aplicación puede hacerse en el momento de la siembra o antes. Luego el grano se hidroliza y se descompone:



Debe tenerse mucho cuidado en la correcta aplicación de la urea al suelo. Si ésta es aplicada en la superficie, o si no se incorpora al suelo, ya sea por correcta aplicación, lluvia o riego, el amoníaco se vaporiza y las pérdidas son muy importantes. La carencia de nitrógeno en la planta se manifiesta en una disminución del área foliar y una caída de la actividad fotosintética. (<http://www.textoscientificos.com/..html>)

3.7.10. Eficiencia de uso del nitrógeno en Trigo

La respuesta del trigo al nitrógeno es substancialmente menor a la que manifiesta el maíz. Esto puede atribuirse seguramente a la calidad superior del grano de trigo, ligado a una menor eficiencia fisiológica. Sin embargo, los ensayos realizados en la última década muestran una respuesta promedio de 6 a 7 kg de trigo por cada kg de nitrógeno aplicado, con máximos de 12 a 14. Esto significa que si el trigo requiere de 30 a 35 kg de N para producir una tonelada de grano, la eficiencia de utilización del nitrógeno de la urea es en promedio de 18 al 25 %, llegando en el mejor de los casos al 50 %, valores significativamente inferiores a los que presenta el maíz. Estos resultados están evidenciando que las pérdidas de N, o las ineficiencias para su aprovechamiento en el cultivo de trigo son elevadas y que existen substanciales posibilidades de mejorar.

(<http://www.fertilizando.com/articulos/.html>)

3.7.11. Incrementación de la eficiencia del uso del nitrógeno

Una de las prácticas recomendadas para incrementar la eficiencia de uso del N a valores que rondan el 70 %, es la fertilización foliar. Sin embargo esta alternativa se ve limitada por las bajas cantidades que se pueden adicionar por aplicación (10 kg N/ha). Ante condiciones propicias para la pérdida de N, habría que tratar de incorporar el fertilizante al suelo o utilizar dosis bajas en más de una aplicación. Otra alternativa es la utilización de inhibidores de la actividad ureásica o de la nitrificación o fertilizantes de liberación lenta. Utilizar fuentes alternativas de N como el nitrato de amonio calcáreo o el UAN puede contribuir a reducir las pérdidas gaseosas en algunas situaciones en particular. Sin duda la mejora genética de híbridos o cultivares capaces de utilizar con mayor eficiencia el N sería de gran utilidad, sin embargo esto se contrapone con la selección en ambientes de alta dotación de nitrógeno.

(<http://www.fertilizando.com/articulos/.html>)

Las labranzas conservacionistas y la siembra directa tienden a reducir las pérdidas por escurrimiento y la erosión. Sin embargo es probable que en siembra directa las pérdidas por otros mecanismos sean superiores. El riego frecuente, junto dosis bajas de N, incrementa la eficiencia de uso en la mayoría de los casos. La aplicación de fertilizantes con el agua de riego, que representa una aplicación a las plantas más que al suelo, junto con la utilización de fertilizantes de liberación lenta es útiles para controlar las pérdidas de N.

(<http://www.fertilizando.com/articulos/.html>)

Las rotaciones de cultivos con diferentes sistemas radicales y profundidad de enraizamiento permiten la mejor utilización y aprovechamiento del N. La aplicación de fertilizantes en campos cultivados se hace en una dosis única para potreros usualmente mayores a 10 ha, sin considerar la variabilidad natural o adquirida dentro del potrero. La agricultura de precisión permite la aplicación precisa de fertilizantes teniendo en cuenta las necesidades de los cultivos y la

variación de la fertilidad del suelo, incrementando la eficiencia de uso del nitrógeno en los cultivos. (<http://www.fertilizando.com/articulos/Eficiencia...html>)

3.7.12. Consideraciones finales

Mediante un conjunto de prácticas de manejo, tecnologías y mejoramiento genético pueden lograrse eficiencias superiores al 85%. Cada mejora en la eficiencia de uso del nitrógeno, que implica una reducción en las pérdidas del mismo y un incremento en la absorción, repercute proporcionalmente en el retorno económico.

Existen posibilidades concretas y vale el esfuerzo encararlas. Este es un aspecto que deberá ser considerado con mayor importancia en el futuro, si continúa la tendencia de disminución en valor relativo de los cereales y el aumento del costo de los fertilizantes. (<http://www.fertilizando.com/articulos/..html>)

3.8. FÓSFORO

Si el contenido, de (P_2O_5), se encuentra entre 5 y 15, se puede rebajar de un 30 a un 40% del fósforo que se ha indicado como necesario. Si el contenido es normal se puede eliminar todo el fósforo.

El fósforo comienza a hacerse disponible a las plantas a partir de pH 6. La máxima disponibilidad se encuentra entre 6,5 y 7,5. A partir de un pH 8, la disponibilidad disminuye rápidamente. En otro aspecto, con pH superior a 8, se produce el fenómeno de "retrogradación", por el cual una parte del fósforo disponible, de ser soluble al agua y a los ácidos débiles, pasa a insoluble, y, por consiguiente, no disponible para la cosecha. En los suelos con pH inferior a 6 se hace necesario un encalado previo a la realización de fertilizante fosfatado. (CIMMYT. 2007)

A principio de la vida vegetativa del trigo, el fósforo favorece mucho el desarrollo de las hojas, que se encuentran más enderezadas, y beneficia también notablemente el desarrollo radicular. El fósforo es un correctivo del nitrógeno en el sentido de que da más rigidez a la planta, También resiste las heladas, así como el nitrógeno retrasa la maduración, el fósforo la anticipa. (CIMMYT. 2007)

3.9. POTASIO

Su símbolo químico “K” del Alemán Kali. El K es absorbido por las plantas en cantidades mucho mayores que otros nutrientes (excepto N). Corrientemente se denomina "potasa" al óxido de potasio, K_2O , y en potasa se expresan las riquezas de los fertilizantes potásicos. La potasa queda enterrada por los coloides del suelo, por lo que debe incorporarse con una rastra para ponerla al alcance de las raíces. El potasio disminuye la transpiración, por lo que la resistencia a la sequía aumenta; también hace a la planta más resistente al frío. La necesidad máxima de potasio para el trigo es en el encañado. (Hernández, J. et al., 2010)

A continuación se determina el promedio general de extracción de nutrientes de los tipos de trigo:

Cuadro N° 4. Promedio de nutrientes del trigo

Extracciones	Trigo Blando	Trigo Duro
N	28 Kg/Tm grano	32 Kg/Tm grano
P_2O_5	14 Kg/Tm grano	15 Kg/Tm grano
K_2O	25-40 Kg/Tm grano	25-40 Kg/Tm grano

Fuente: (Mulero, J. 2007)

3.10. DESINFECCIÓN DE SEMILLA

La desinfección de la semilla del trigo se realiza con Vitavax (carboxin+captan) a una dosis de 1.0 - 2.0 gramos/Kg de semilla cubriendo totalmente las semillas ya sean por espolvoreo o vía húmeda. (Vademécum Agrícola. 2007)

3.11. SIEMBRA

En nuestra provincia, las siembras se inician entre diciembre y abril, sin embargo en algunas zonas se acostumbra a sembrar antes tomando en cuenta los factores climáticos. La cantidad de semilla a emplearse para la siembra varía con el tipo de suelo, variedad y método de siembra. (Monar, C. 2015)

En trabajos realizados por el INIAP en nuestra provincia para trigo harinero, se recomienda sembrar 140 Kg/Ha de semilla certificada en el sistema de siembra al voleo. (Monar, C. 2015)

Para el trigo duro se puede establecer los siguientes criterios para la siembra:

Establecer unas 250 plantas/m² - 500 ± 10% (espigas); tomando en consideración el Poder germinativo y peso de 1000 semillas.

Trigo duro: 180-230 kg/Ha.

Máquina: Separación entre líneas 15-18 cm.

Al voleo: desaconsejable.

Profundidad: 2-5 cm. (Mulero, J. 2007)

La densidad de siembra de trigo duro al voleo y con el 95 % de germinación en la zona agroecológica de Laguacoto está entre 180 – 200 Kg/ha. (Monar, C. 2015)

En el ciclo vegetativo del trigo se distinguen tres períodos:

- Período vegetativo, que comprende desde la siembra hasta el comienzo del encañado.
- Período de reproducción, desde el encañado hasta la terminación del espigado.
- Período de maduración, que comprende desde el final del espigado hasta el momento de la recolección. (<http://www.fflfoagro.eoffl/herbáceos/trigo/..htm>)

3.11.1. Siembra en surcos

La siembra en surcos o línea, se realiza con sembradoras de cereales de invierno que efectúa la operación de siembra y la de abonada a la vez. Con este sistema se reduce la cantidad de semillas empleadas a 120 Kg/Ha. la distribución de las plantas es más uniforme, el grado de ahijamiento mayor. (Producción Agrícola. 1995)

En la zona sur de los cantones de San Miguel y Chillanes, la siembra se realiza en surcos realizados con arado de reja separados cada 20 y 25 cm, posteriormente el tape con el mismo arado de reja con tracción de la yunta. (Monar, C. 2002)

Ventajas:

- Existe una mejor distribución de la semilla y fertilizantes químico y orgánico.
- La limpieza de malezas se puede realizar mecánicamente y en forma más eficiente.
- Se reduce la cantidad de semilla por hectárea 120 Kg/Ha.
- El cultivo tiene un mejor desarrollo. (INIAP. 2006)

Desventajas:

- Se ocupa mayor cantidad de terreno.
- La distribución de la semilla al momento de la siembra en el terreno requiere de mayor disponibilidad de tiempo.
- Con el tape del arado de reja, la semilla puede taparse con exceso de suelo, especialmente en suelo de ladera. (Monar, C. 2001)

3.12. ENFERMEDADES

Durante su ciclo vegetativo el trigo es susceptible al ataque de plagas y enfermedades producidas por diferentes patógenos, las principales plagas y enfermedades que se presentan en el cultivo son:

3.12.1. Las royas de los cereales

Son hongos del género *Puccinia*, que ocasionan unas pústulas en las hojas y las espigas de los cereales. En las hojas, las pústulas perjudican la asimilación y perturban el metabolismo, con lo que el rendimiento disminuye. (Vademécum Agrícola. 2007)

Las pústulas que ocasionan son origen de un gran número de esporas, que son transportadas por el viento y originan la propagación de la enfermedad. Entre las royas más importantes se encuentran la roya amarilla, producida por el hongo (*Puccinia striiformis*), la roya de la hoja, producida por (*Puccinia recondita*) y la roya del tallo producida por (*Puccinia graminis*). La defensa contra las royas es el cultivo de variedades resistentes a ella. No obstante, en caso de años de enfermedad, pueden ser útiles económicamente algunos fungicidas como Triadimefon (Bayleton 250 CE) y butrizol.

([http://canales.ideal.es/canalagro/trigo/.](http://canales.ideal.es/canalagro/trigo/))

- **Roya de la hoja (*Puccinia recondita*)** las pústulas tienen forma circular o ligeramente elíptica, son más pequeñas que las de la roya del tallo, por lo general no se aglutinan y tienen masas de uredosporas cuyo color fluctúa entre el anaranjado y el café anaranjado. Los sitios de infección se encuentran fundamentalmente en el anverso de las hojas y vainas y en ocasiones, en el cuello y aristas. (Vademécum Agrícola. 2000)
- **Roya amarilla (*Puccinia striiformis*)**, las pústulas de la roya amarillas o lineal, que contiene uredosporas de un color que varía entre amarillo y el amarillo anaranjado, por lo general forman estrías estrechas sobre las hojas. Se pueden encontrar pústulas sobre vainas, cuellos y glumas. (CIMMYT. 2008)
- **Roya del tallo (*Puccinia graminis*)**, Ataca preferentemente al tallo y vaina foliar, aunque posteriormente puede extenderse a la lámina y en condiciones

favorables, toda la parte aérea de la planta. Se presenta bajo forma de pústulas herrumbrosas, alargadas, aisladas o confluentes, seriadas o con disposición lineal. Al final, las pústulas, se abultan, rompen la epidermis, dejando escapar un polvo de color amarillo pardusco. (<http://www.laguiasata.com/>.html)

3.12.2. Manchas por Cenicillas

- **Oídio (*Erysiphe graminis*)**, las hojas atacadas presentan unas manchas verdes rodeadas por zonas amarillentas. En el centro de estas manchas aparece una pelusa que está formada por diversos órganos del hongo. Los ataques se inician en las hojas próximas al suelo y, si las condiciones son favorables, la infección asciende por la planta hasta alcanzar la espiga. (<http://www3.syngenta.com/>.html)

Entre los productos que se pueden utilizar en el control del oídio podemos citar: Cyproconazol (Alto 100 sl), Diniconazol, Etirimol, Pyrazophos (Afugan) y Triadimefon entre otros. También se utiliza para la prevención del oídio el azufre, que resulta muy económico. (<http://canales.ideal.es/>.html)

3.12.3. Carbones

- **Carbón hediondo (*Tilletia caries*)**, Los síntomas solo pueden ser detectados a partir del espigado, antes la planta muestra solamente un macollamiento más intenso. Las espigas presentan una coloración verde azulada, con falsos granos constituidos por masas pulverulentas y carbonosas, de mal olor y visibles al estado granoso, lechoso. Solo aparecen en las espigas de plantas maduras, las que presentan menor altura. Los granos enfermos son más cortos, oscuros y gruesos; desprenden una sustancia pegajosa y mal oliente. El hongo sobrevive en el suelo, en las semillas contaminadas y sobre otras gramíneas hospederas. (<http://www.bayercropscience.cl/>.asp.html)

- **Carbón volador (*Ustilago tritici*)**, destruye totalmente las espiguillas, tanto en trigo como en cebada, dejando solamente el raquis. Empieza desde la época de la floración y se manifiestan antes que las espigas salgan de la vaina que la rodea, pues cuando éstas emergen ya se hallan completamente destruidas y cubiertas de una abundante masa pulverulenta, castaño verdusco a negra, que termina por desprenderse muy fácilmente. Las plantas enfermas no alcanzan, a veces, la altura de las plantas sanas, pero hasta la espigazón parecen ser de más precocidad, se puede prevenir con una desinfección de las semillas. (<http://www.laguiasata.com/Ustilago%20nuda.html>)

3.12.4. Manchas Foliare

- **Tizón foliar (*Septoria tritici*)**, Los sitios de infección inicial tienen una forma irregular, con manchas o lesiones cloróticas ovales o alargadas. A medida que se extienden, en centro de las lesiones se toma de color pajizo pálido, ligeramente necrótico, a menudo con numerosos puntitos negros (picnidios). Las lesiones causada por *Septoria tritici* tienden a ser lineales y restringidos lateralmente. Puede ser afectado en todo las partes de la planta, las infecciones intensas puede matar las hojas, espigas y toda la planta. (CIMMYT. 2007)
- **Tizón foliar (*Helminthosporium sativum*)**, Las lesiones tienen forma alargada u oval y por lo general son de color café oscuro. Conforme madura la lesión en el centro a menudo se torna de color que varía entre el café claro y el bronceado, y está rodeado por un anillo irregular de color café oscuro. (CIMMYT. 2008)
- **Mancha foliar (*Fusarium nivale*)**, A fines de la etapa de formación de nudos y comienzos del embuchamiento aparece la enfermedad *Fusarium nivale*. Las lesiones se presentan como zonas moteadas ovales o elípticas, de color verde grisáceo, localizadas generalmente donde se curva la hoja. Las lesiones crecen con rapidez, convirtiéndose en manchas “oculares” con

centros blanquecinos a partir del centro de las lesiones. El hongo también puede ser tizón de las plántulas, pudrición del pie, roña del espigado y en los cereales de invierno, moho níveo rosado. Las esporas se producen en resto de cultivo sobre la superficie del suelo y son transportadas a las hojas por el viento y la lluvia. El tiempo fresco y húmedo favorece el desarrollo de la enfermedad. (CIMMYT. 2008)

- **Alternaria (*Alternaria triticina*)**, aparecen pequeñas lesiones cloróticas o elípticas que, a medida que se extiende. Toma una forma irregular. Los bordes de las lesiones pueden volverse difusos y de color café claro u oscuro. La infección comienza generalmente en las hojas inferiores. Los conidios producidos en las primeras lesiones son dispersados por el viento e inician las infecciones secundarias. El inóculo se transmite por las semillas, generalmente produce infecciones hacia el final del ciclo de cultivo. (<http://www.sinavimo.gov.ar/plaga/alternaria-triticina.html>)
- **Virus del Amarillamiento (BYDV)**, Las plantas afectadas presentan hojas amarillentas, crecimiento de raíces reducido, retraso (o ausencia) de la formación de espigas y disminución del rendimiento. Las espigas de las plantas enfermas tienden a mantenerse erguidas y se tornan negras o descoloridas durante la maduración, a causa de las colonias de hongos saprofitos. (CIMMYT. 2008)

3.13. DEFENSA NATURAL CONTRA PATÓGENOS Y PARÁSITOS

Tres estrategias de defensa pueden ser reconocidas en plantas: Evasión Resistencia y Tolerancia, el más importante es la resistencia. La evasión reduce los chances para el contacto entre huésped o planta alimento y un potencial enemigo natural, generalmente con un resultado de una particular morfología, fonología u olor de la planta huésped. Resistencia es la habilidad de la planta para reducir el crecimiento y/o desarrollo de la cantidad de daños por unidad de cantidad de parásito, mientras más baja la producción, más tolerante (igual menos

sensibilidad) es la planta. (Proyecto de Resistencia Duradera en la Zona Andina, EC) (<http://www.utm.mx/temas/temas-docs>. y PREDUZA. 1998)

3.14. RESISTENCIA DE NO HUÉSPED

Es bien conocido que todas las especies de plantas son completamente resistentes a una mayoría de potenciales enemigos naturales, en otras palabras, todas las especies de plantas no son huéspedes (plantas no comestibles) para una mayoría de potenciales enemigos. (Rosales, M.; Mascarúa, M. 2001)

3.15. GENÉTICA DE RESISTENCIA DE NO HUÉSPED

Basándose en la definición de no huésped es posible dilucidar las bases genéticas de este tipo de resistencia a través de la genética clásica. Una alternativa es investigar la genética del huésped mediante la degeneración de fusiones ínter específico de protoplastos y retrocruzado. Otra posibilidad, es realizar estudios genéticos en combinación de patógeno huésped en la cual la susceptibilidad es extremadamente rara, o de nivel muy bajo, que la relación de no huésped es alcanzada, este tipo de investigación puede ayudar a entender la genética de la resistencia no inverso. (<http://www.utm.mx/temas/temas-docs>.. y PREDUZA. 1998)

3.16. RESISTENCIA VERTICAL

La resistencia vertical, resulta limitado su potencial para contribuir a una resistencia vegetal durable a las plagas y a las enfermedades. Sin embargo, la resistencia vertical en combinación con la ingeniería genética ofrece muchas posibilidades viejas y nuevas para lograr formas rápidas y baratas de resistencia durable. (<http://www.utm.mx/temas/temas-docs>. y Mathre. 1995)

3.17. RESISTENCIA AMPLIA (RESISTENCIA HORIZONTAL)

La resistencia amplia (resistencia horizontal) tiene la ventaja que es efectiva contra varias especies de enemigos naturales, por tanto en mejoramiento para implementar el nivel de esta resistencia puede ser bastante eficiente en su efecto. (<http://www.utm.mx/temas/temas-docs>. y Danial, D. 1999)

3.18. MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL TRIGO

3.18.1. Objetivo en el mejoramiento del trigo

El objetivo final del mejoramiento del trigo es obtener nuevas variedades, que sean mejores en algunas características importantes. Este objetivo solo puede lograrse por medio de una selección cuidadosamente planeada y procedimientos de hibridación orientados hacia finalidades perfectamente establecidas y definidas. (<http://fitomejoramientofca2011.blogspot.com>)

3.18.2. Métodos de mejoramiento de trigo

Las nuevas variedades se crean mediante introducciones seleccionadas, o hibridación.

3.18.3. Variedades originadas por selección

Las variedades más antiguas eran puras cuando se introdujeron perdieron su pureza después de varios años de producción debido a mezclas, hibridación natural o mutaciones con objeto de purificar dichas mezclas se practicó la selección y en muchos casos se originaron nuevas variedades de plantas sobresalientes, encontradas por los propios agricultores o por los mejoradores en los campos de trigo. (<http://fitomejoramientofca2011.blogspot.com> y Producción Agrícola. 1995)

3.18.4. Variedades creadas por hibridación

Gracias a los trabajos básicos en ciencias desarrollados por Mendel, desde 1930, la mayor parte de las variedades mejoradas, se han obtenido por hibridación, esto es lógico ya que solo se puede llevar a cabo un programa inteligente de hibridación una vez que se han seleccionado y probado los materiales progenitores y se han aislado las mejores líneas de dichos materiales.

(<http://www.monografias.com/trabajos82/experimentacion-hibridacion...shtml>)

La gran acumulación de conocimientos en el campo de la genética en la primera parte de este siglo, han conducido a una mayor comprensión de la mecánica y los principios que intervienen en la combinación de características convenientes de variedades progenitoras mediante la hibridación.

(<http://fitomejoramientofca2011.blogspot.com> y Manual Agrícola. 1994)

3.18.5. Variedades de trigo duro

Clasificación según su ciclo:

Ciclo corto: Mexa, Roqueño, Nuño.

Ciclo medio: Kidur, Valnova, Nita.

Ciclo largo: Camacho, Filoca, Randur. (Conxita, R. 1998)

3.18.6. Cruzas Interespecíficas

Se han utilizado cruza interespecíficas en el trigo para transferir genes de resistencia a la roya del tallo, a la roya de la hoja y a la mosca Hessiana y determinantes de otras características del trigo común.

(<http://fitomejoramientofca2011.blogspot.com> y Poehlman, J. 1995)

3.18.7. Rendimiento del grano

El rendimiento de una variedad se mide en kilogramos o en hectolitros por hectárea. La capacidad de una variedad para producir se manifiesta mediante los

procesos fotosintéticos y metabólicos dentro de la planta. Quizá se debiera decir que la capacidad de rendimiento de una variedad depende de su capacidad peculiar para sintetizar almidones, proteínas y otros materiales, tras localizarlos y almacenarlos en el grano. (<https://prezi.com/fn4aftxmxmtw/mejoramiento-genetico>. y *Práctica de Cultivos*. 1996)

3.18.8. Precocidad

La mayor parte de los trigos precoces tienen paja más corta y por lo tanto es menos probable que se acamen, pero también ciertos inconvenientes una maduración temprana. Los trigos extremadamente precoces pueden ser de más bajo rendimiento y menor resistencia al invierno. La herencia de la precocidad es compleja y aparentemente depende de las variedades específicas que se cruce. (<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60826108> y López, A. 1999)

Variedades precoces con ciclo de cultivo de 130 a 150 días son los más apropiados en zonas agroecológicas con alta incidencia de fuertes vientos y lluvias menores de 400 a 500 mm anuales. (Monar, C. 2002)

3.18.9. Capacidad de los tallos para permanecer erectos

La capacidad de una variedad para permanecer erectos en el campo hasta el momento de la cosecha sin pérdida del grano tiene importancia para la obtención de alto rendimiento. El uso combinado y la aplicación de mayores cantidades de fertilizantes, en particular nitrógeno, han aumentado la necesidad de que el fítomejorador obtenga mejores variedades con relación a su capacidad de permanecer erectos. (<http://www.redalyc.org/articulo>. y Poehlman, J. 1995)

3.18.10. Resistencia al acame

El encamado es tan importante en zonas fértiles que tan sólo se pueden sembrar variedades que no sean propensas a este riesgo. El encamado es más frecuente en

terrenos de regadío que en los de secano, por lo que hay que buscar siempre variedades resistentes, sobre todo en terrenos fértiles.

(<http://canales.ideai.es/canalagro/datos/herbaceos/cereales/trigo2.html>)

El acame en el trigo se produce como resultado del encorvado a la rotura de los tallos. Las lluvias, el granizo y los vientos fuertes que se presentan después del espigado de trigo, pero antes de su maduración, son causas comunes de acame.

Las plantas que sean hereditariamente débiles, o exclusivamente suculentas como resultado de una alta fertilización nitrogenada o exceso de humedad en el suelo serán más susceptibles a los daños por acame. La resistencia al acame se puede mejorar mediante la creación de variedades con: tallos firmes y resistentes, paja corta. Un sistema radicular vigoroso que le dé a la planta un anclaje firme en el suelo. Paja más flexible que no se rompa por el efecto del viento y resistencia a enfermedades e insectos que debiliten la paja o el sistema radicular. (PREDUZA. 1998)

3.18.11. Resistencia al desgrane

Las pérdidas por desgrane se presentan generalmente cuando la cosecha se retrasa por algún tiempo después de la maduración especialmente si los trigos maduran durante un período bastante caluroso, seco y con la presencia de fuertes vientos. (Monar, C. 2000)

3.18.12. Calidad

Los objetivos del mejoramiento del trigo están especialmente hacia la producción de un mayor rendimiento del grano. Para el agricultor que se interese por la calidad para el mercado del trigo el concepto de calidad no siempre tiene el mismo significado para él, que para el molinero o el panadero a quienes interesa principalmente para la molienda y la panificación.

(<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60826108> y Poehlman, J. 1995)

3.18.13. Calidad del trigo duro

- Peso específico (Kg/Hl): Relacionado con el rendimiento de harina o sémola. Valores normales: 77-80 (Trigo Blando o Harinero), 78-82 (Trigo Duro).
- % Proteínas: Explican bien el comportamiento posterior de la masa ya que el gluten (gualina y glutamina) retiene CO₂ permitiendo a la masa expandirse. Valores normales: 10-13%.
- Rendimiento de Molienda: % de harina o sémola extraída. Valores normales: 70-75%.
- % Cenizas: Contenido de sales minerales. Relacionado inversamente con rendimiento en harina o sémola. Valores normales: 1,5-1,9%.
- Peso de 1000 semillas (g): Sobre todo en T. Duros. Valores normales: 35-50 g.
- En Trigos Duros, además: Vitrosidad (%): Expresa dureza y compacidad del grano. Muy relacionado con el rendimiento en sémola. Ha de ser mayor del 80%. Carácter genérico pero muy influido por ambiente.
- % β -Caroteno: Da color amarillo-ámbar. Debe ser mayor del 4%. (Mulero, J. 2007)

3.18.14. Mejoramiento de plantas en ambientes favorables

Aunque aparentemente se ha estabilizado el nivel más alto de resistencia de trigo al invierno, en la actualidad los fitogenetistas han creado muchas variedades que combinan con una excelente resistencia al invierno con mejorías en varias calidades, como la resistencia al acame. Resistencia a las enfermedades, mejor grano y rendimiento. En los granos de cereales, el germoplasma doméstico con un crecimiento adaptado a la primavera podría ser una fuente valiosa de diversidad genética para la tolerancia al frío. (INIA. 2009)

3.19. COSECHA

La cosecha se realiza en época seca del año cuando el grano se encuentre lo suficiente maduro pero no fácilmente desprendible de las espigas para evitar

pérdidas. La cosecha puede ser realizada a mano con hoz, o a máquina. (Fierro, H. 1997.; Monar, C. 2010)

3.20. AGROINDUSTRIA DEL TRIGO

El trigo es el cereal producido en forma más extensa en el mundo. La mayor parte del trigo se destina a consumo humano; por lo tanto, su aporte a la ingesta calórica es significativo, particularmente en las Américas y el Medio Oriente. El procesamiento del trigo entero a harina de trigo generalmente se concentra en unos pocos molinos grandes. La harina producida se usa para fabricar pan, galletas, pastas, tortillas, pastelería, pan integral y otros productos. En el estado de Baja California la industria harinera demanda trigo grupo uno con altas especificaciones de calidad, ya que las empresas de panificación industrial exigen harinas con estándares de calidad muy estrictos. (SAGARPA. 2012)

3.20.1. Contenido de micronutrientes del trigo y la harina de trigo

En su estado natural, el trigo es una buena fuente de vitaminas B₁ (tiamina), B₂ (riboflavina), Niacina, B₆ (piridoxina), E, Hierro y Zinc. Sin embargo, debido a que la mayoría de estos nutrientes se concentran en las capas externas del grano de trigo, se pierde una proporción significativa durante el proceso de molienda. Para tasas de extracción más bajas de harina (harinas más refinadas), la pérdida de vitaminas y minerales es mayor. (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, ME) (SAGARPA. 2012)

3.20.2. Cadena agroindustrial del trigo

El trigo recorre un largo camino desde la producción del grano hasta la obtención de los diferentes tipos de productos farináceos elaborados con la harina que resulta de la operación de molienda. Los distintos eslabones que componen la cadena agroindustrial del trigo le agregan valor a la producción primaria.

Trigo en agroindustria

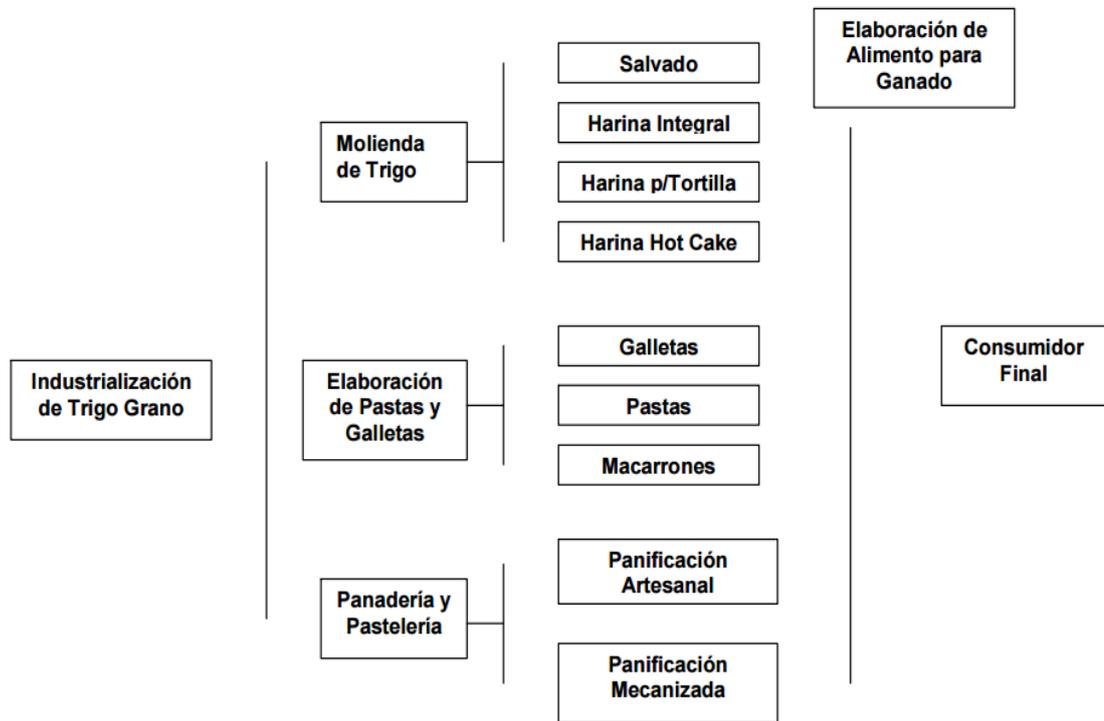


Gráfico N° 5. Proceso del trigo en la agroindustria
Fuente: (SAGARPA. 2012).

De esta manera, los productos que se obtienen en las sucesivas operaciones y posteriores procesos industriales de transformación satisfacen las demandas de consumidores tanto internos como externos. (SAGARPA. 2012)

IV. MARCO METODOLÓGICO

4.1. MATERIALES

4.1.1. Ubicación del ensayo

Provincia:	Bolívar
Cantón:	Guaranda
Parroquia:	Veintimilla
Localidad:	Granja Laguacoto III de la UEB.

4.1.2. Situación geográfica y climática

Cuadro N° 5. Situación geográfica y climática de Laguacoto III.

PARÁMETRO	VALOR
Altitud:	2.622 msnm
Latitud:	01°36'52'' S
Longitud:	78°59'54'' W
Temperatura máxima:	21 °C
Temperatura mínima:	7 °C
Temperatura media: anual	14.4 °C
Precipitación media: anual	980 mm
Heliofanía: promedio anual	900/h/l/año
Humedad Relativa: Promedio anual	70 %
Velocidad promedio del viento:	6 m/s

Fuente: Estación Meteorológica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente de la Universidad Estatal de Bolívar (2015).

4.1.3. Zona de vida

La localidad en estudio de acuerdo a la zona de vida de Holdrije, L. citado por Cañadas (1999), se encuentra en el Bosque Seco Montano Bajo (bs – MB).

4.1.4. Material experimental

Cuatro líneas promisorias de trigo duro provenientes del Programa de Semillas de la Universidad Estatal de Bolívar, y como fuente de Nitrógeno la urea al 46% de N.

4.1.5. Materiales de campo

- Lote de terreno de 756 m²
- Cámara fotográfica digital
- Botas de campo
- Libreta de campo
- Balde plástico
- Estacas y piola
- Cinta métrica
- Cal
- Herramientas manuales (Azadones, rastrillos, machetes, etc.)
- Fundas plásticas
- Balanza de reloj y precisión de peso hectolítrico
- Bomba de mochila
- Envases
- Trilladora
- Insecticidas (Cipermetrina)
- Herbicida (Metsulfuron Metil 60%)
- Hoz

4.1.6. Materiales de oficina

- Laptop e impresora
- Papel bon
- Conexión a internet
- Transporte
- Lápices

- Pen drive
- Copias Xerox
- Bibliografía
- Programas estadísticos: Statistix 9.0 e INFOSTAT

4.2. MÉTODOS

4.2.1. Factores en estudio

- **Factor A:** cuatro líneas promisorias de trigo duro:

Cuadro N° 6. Líneas en estudio

LÍNEA	CÓDIGO/CRUZA (CIMMYT. 2007)
A1	AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//... CDSS97Y00729S-0TOPM-2Y-0M-0Y-0B-0B-1Y-0BLR-4Y-0B
A2	LLARETA INIA/GUANAY//RASCON_37/2*TARRO_2 CDSS00Y01042T-0TOPB-16Y-0BLR-9Y-0B-0Y-2M-0
A3	PLATA_10/4/RYA/BERK//HUI/3/LARU/5/HUI//... CDSS00Y01128T-0TOPB-20Y-0MLR-3Y-0B-0Y-1B-0Y
A4	SWAHEN_2/KIRKI_8//PROZANA_1 CDSS94Y00783T-C-1M-0Y-0B-2Y-0B-0BLR-1Y-0B

- **Factor B:** tres niveles de Nitrógeno en Kg/ha:

B1: 0

B2: 40

B3: 80

4.2.2. Tratamientos

Doce tratamientos resultantes de la combinación de los factores en estudio (AxB)

Líneas de trigo, por niveles de nitrógeno.

Número de tratamientos: AxB: 4x3 = 12, según la siguiente descripción:

Cuadro N° 7. Número de tratamientos: AxB

Trat. N°	Código	Descripción/Cuza (CIMMYT. 2007)	Dosis de N en Kg/ha
T1	A1B1	AJAIA_12/F3LOCAL(SELETHIO.135.85)//... CDSS97Y00729S-0TOPM-2Y-0M-0Y-0B-0B-1Y-0BLR-4Y-0B	0
T2	A1B2	AJAIA_12/F3LOCAL(SELETHIO.135.85)//... CDSS97Y00729S-0TOPM-2Y-0M-0Y-0B-0B-1Y-0BLR-4Y-0B	40
T3	A1B3	AJAIA_12/F3LOCAL(SELETHIO.135.85)//... CDSS97Y00729S-0TOPM-2Y-0M-0Y-0B-0B-1Y-0BLR-4Y-0B	80
T4	A2B1	LLARETA INIA/GUANAY//RASCON_37/2*TARRO_2 CDSS00Y01042T-0TOPB-16Y-0BLR-9Y-0B-0Y-2M-0	0
T5	A2B2	LLARETA INIA/GUANAY//RASCON_37/2*TARRO_2 CDSS00Y01042T-0TOPB-16Y-0BLR-9Y-0B-0Y-2M-0	40
T6	A2B3	LLARETA INIA/GUANAY//RASCON_37/2*TARRO_2 CDSS00Y01042T-0TOPB-16Y-0BLR-9Y-0B-0Y-2M-0	80
T7	A3B1	PLATA_10/4/RYA/BERK//HUI/3/LARU/5/HUI//... CDSS00Y01128T-0TOPB-20Y-0MLR-3Y-0B-0Y-1B-0Y	0
T8	A3B2	PLATA_10/4/RYA/BERK//HUI/3/LARU/5/HUI//... CDSS00Y01128T-0TOPB-20Y-0MLR-3Y-0B-0Y-1B-0Y	40
T9	A3B3	PLATA_10/4/RYA/BERK//HUI/3/LARU/5/HUI//... CDSS00Y01128T-0TOPB-20Y-0MLR-3Y-0B-0Y-1B-0Y	80
T10	A4B1	SWAHEN_2/KIRKI_8//PROZANA_1 CDSS94Y00783T-C-1M-0Y-0B-2Y-0B-0BLR-1Y-0B	0
T11	A4B2	SWAHEN_2/KIRKI_8//PROZANA_1 CDSS94Y00783T-C-1M-0Y-0B-2Y-0B-0BLR-1Y-0B	40
T12	A4B3	SWAHEN_2/KIRKI_8//PROZANA_1 CDSS94Y00783T-C-1M-0Y-0B-2Y-0B-0BLR-1Y-0B	80

4.2.3. Procedimiento

Cuadro N° 8. Descripción del proceso de investigación

Tipo de diseño experimental:	Bloques Completos al Azar (DBCA), en arreglo factorial 4x3 en Parcela Dividida.
Número de tratamientos:	12
Número de repeticiones:	3

Número de parcelas grandes:	12
Número de sub parcelas:	36
Superficie total de la unidad experimental (Parcela grande)	288 m ² (12 m x 24 m)
Superficie de la unidad experimental neta (Sub parcela)	96 m ² (12 m x 8 m)
Superficie neta de la subparcela:	70 m ² (10 m x 7 m)
Área total del ensayo:	3456 m ² (96 m ² x 36) “sub parcelas”
Área neta total del ensayo:	2520 m ² (70 m ² x 36)
Área total del ensayo con caminos:	4040 m ² (101 m x 40 m)

4.2.4. Tipos de análisis

- **Análisis de varianza (ADEVA) según el siguiente detalle:**

ADEVA en arreglo factorial de 4x3x3 repeticiones en parcela dividida.

Cuadro N° 9. * Cuadrados Medios Esperados. Modelo fijo. Tratamientos seleccionados por el investigador.

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	CME*
Bloques (r-1)	2	$\int^2 e_2 + 3 \int^2 e_1 + 12 \int^2 \text{Bloques}$
Parcela grande FA: Líneas Trigo (a-1)	3	$\int^2 e_2 + 3 \int^2 e_1 + 9 \theta^2 A$
Error Experimental 1: (a-1) (r-1)	6	$\int^2 e_2 + 3 \int^2 e_1$
Sub parcelas FB: Niveles de N (b-1)	2	$\int^2 e_2 + 12 \theta^2 B$
FA x FB: (a-1) (b-1)	6	$\int^2 e_2 + 3 \theta^2 A \times B$
Error Experimental 2: a (b-1)(r-1)	16	$\int^2 e_2$
Total (t x r) - 1	35	

- Prueba de Tukey al 5% para comparar promedios del Factor A e interacción AxB
- Tendencias polinomiales para el Factor B.
- Análisis de correlación y regresión lineal.
- Análisis nutricional proximal de las mejores líneas de trigo duro.

4.3. MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y DATOS TOMADOS

4.3.1. Análisis de física y química de suelos antes y después del ensayo

Un mes previo a desarrollar la investigación se tomaron dos muestras de suelos: de 0 – 30 cm y 30 – 60 cm de profundidad, mismas que fueron enviados al Laboratorio de Suelos del Departamento Económico Productivo del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar, para determinar la textura y química del suelo.

Posterior a las labores de cosecha, se recolectaron 24 sub muestras de suelo de 0 – 30 cm y 24 sub muestras de 30 – 60 cm de profundidad, mismos que fueron enviados al Laboratorio de Suelos del Departamento Económico Productivo del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar para realizar un análisis químico completo.

Estos análisis químicos antes y después del ensayo sirvieron como insumos para determinar la eficiencia del Índice de Nitrógeno.

4.3.2. Toma de muestras de restos vegetales y grano

Se procedió a tomar una sub muestra de cada repetición con la ayuda de un cuadrante de 0,25 m² antes de la cosecha. Finalmente se obtuvieron tres muestras que corresponden a 0N; 40N y 80N. Se colocaron en sacos de lona y se llevaron a la bodega del Programa de Semillas de la Universidad donde se realizaron la

separación de los restos vegetales y grano, una vez separados se picaron los residuos vegetales y luego se tomó su peso total en una balanza analítica.

Finalmente se empacaron los residuos vegetales en fundas de papel con un peso promedio de 10 g por unidad y el grano con un peso promedio de 1 Kg por unidad, luego fueron enviados al Laboratorio de Suelos y Departamento de Nutrición y Calidad respectivamente del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), de la Estación Experimental Santa Catalina.

4.3.3. Materia seca

Se expresó en porcentaje. Se cosecharon cinco plantas al azar de cada parcela neta al inicio de la madurez fisiológica, se pesaron las muestras en fresco para luego introducirlas en la estufa a 65 °C hasta obtener un peso constante y obtener la muestra seca. Se utilizó la siguiente ecuación. (INIAP/PNRT-Papa. 2008)

$$\% \text{ Materia seca} = (\text{Peso seco/Peso fresco}) \times 100$$

Con estos datos se calculó la producción de materia seca de la planta en Kg/ha.

4.4. VARIABLES AGRONÓMICAS

4.4.1. Días a la emergencia de plántulas (DEP)

Esta variable se registró en días transcurridos desde la siembra y hasta cuando más del 50% de plántulas emergieron en la parcela total.

4.4.2. Número de plantas por metro cuadrado (PMC)

La población de PMC, se determinó mediante el conteo directo antes del período de macollamiento, entre los 15 y 20 días después de la siembra en cuatro muestras al azar dentro de cada unidad experimental, con la ayuda de un cuadrante de 0,25 m².

4.4.3. Número de macollos por planta (NMP)

Concluido el macollamiento, en la parcela neta, se tomaron al azar 20 plantas en las que se contaron el número de macollos y se calculó un promedio por planta.

Debido a los factores bioclimáticos y la respuesta de las cuatro líneas, el macollamiento concluyó entre los 35 y 45 días aproximadamente después de la siembra.

4.4.4. Días al espigamiento (DE)

Esta variable se registró en días transcurridos desde la siembra hasta cuando más del 50% de las plantas de la parcela total presentaron espigas completamente visibles.

4.4.5. Número de hojas por planta (NHPP)

Cuando el cultivo alcanzó la etapa de floración, se contaron el NHPP, en una muestra al azar de 20 plantas de cada parcela neta.

4.4.6. Número de nudos por tallo principal (NNPTP)

Concluido el período de la floración, se contaron el número de nudos por tallo principal en una muestra al azar de 20 plantas en cada unidad experimental.

4.4.7. Longitud entre nudos (LEN)

Cuando el cultivo alcanzó la etapa de espigamiento, se evaluaron en 20 plantas tomadas al azar de cada parcela neta. Con un flexómetro se midió la longitud entre nudos de las plantas en cm desde el nudo inferior hasta el nudo más próximo.

4.4.8. Color del tallo (CT)

En el período de espigamiento, se evaluaron en 20 plantas seleccionadas al azar de cada parcela neta, el color del tallo con la gama de color verde (Anexo N° 9).

4.4.9. Altura de plantas (AP)

En la fase de espigamiento, se evaluaron en 20 plantas seleccionadas al azar de cada parcela neta. Con un flexómetro se midió la altura total de las plantas en cm desde la corona del tallo hasta la última espiguilla de la espiga principal.

4.4.10. Diámetro del tallo (DT)

Cuando el cultivo alcanzó la etapa de madurez fisiológica, se evaluaron en 20 plantas tomadas al azar de cada parcela neta, con un calibrador Vernier se midió el diámetro de la sección media del tallo en mm.

4.4.11. Número de espigas por metro cuadrado (NEMC)

En madurez fisiológica, se contaron el número de EMC en cuatro muestras al azar en cada parcela neta, con la ayuda de un cuadrante de 0,25 m².

4.4.12. Número de espiguillas por espiga (NEE)

En madurez fisiológica, se contaron el número de espiguillas por espiga en una muestra al azar de 20 espigas de la parcela neta y se obtuvo un promedio de espiguillas por espiga.

4.4.13. Número de granos por espiguilla (NGE)

En madurez fisiológica, se tomaron al azar 20 espiguillas de la parcela neta y se contaron el número de granos por espiguilla.

4.4.14. Número de granos por espiga (NGEs)

En madurez fisiológica, se contaron el número de granos por espiga en una muestra al azar de 20 espigas por parcela neta y se multiplicó el número de granos de cada espiguilla por el correspondiente número de espiguillas por espiga.

4.4.15. Longitud de espiga (LE)

En la etapa de madurez fisiológica, se midió la longitud de las espigas en cm, en una muestra al azar de 20 espigas por parcela. La espiga se midió con un flexómetro desde la base del raquis, hasta la espiguilla terminal de la espiga.

4.4.16. Color de las espigas (CE)

En la etapa de madurez fisiológica, se evaluó el color de las espigas mediante la siguiente escala:

1. Blanco
2. Café claro
3. Café oscuro
4. Crema
5. Otros (Monar, C. 2000)

4.4.17. Acame del tallo (AT)

Cuando el cultivo alcanzó la fase de madurez fisiológica, se procedió a tomar muestras al azar en la parcela neta con la ayuda de un cuadrante de 0.25 m², en donde se registró el número de plantas acamadas, mismas que se expresaron en porcentaje.

4.4.18. Evaluación de enfermedades foliares (EEF)

Las enfermedades foliares como las royas del tallo, hoja y espiga, se evaluaron mediante la escala de COBB, en las fases vegetativa y reproductiva.

Cuadro N° 10. Escala de COBB. 2000

REACCIÓN	SÍNTOMAS Y SIGNOS
5/0	Sin infección visible.
10 R	Resistentes: clorosis o necrosis visible; no hay uredias presentes y si las hay son muy pequeñas.
20 MR	Moderadamente Resistentes: uredias pequeñas y rodeadas ya sea por áreas cloróticas o necróticas.
40 MR	Intermedias: uredias de tamaño variable, algunas clorosis, necrosis o ambas.
60 MS	Moderadamente Susceptibles: uredias de tamaño mediano y posiblemente rodeadas por áreas cloróticas.
100 S	Susceptibles: uredias grandes y generalmente con poca ausencia de clorosis, no hay necrosis.

Fuente: (CIMMYT. 1986).

Se realizaron evaluaciones cuantitativas y cualitativas de la incidencia y severidad de roya amarilla, (*Puccinia striiformis*), roya del tallo, (*Puccinia graminis*), roya de la hoja, (*Puccinia recondita*), y carbones, (*Tilletia indica*), en las fases de la emisión de la espiga (antes de la madurez fisiológica). Estas evaluaciones se realizaron en cada parcela neta. Las royas se evaluaron en cuanto a la severidad (% de infección en las plantas) y en la respuesta de campo (tipo de reacción, a la enfermedad).

La severidad se evaluó basándose en porcentaje de acuerdo a la escala de COBB modificada.

A partir de la fase de embuchamiento hasta el estado masoso duro en cada parcela neta se realizaron evaluaciones cuantitativas de las enfermedades foliares causadas por: *Fusarium nivale*, *Helminthosporium sativum* y *Septoria tritici*, de acuerdo a la siguiente escala:

- 1 a 3: Resistente
- 4 a 6: Medianamente resistente
- 7 a 9: Susceptible (CIMMYT. 1986)

4.4.19. Longitud de barbas (LB)

En madurez comercial, se midió en cm con un flexómetro la longitud de las barbas en 20 espigas tomadas al azar en cada parcela neta. Las varabas que se midieron fueron de la parte media de la espiga.

4.4.20. Desgrane de espigas (DE)

En la etapa de madurez comercial, se evaluó por observación directa el DE, en toda la parcela mediante la siguiente escala:

1. Resistente (Granos no visibles en la espiguillas)
2. Medianamente resistente (Un tercio de granos visibles en las espiguillas)
3. Susceptible. (Grano expuesto) (Monar, C. 2012)

4.4.21. Días a la cosecha (DC)

Cuando el cultivo alcanzó la fase de madurez comercial, se registraron los días transcurridos desde la siembra a la cosecha, es decir cuando el grano tuvo un 14% de humedad.

4.4.22. Rendimiento por parcela (RP)

Una vez trillado el trigo de cada parcela neta, se pesó en una balanza de reloj, mismo que se expresó en Kg/parcela.

4.4.23. Porcentaje de humedad del grano (PHG)

Este componente, se evaluó con la ayuda de un determinador portátil de humedad en porcentaje después de la cosecha en una muestra de cada unidad experimental.

4.4.24. Peso de 1000 semillas en gramos (PMS)

Esta variable, se determinó en gramos en una muestra al azar de 1000 semillas de cada tratamiento en una balanza de precisión con un contenido del 14% de humedad.

4.4.25. Rendimiento en kilogramos por hectárea (RH)

El rendimiento (Kg/Ha) al 14% de humedad, se calculó mediante la siguiente relación matemática. (Monar, C. 2000)

$$R = \text{PCP Kg.} \times \frac{10.000 \text{ m}^2/\text{ha.}}{\text{ANC m}^2/1} \times \frac{100\text{-HC}}{100\text{-HE}}; \text{ donde}$$

Dónde:

R= Rendimiento en Kg/ ha. al 14% de humedad

PCP= Peso de Campo por Parcela en Kg

ANC= Área Neta Cosechada en m²

HC= Porcentaje de Humedad de cosecha (%)

HE= Porcentaje de Humedad Estándar (14%)

4.4.26. Color del grano (CG)

Este descriptor se evaluó una vez que el grano fue cosechado, limpiado y seco al 14% de humedad y por observación directa se expresó mediante la siguiente escala.

1. Blanco
2. Amarillo/crema
3. Rojo/café
4. Otros (Monar, C. 2006)

4.4.27. Peso Hectolítrico (PH)

El PH se determinó en el Laboratorio del Programa de Cereales del INIAP- Santa Catalina en una balanza de precisión de peso hectolítrico en una muestra de 1 Kg. de cada unidad experimental y se expresó en puntos.

4.4.28. Profundidad radicular (PR)

Después de la cosecha la PR se midió en cm con un flexómetro en una muestra al azar de 5 plantas tomadas en cada parcela neta.

4.4.29. Restos vegetales (RV)

Después de la cosecha, se seleccionó una muestra de 10 plantas tomadas al azar en cada parcela, mismas que fueron pesadas en una balanza de precisión en g y posteriormente se realizó el cálculo en Kg/ha de biomasa seca al 6 %.

4.5. MANEJO AGRONÓMICO DEL EXPERIMENTO

4.5.1. Preparación del suelo

La preparación del suelo y las labores culturales se realizaron un mes antes de la siembra en la misma forma en que realizan los agricultores: un arado y dos pases de rastra de discos con tractor.

4.5.2. Siembra

La siembra, se realizó al voleo con una densidad de siembra de 180 Kg /ha de semilla con el 90% de germinación. (Monar, C. 2010)

4.5.3. Tape

El tape, se realizó con tractor utilizando una rastra de discos a 10 cm de profundidad.

4.5.4. Control químico de las malezas

A los 25 días después de la siembra, se aplicó el herbicida Ally (Metsulfuron Metil 60%) en una dosis de un gramo/20 litros de agua para el control de malezas de hoja ancha, con una bomba de mochila y boquilla de abanico de 2 m de luz. (Monar, C. 2004)

4.5.5. Fertilización con nitrógeno

La dosis total del nitrógeno se fraccionó en tres aplicaciones 30; 45 y 60 días después de la siembra (dds). Se utilizó como fuente de nitrógeno la urea 46%, misma que se aplicó al voleo. La cantidad de N que se aplicó fue 40 y 80 Kg/ha.

4.5.6. Cosecha

Se efectuó en forma manual con el uso de una hoz, cuando el cultivo alcanzó la etapa de madurez comercial.

4.5.7. Trilla

Se utilizó una trilladora (estacionaria experimental) del Proyecto de Investigación y Producción de Semillas de la UEB.

4.5.8. Secado

El secado, se efectuó de forma natural en un tendal, hasta cuando el grano alcanzó un contenido de 14% de humedad.

4.5.9. Aventado

Se realizó con la ayuda del viento y con una limpiadora experimental del Proyecto de Investigación y Producción de Semillas de la UEB.

4.5.10. Almacenamiento

El germoplasma previamente etiquetado, seco y limpio se procedió a guardar en recipientes de plástico para su conservación en el banco de germoplasma del programa de semillas.

4.5.11. Análisis nutricional proximal

De las dos mejores accesiones de trigo duro en cuanto al rendimiento, se tomó una muestra de 1 kg para su análisis nutricional proximal según el siguiente detalle:

- Humedad
- Cenizas
- Extracto etéreo (EE)
- Proteína
- Fibra
- Extracto libre de nitrógeno (ELN)

Mismos que fueron enviados al Departamento de Nutrición y Calidad del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), de la Estación Experimental Santa Catalina (Anexo N° 3).

Adicionalmente se tomaron cuatro muestras de dos Kg cada una para el análisis nutricional proximal en el Laboratorio del departamento de Nutrición y Calidad de la Industria Molinera C. A. de la ciudad de Guayaquil (Anexo N° 4).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. VARIABLES AGRONÓMICAS CUANTITATIVAS

Cuadro N° 11. Resultados Prueba de Tukey para comparar los promedios del FA (Líneas de Trigo Duro) en las variables: Días a la emergencia de plántulas (DEP); Número de plantas por metro cuadrado (PMC); Número de macollos por planta (NMP); Días al espigamiento (DE); Número de hojas por planta (NHPP); Número de nudos por tallo principal (NNPTP); Longitud entre nudos (LEN); Altura de plantas (AP); Diámetro del tallo (DT); Número de espigas por metro cuadrado (NEMC); Número de espiguillas por espiga (NEE); Número de granos por espiguilla (NGE); Número de granos por espiga (NGEs); Longitud de espiga (LE); Longitud de barbas (LB); Días a la cosecha (DC); Peso 1000 semillas en gramos (PMS); Rendimiento en kilogramos por hectárea (RH); Peso hectolítrico (PH); Profundidad radicular (PR) y Restos Vegetales (RV). Laguacoto 2015.

COMPONENTES DEL RENDIMIENTO	LÍNEA				MEDIA GENERAL	CV %
	A1	A2	A3	A4		
Días a la emergencia de plántulas (DEP) ns	10.56 A	12.33 A	12.22 A	11 A	11.53	13.12
Número de plantas por metro cuadrado (PMC) ns	139.78 A	137.56 A	132.22 A	119.11 A	132.17	27.14
Número de macollos por planta (NMP) *	4.78 A	5.78 A	5.44 B	5.78 A	5.44	11.86
Días al espigamiento (DE) **	70 C	72.33 AB	73.89 A	72 B	72.06	1.59
Número de hojas por planta (NHPP) ns	5 A	5.33 A	5 A	5 A	5.08	5.68
Número de nudos por tallo principal (NNPTP) **	3 B	3.78 A	3.11 B	3.11 B	3.25	8.88
Longitud entre nudos (LEN) *	8.82 A	8.07 AB	8.97 A	7.76 B	8.40	7.72
Altura de plantas (AP) **	78.67 A	72.92 C	76.58 B	71.90 C	75.02	1.64
Diámetro del tallo (DT) ns	4.12 A	4.16 A	4.09 A	4.11 A	4.12	2.02
Número de espigas por metro cuadrado (NEMC) **	395.67 A	351.22 B	349.67 B	341.89 B	359.61	4.87
Número de espiguillas por espiga (NEE) **	14 BC	17.22 A	15.56 B	13.89 C	15.17	6.31
Número de granos por espiguilla (NGE) ns	3.22 A	3.22 A	3.33 A	3.11 A	3.22	9.90

Número de granos por espiga (NGEs) *	42.22 B	54.22 A	52.44 AB	41.89 B	47.69	14.71
Longitud de espiga (LE) *	5.61 B	6.47 A	6.17 AB	6.23 A	6.12	6.16
Longitud de barbas (LB) **	12.09 B	13.43 B	15.43 A	12.71 B	13.42	8.61
Días a la cosecha (DC) ns	152 A	152.56 A	154.44 A	153.78 A	153.19	1.04
Peso 1000 semillas en gramos (PMS) ns	37.189 A	40.36 A	39.61 A	39.96 A	39.28	11.29
Rendimiento en kilogramos por hectárea (RH) **	3451.7 A	3461.4 A	3167.1 B	2946 C	3256.6	2.33
Peso hectolítrico (PH) *	76.97 AB	75.87 B	79.55 A	76.03 AB	77.11	2.88
Profundidad radicular (cm) (PR) ns	16.93 A	17.4 A	16.76 A	16.26 A	16.84	12.13
Biomasa al 6 % de Humedad ns (Restos Vegetales (RV) Kg/ha)	3574 A	3482.4 A	3692.1 A	3416.2 A	3541.2	12.40

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5 %.

NS = No significativo * = Significativo al 5 % ** = Altamente significativo al 1 %

5.1.1. FACTOR A (LÍNEAS DE TRIGO DURO)

La respuesta de las Líneas promisorias de trigo duro en cuanto a las variables: Número de macollos por planta (NMP); Días al espigamiento (DE); Número de nudos por tallo principal (NNPTP); Longitud entre nudos (LEN); Altura de plantas (AP); Número de espigas por metro cuadrado (NEMC); Número de espiguillas por espiga (NEE); Número de granos por espiga (NGEs); Longitud de espiga (LE); Longitud de barbas (LB); Rendimiento en kilogramos por hectárea (RH) y Peso hectolítrico (PH); fueron estadísticamente diferentes. (Cuadro N° 11). Sin embargo en las variables: Días a la emergencia de plántulas (DEP); Número de plantas por metro cuadrado (PMC); Número de hojas por planta (NHPP); Diámetro del tallo (DT); Número de granos por espiguilla (NGE); Días a la cosecha (DC); Peso 1000 semillas en gramos (PMS); Profundidad radicular (PR) y Restos Vegetales (RV); fueron estadísticamente similares (Cuadro N° 11).

En la variable **Días a la emergencia de plántulas (DE)**, se registró una media general de 11,53 (12 días); con un coeficiente de variación de 13,12 % (Cuadro N° 11).

Para el **Número de plantas por metro cuadrado (PMC)**, se determinó una media general de 132,17 (132 plantas); con un coeficiente de variación de 27,14 % (Cuadro N° 11). Autores como CIMMYT. 2008 y Monar, C. Reportan valores promedios más altos, con un rango de 300 a 500 plantas/m².

En la variable **Número de macollos por planta (NMP)**, se calculó una media general de 5,44 (5 macollos); con un coeficiente de variación de 11,86 % (Cuadro N° 11). El NMP, es una característica varietal y dependen de las condiciones climáticas, densidad de siembra y entre otros.

En la variable **Días al espigamiento (DE)**, se registró un promedio de 73,89 (74 días) que corresponde a la línea A3; mientras que se obtuvo un promedio de 70 (días) en la línea A1 (Cuadro N° 11).

En promedio general, la línea A3 registró 4 días más en relación a la línea A1; factores determinantes son su genotipo, condiciones bioclimáticas, altitud, temperatura, humedad, cantidad y calidad de luz.

La variable (DE), es una característica varietal y dependen de su interacción genotipo – ambiente.

Los resultados obtenidos en la variable DE, son similares a los reportados por Flores, J. 2015.

En la variable **Número de hojas por planta (NHPP)**, se registró una media general de 5.08 (5 hojas); presentando un coeficiente de variación de 5,68 % (Cuadro N° 11).

Para el **Número de nudos por tallo principal (NNPTP)**, se registró un promedio de 3,78 (4 nudos) que corresponde a la línea A2; sin embargo, se obtuvo un promedio de 3 (nudos) en la línea A1 (Cuadro N° 11).

En promedio general, la línea A2 registró 1 nudo más que la línea A1, debido quizá a las características varietales y su relación con la altura de plantas.

La variedad (NNPTP), es una característica varietal y dependen de su interacción genotipo – ambiente.

Los resultados obtenidos de (NNPTP) en esta investigación son menores a los reportados por Flores, J. 2015.

Para el descriptor **Longitud entre nudos (LEN)**, se determinó un promedio de 8,97 cm en la línea A3 y un promedio de 7,76 cm en la línea A4 (Cuadro N° 11).

La variable LEN, es una característica varietal muy importante por tener correlación directa con la altura de planta, y dependen de su interacción genotipo – ambiente. Otros factores que inciden en esta variable son las características físicas, químicas y biológicas del suelo, densidad de siembra, temperatura, cantidad y calidad de luz, la competencia de plantas, nutrición y sanidad de las plantas, etc. (Monar, C. 2012).

Los resultados obtenidos en el año 2015 en la presente investigación fueron diferentes a los reportados por Flores, J. 2013; y Aguilar, X. 2012. Es decir que para el año 2015 las condiciones bioclimáticas fueron diferentes a las anteriores investigaciones, lo que confirma la fuerte interacción genotipo – ambiente.

Para **Altura de plantas (AP)**, se registró un promedio de 78,67 cm en la línea A1 y 71,90 cm en la línea A4 (Cuadro N° 11).

En promedio general, la línea A1 registró 6,77 cm de altura más que la línea A4 (Gráfico N° 6).

La AP es una característica varietal y depende de su interacción genotipo – ambiente. Otros factores que inciden en esta variable son: la nutrición, competencia entre plantas, sanidad de las plantas y la humedad.

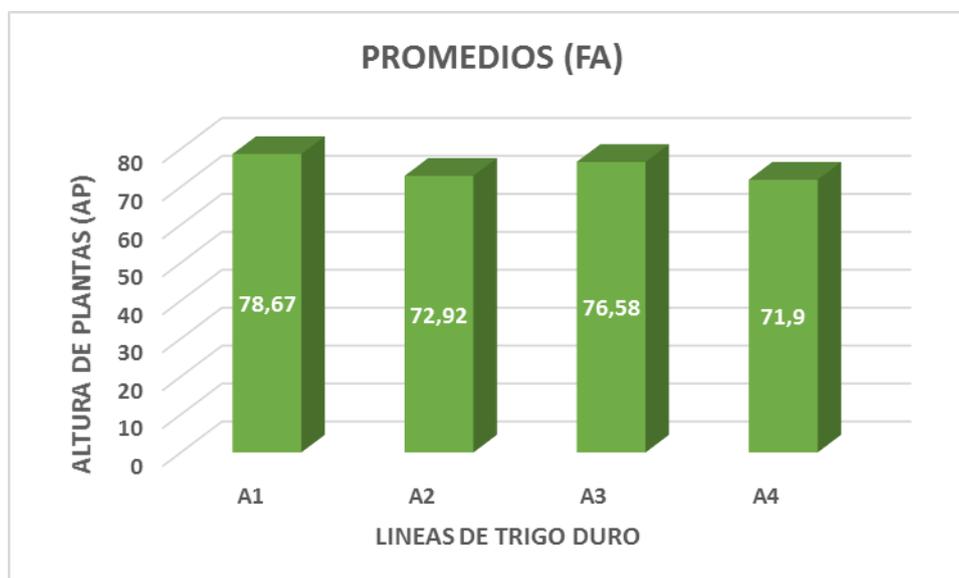


Gráfico N° 6. Líneas de trigo duro en la variable Altura de plantas (AP) cm.

Para el **Diámetro del tallo (DT)**, se registró una media general de 4,12 mm, con un coeficiente de variación de 2,02 % (Cuadro N° 11).

En cuanto a la variable **Número de espigas por metro cuadrado (NEMC)**, se registró un promedio de 395,67 (396 espigas) correspondientes a la línea A1; y 341,89 (342 espigas) en la línea A4 (Cuadro N° 11).

En promedio general, la línea A1 registró 54 espigas más en relación a la línea A4, debido a las características varietales y su interacción genotipo – ambiente (Gráfico N° 7). Esta variable tiene una relación directa con la calidad de semilla, porcentaje de emergencia, número de plantas por metro cuadrado, humedad del suelo y sobrevivencia de las plántulas.

Los resultados obtenidos en esta investigación fueron menores a los reportados por Flores, J. 2013.

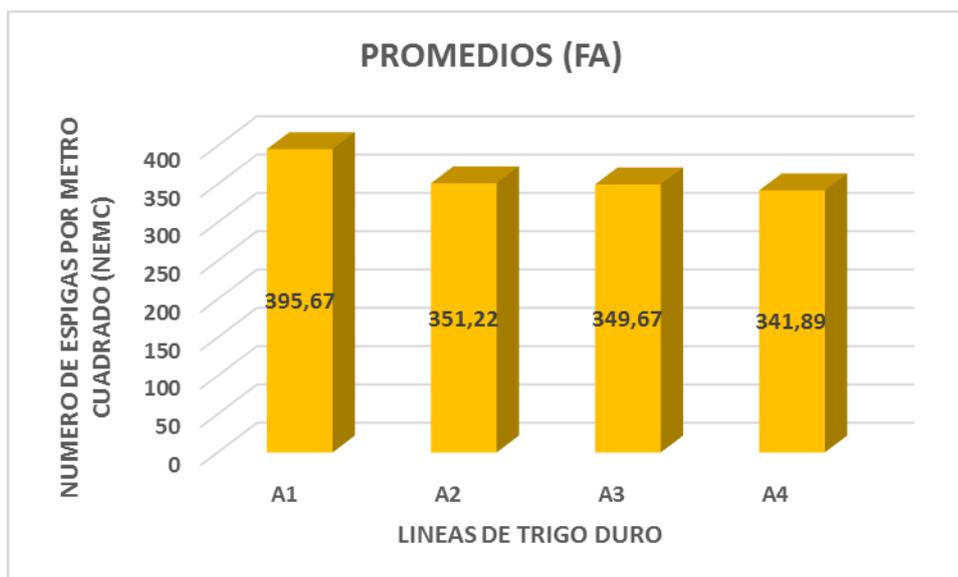


Gráfico N° 7. Líneas de trigo duro en la variable Número de espigas por metro cuadrado (NEMC).

En la variable **Número de espiguillas por espiga (NEE)**, se registró un promedio de 17,22 (17 espiguillas) en la línea A2 y el menor en A4 con 13,89 (14 espiguillas) (Cuadro N° 11).

En promedio general, la línea A2 registró tres espiguillas por espiga más que la línea A4. Factores determinantes para este resultado fueron probablemente la eficiencia de la tasa fotosintética, sanidad de las plantas, nutrición, índice de área foliar, vientos, variación de la temperatura y las condiciones bioclimáticas. (Monar, C. 2012)

Los resultados registrados para esta variable en el año 2015, fueron similares a los reportados por Flores, J. 2013.

En cuanto a la variable **Número de granos por espiguilla (NGE)**, se calculó una media general de 3,22 (3 granos), con un coeficiente de variación de 9,90 % (Cuadro N° 11).

El NGE, es una característica varietal y depende de su interacción genotipo ambiente.

En la variable **Número de granos por espiga (NGEs)**, se determinó un promedio de 54,22 (54 granos) que corresponden a la línea A2 y 41,89 (42 granos) en la línea A4 (Cuadro N° 11 y Gráfico N° 8).

En promedio general, la línea A2 registró 12 granos por espiga más en relación a la línea A4; diferencias que pudieron darse debido a sus características varietales y su interacción genotipo – ambiente.

Otros factores que incidieron en los resultados podrían ser: Precipitación, longitud de la espiga, altura de planta, cantidad y calidad de luz solar, número de granos por espiguilla, temperatura y sus atributos varietales.

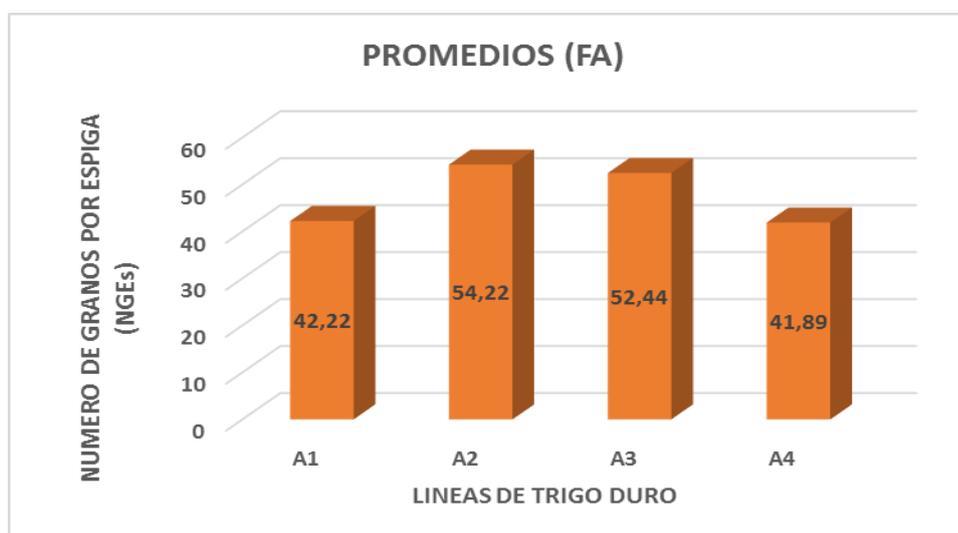


Gráfico N° 8. Líneas de trigo duro en la variable Número de granos por espiga (NGEs).

Para la variable **Longitud de espiga (LE)**, se registró un promedio de 6,47 cm de longitud en la línea A2 y 5,61 cm en la línea A1; con una diferencia de 0,86 cm (Cuadro N° 11).

La variable LE, es una característica varietal y depende de su interacción genotipo – ambiente. Otros factores que inciden en esta variable son las características físicas, químicas y biológicas del suelo, densidad de siembra, temperatura, cantidad y calidad de luz solar, competencia de plantas, nutrición y sanidad de las plantas, etc. (Monar, C. 2012)

Los resultados obtenidos en el año 2015 fueron mayores a los resultados reportados por Aguilar, X. 2012 y Remache, J. 2011; sin embargo fueron similares a los presentados por Flores, J. 2013.

En cuanto a la variable **Longitud de barbas (LB)**, se determinó un promedio de 15,43 cm en la línea A3 y 12,09 cm en A1; con una diferencia de 3,34 cm (Cuadro N° 11).

La variable LB, es una característica varietal y depende de su interacción genotipo – ambiente. Estudios realizados por el CIMMIT en la década de los 80 y 90, demostraron que accesiones con mayor LB, toleran la sequía, porque mejora la tasa de fotosíntesis hasta en un 15 %. (Monar, C. 2015)

Los resultados presentados en el año 2015 en esta investigación para LB fueron superiores a los reportados por Flores, J. 2012 y Remache, J. 2011. Factores que determinaron dichos resultados fueron las diferencias bioclimáticas presentadas en los años correspondientes a cada investigación.

Para el componente **Días a la cosecha (DC)**, se determinó una media general de 153,19 (153 días); presentando un coeficiente de variación de 1,04 % (Cuadro N° 11).

Este germoplasma está dentro del grupo semi precoz, la que permite escapar a los efectos de la sequía por el cambio climático.

Para el componente **Peso de 1000 semillas en gramos (PMS)**, se calculó una media general de 39,28 g, con un coeficiente de variación de 11,29 %.

Estos resultados de acuerdo a la literatura corresponden a accesiones de grano mediano – grande. (Monar, C. 2014)

Para el **Rendimiento en kilogramos por hectárea (RH)**, se registró un promedio de 3461,40 Kg/ha al 14 % de humedad, que corresponde a la línea A2 y 2946 Kg/ha a la línea A4 (Cuadro N° 11).

En promedio general, la línea A2 registró 515,40 Kg/ha más en comparación con la línea A4 (Cuadro N° 11 y Gráfico N° 9). Los factores inciden el rendimiento final son: el número de granos por espiga, humedad del suelo, cantidad y calidad de luz solar, fotoperiodo, altitud, índice de área foliar, calidad del grano, sanidad y nutrición de las plantas, porcentaje de acame, el ciclo de cultivo, etc. (Monar, C. 2009)

El rendimiento es una característica varietal y depende de su interacción genotipo - ambiente. Sin embargo, a pesar del estrés por sequía durante el ciclo de cultivo, queda validado lo expuesto por muchos autores que consideran que el trigo duro es tolerante a la sequía, puesto que el rendimiento obtenido es superior al rendimiento promedio del trigo harinero, que es más exigente en humedad.

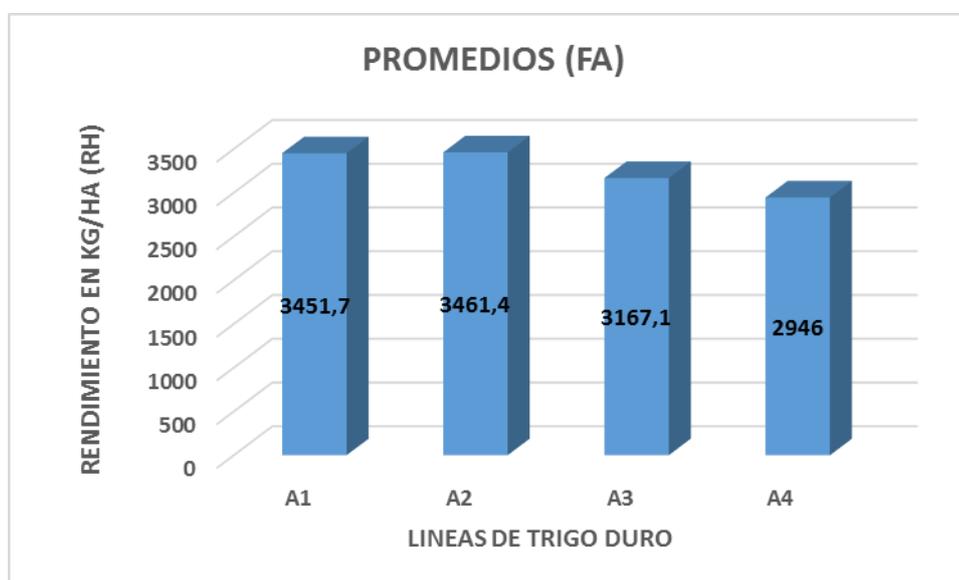


Gráfico N° 9. Líneas de trigo duro en la variable Rendimiento en kilogramos por hectárea (RH).

En cuanto al componente **Peso hectolítrico (PH)**, se determinó que el promedio más elevado fue de 79,55 puntos en la línea A3; y 75,87 en la línea A2 (Cuadro N° 11).

En promedio general, la línea A3 registró 3,68 puntos más que la línea A2 debido a las características varietales y su interacción genotipo – ambiente. Otros factores determinantes en estos resultados fueron la calidad y sanidad del grano, nutrición de la planta y tamaño del grano.

Los resultados obtenidos en la presente investigación fueron diferentes y en algunos casos superiores a los registrados por Flores, J. 2013.

En la variable **Profundidad radicular (PR)**, se registró una media general de 16,84 cm; con un coeficiente de variación de 12,13 % (Cuadro N° 11).

A mayor PR, mayor rendimiento. La PR es un atributo varietal y depende del tipo de suelo, profundidad, pH, etc.

En cuanto a la variable **Restos vegetales (RV)**, se registró una media general de 3541,2 Kg/ha de biomasa al 6% de humedad, y un coeficiente de variación de 12,40 %

Cuadro N° 12. Análisis de Tendencias Polinomiales para el Factor B (Dosis de N) en las variables: Días a la emergencia de plántulas (DEP); Número de plantas por metro cuadrado (PMC); Número de macollos por planta (NMP); Días al espigamiento (DE); Número de hojas por planta (NHPP); Número de nudos por tallo principal (NNPTP); Longitud entre nudos (LEN); Altura de plantas (AP); Diámetro del tallo (DT); Número de espigas por metro cuadrado (NEMC); Número de espiguillas por espiga (NEE); Número de granos por espiguilla (NGE); Número de granos por espiga (NGEs); Longitud de espiga (LE); Longitud de barbas (LB); Días a la cosecha (DC); Peso 1000 semillas en gramos (PMS); Rendimiento en kilogramos por hectárea (RH); Peso hectolítrico (PH); Profundidad radicular (PR) y Restos Vegetales (RV). Laguacoto 2015.

COMPONENTES DEL RENDIMIENTO	FACTOR B: DOSIS DE N			RESPUESTA	
	B1	B2	B3	LINEAL	CUADRATICA
Días a la emergencia de plántulas (DEP) ns	12 A	11.08 A	11.5 A	NS	NS
Número de plantas por metro cuadrado (PMC) ns	131.67 A	130 A	134.83 A	NS	NS
Número de macollos por planta (NMP) ns	5.33 A	5.5 A	5.5 A	NS	NS
Días al espigamiento (DE) ns	72.42 A	71.83 A	71.92 A	NS	NS
Número de hojas por planta (NHPP) ns	5.08 A	5 A	5.17 A	NS	NS
Número de nudos por tallo principal (NNPTP) ns	3.17 A	3.33 A	3.25 A	NS	NS
Longitud entre nudos (LEN) ns	8.38 A	8.37 A	8.47 A	NS	NS
Altura de plantas (AP) **	74.42 B	74.20 B	76.43 A	**	**

Diámetro del tallo (DT) **	4.14 A	4.04 B	4.18 A	NS	**
Número de espigas por metro cuadrado (NEMC) **	333.17 C	355.83 B	389.83 A	**	NS
Número de espiguillas por espiga (NEE) ns	15.17 A	15.08 A	15.25 A	NS	NS
Número de granos por espiguilla (NGE) ns	3.17 A	3.17 A	3.33 A	NS	NS
Número de granos por espiga (NGEs) ns	46.67 A	46.67 A	49.75 A	NS	NS
Longitud de espiga (LE) ns	6.07 A	6.14 A	6.15 A	NS	NS
Longitud de barbas (LB) **	14.11 A	12.68 B	13.46 AB	NS	**
Días a la cosecha (DC) ns	153.25 A	153.08 A	153.25 A	NS	NS
Peso 1000 semillas en gramos (PMS) ns	39.58 A	39.94 A	38.31 A	NS	NS
Rendimiento en kilogramos por hectárea (RH) **	2719.2 B	3475.1 A	3575.3 A	**	**
Peso hectolítrico (PH) *	77.99 A	76.46 B	76.87 AB	NS	NS
Profundidad radicular (PR) **	14.78 B	18.22 A	17.51 A	**	**
Biomasa al 6 % de Humedad ** (Restos Vegetales (RV) Kg/ha)	3150 C	3464 B	4009.5 A	**	NS

Promedios con la misma letra, son estadísticamente iguales al 5% y promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

NS = No significativo * = Significativo al 5 % ** = Altamente significativo al 1 %

5.1.2. FACTOR B (NIVELES DE NITRÓGENO)

La respuesta de los niveles de nitrógeno: B1: 0; B2: 40 y B3: 80 (Kg/ha); en relación a las variables: Altura de plantas (AP); Diámetro del tallo (DT); Número de espigas por metro cuadrado (NEMC); Longitud de barbas (LB); Días a la cosecha (DC); Rendimiento en kilogramos por hectárea (RH); Peso hectolítrico (PH); Profundidad radicular (PR) y Restos Vegetales (RV); fueron estadísticamente diferentes. (Cuadro N° 12). Sin embargo en las variables: Días a la emergencia de plántulas (DEP); Número de plantas por metro cuadrado (PMC); Número de macollos por planta (NMP); Días al espigamiento (DE); Número de hojas por planta (NHPP); Número de nudos por tallo principal (NNPTP); Longitud entre nudos (LEN); Número de espiguillas por espiga (NEE); Número de granos por espiguilla (NGE); Número de granos por espiga (NGEs); Longitud de espiga (LE) y Peso de 1000 semillas en gramos (PMS); fueron estadísticamente similares (Cuadro N° 12).

En la variable **Altura de plantas (AP)**, el promedio más elevado se registró en B3 (80 Kg/ha de N) con 76,43 cm de altura, y el menor en B2 (40 Kg/ha de N) con 74,20 cm de altura (Cuadro N° 12).

En promedio general se presentó una respuesta lineal y cuadrática, puesto que de 0 – 40 Kg de N bajó y con 80 Kg de N subió el promedio de AP (Gráfico N° 10). Esta variable, es una característica varietal y depende de su interacción genotipo – ambiente.

Factores que influyeron en estos resultados fueron las condiciones bioclimáticas, características físicas, químicas y biológicas del suelo, cantidad y calidad de luz solar, competencia entre plantas, temperatura, humedad y densidad de siembra.

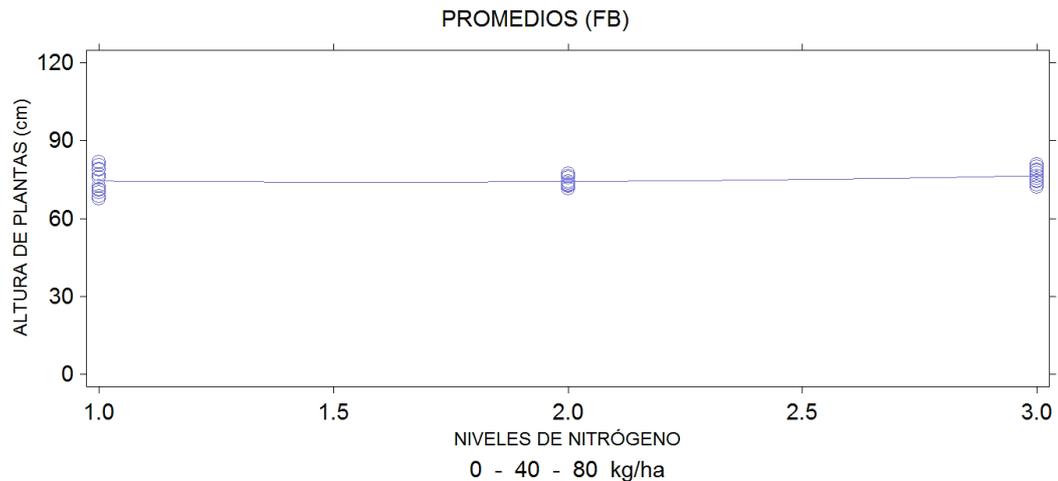


Gráfico N° 10. Efecto de los niveles de nitrógeno en la variable Altura de plantas (AP) cm.

En la variable **Diámetro del tallo (DT)**, el promedio más elevado se registró en B3 (80 Kg/ha de N) con 4,18 mm de diámetro y el menor en B2 (40 Kg/ha de N) con 4,04 mm (Cuadro N° 2).

En promedio general se presentó una respuesta de tipo cuadrática.

La variable DT, es una característica varietal con una correlación directa con la altura de planta y acame del tallo.

En la variable **Número de espigas por metro cuadrado (NEMC)**, el promedio más elevado se registró en B3 (80 Kg/ha de N) con 389,83 (390 espigas) y el menor B1 (0 Kg/ha de N) con 333,17 (333 espigas) (Cuadro N° 12 y Gráfico N° 11).

La variable NEMC, es una característica varietal y depende de su interacción genotipo – ambiente. En promedio general se presentó una respuesta lineal; es decir, a mayor dosis de nitrógeno mayor número de espigas.

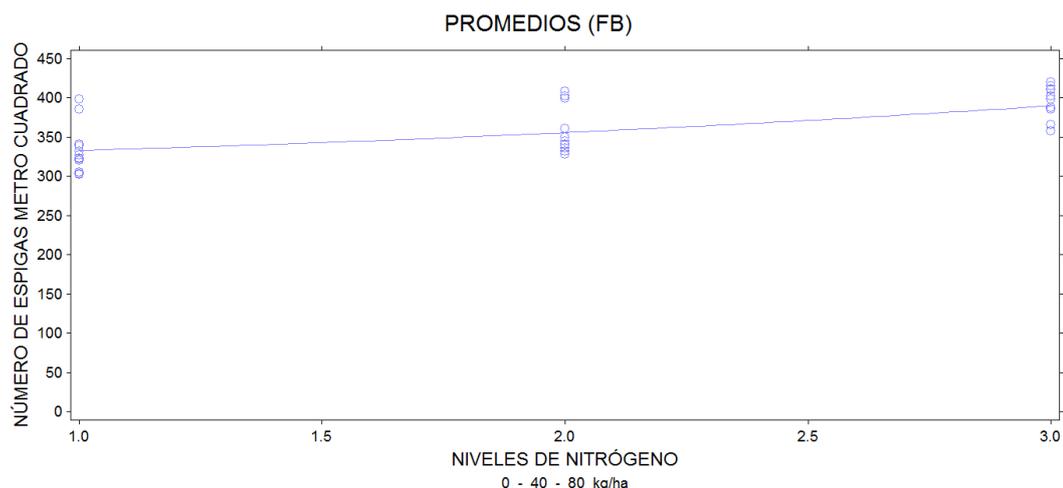


Gráfico N° 11. Efecto de los niveles de nitrógeno en la variable Número de espigas por metro cuadrado (NEMC).

En cuanto a la variable **Longitud de barbas (LB)**, el promedio más elevado se registró en B1 (0 Kg/ha de N) con 14,11 cm de longitud y el menor en B2 (40 Kg/ha de N) con 12,68 cm de longitud (Cuadro N° 12).

La variable LB, es una característica varietal y depende de su interacción genotipo – ambiente. En promedio general se calculó una respuesta de tipo cuadrática.

La respuesta del N en esta investigación fue afectada principalmente por el estrés de sequía, variaciones amplias de la temperatura y las características físicas, químicas y biológicas del suelo.

Para el **Rendimiento en kilogramos por hectárea (RH)**, promedio más alto presentó B3 (80 Kg/ha de N) con 3575,3 Kg/ha y el menor en B1 (0 Kg/ha de N) con 2719,2 Kg/ha (Cuadro N° 12 y Gráfico N° 12).

En promedio general, se determinó que existió una respuesta lineal y cuadrática; puesto que de 0 – 40 Kg de N el rendimiento subió; sin embargo, en el rango de 40 – 80 Kg de N el rendimiento tuvo un punto de inflexión. De acuerdo a este supuesto, el óptimo económico del N, estaría en alrededor de 60 Kg/ha y esta respuesta es razonable por cuanto debido al cambio climático hay estrés de

humedad y dosis elevadas son poco eficientes químicamente y agronómicamente (Gráfico N° 12).

Tanto los factores climáticos, como las variables que tienen que ver con el manejo, entre ellos los fertilizantes y en especial el uso del nitrógeno; son los componentes más importantes, que influyen en el rendimiento (Alvarez, R. 2005).

A pesar del estrés de sequía, es probable que el rendimiento tenga relación positiva con la profundidad radicular, al tener mayor acceso a los nutrientes del suelo, entre ellos el nitrógeno, debido a que todas las especies del género *Triticum* requieren de suelos profundos.

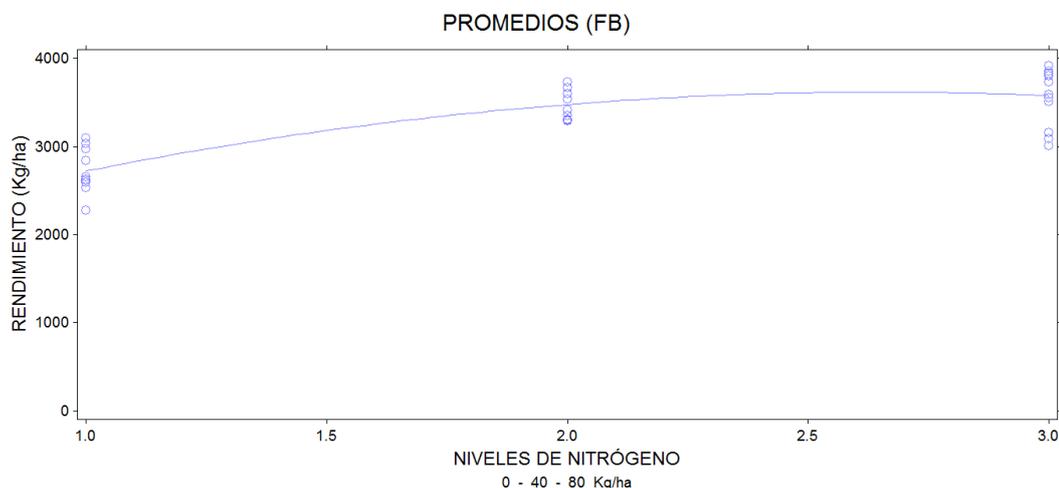


Gráfico N° 12. Respuesta de los niveles de nitrógeno en la variable Rendimiento en kilogramos por hectárea (RH).

En cuanto a la variable **Profundidad radicular (PR)**, el promedio más alto se registró en B2 (40 Kg/ha de N) con 18,22 cm de profundidad, mientras que el promedio más bajo se registró en B1 (0 Kg/ha de N) con un promedio de 14,78 cm de profundidad (Cuadro N° 12).

En promedio general, se determinó que existió una respuesta lineal y cuadrática; puesto que de 0 – 40 Kg de N la PR aumenta; sin embargo, en el rango de 40 – 80 Kg de N tuvo un punto de inflexión o cambio de dirección (Gráfico N° 13).

La PR es una característica varietal y depende de su interacción genotipo – ambiente, en donde también entra en cuenta la textura del suelo, la situación de la

capa freática, la época de siembra, y la mayor o menor cantidad de lluvia caída en las primeras fases de su desarrollo.

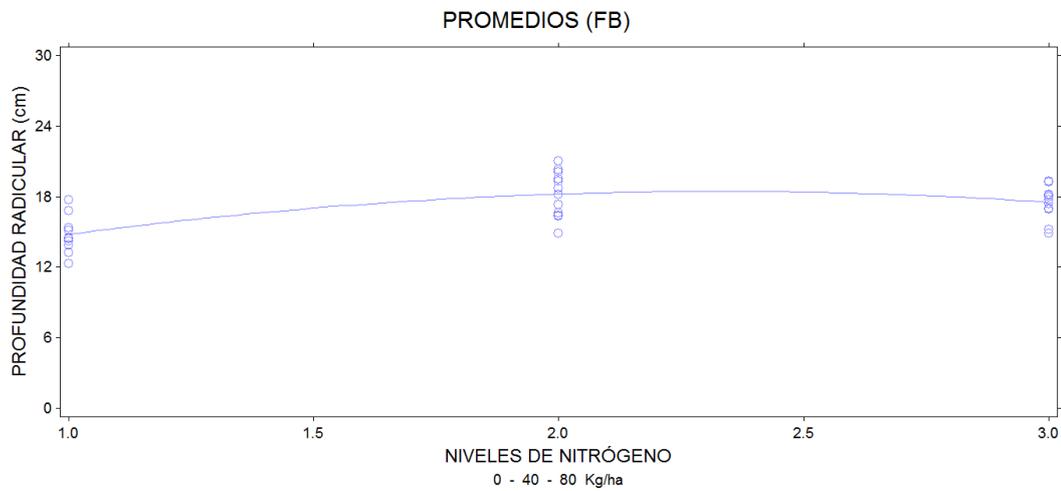


Gráfico N° 13. Niveles de nitrógeno en la variable Profundidad radicular (PR) cm.

En la variable **Restos vegetales (RV)**, el promedio más alto se registró en B3 (80 Kg/ha de N) con 4009,5 Kg/ha de biomasa y el más bajo en B1 (0 Kg/ha de N) con 3150 Kg/ha (Cuadro N° 12).

En promedio general, se determinó que en la variable RV, existió una respuesta lineal; en donde el nitrógeno tuvo una influencia positiva, puesto que de 40 – 80 Kg de N se incrementa la cantidad de biomasa dejando una diferencia de 859,5 Kg/ha entre B1 y B3; a mayor uso de N, mayor cantidad de Biomasa.

Resultados que fueron determinados por las características varietales y su interacción genotipo – ambiente. Factores que están relacionados con los RV o Biomasa son: la profundidad radicular, estrés por sequía, características físicas, químicas y biológicas del suelo, nutrición y sanidad de las plantas y la densidad de siembra.

Cuadro N° 13. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de tratamientos en la interacción de factores Ax B (Líneas de trigo x Dosis de N); en las variables: Días a la emergencia de plántulas (DEP); Número de plantas por metro cuadrado (PMC); Número de macollos por planta (NMP); Días al espigamiento (DE); Número de hojas por planta (NHPP); Número de nudos por tallo principal (NNPTP); Longitud entre nudos (LEN); Altura de plantas (AP); Diámetro del tallo (DT); Número de espigas por metro cuadrado (NEMC); Número de espiguillas por espiga (NEE); Número de granos por espiguilla (NGE); Número de granos por espiga (NGEs); Longitud de espiga (LE); Longitud de barbas (LB); Días a la cosecha (DC); Peso 1000 semillas en gramos (PMS); Rendimiento en kilogramos por hectárea (RH); Peso hectolítrico (PH); Profundidad radicular (PR) y Restos Vegetales (RV). Laguacoto 2015.

COMPONENTES DEL RENDIMIENTO	TRATAMIENTOS												CV %
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	
	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3	A3B1	A3B2	A3B3	A4B1	A4B2	A4B3	
DEP ns	9.33 A	10.67 A	11.67 A	13.33 A	12 A	11.67 A	13.33 A	11 A	12.33 A	12 A	10.67 A	10.33 A	12.18
PMC ns	133.33 A	137.33 A	148.67 A	148.67 A	120 A	144 A	132.67 A	136 A	128 A	112 A	126.67 A	118.67 A	17.97
NMP ns	4.33 A	5 A	5 A	5.67 A	5.67 A	6 A	5.67 A	5.33 A	5.33 A	5.67 A	6 A	5.67 A	13.34
DE ns	69.33 C	70 BC	70.67 BC	72.67 ABC	72.33 ABC	72 ABC	74.67 A	73.67 AB	73.33 AB	73 ABC	71.33 ABC	71.67 ABC	1.62
NHPP ns	5 A	5 A	5 A	5.33 A	5 A	5.67 A	5 A	5 A	5 A	5 A	5 A	5 A	4.02
NNPTP ns	3 B	3 B	3 B	3.33 AB	4 A	4 A	3 B	3.33 AB	3 B	3.33 AB	3 B	3 B	8.88
LEN ns	8.97 A	8.93 A	8.57 A	7.93 A	8.03 A	8.23 A	9 A	8.73 A	9.17 A	7.6 A	7.77 A	7.9 A	4.96
AP **	80.43 A	75.8 BCD	79.77 A	71.17 EF	72.3 DEF	75.3 BCD	77.07 ABC	75.23 BCD	77.43 AB	69 F	73.47 CDE	73.23 DE	1.28

DT **	4.13 ABC	4.07 ABC	4.17 ABC	4.27 A	4.03 BC	4.17 ABC	4.1 ABC	3.97 C	4.2 AB	4.07 ABC	4.1 ABC	4.17 ABC	1.28
NEMC **	374.33 B	403 A	409.67 A	310 D	334.67 C	409 A	326.33 CD	352 BC	370.67 B	322 D	333.67 C	370 B	3.49
NEE ns	14.33 ABC	13.67 C	14 BC	17.33 A	17 AB	17.33 A	15.33 ABC	15.33 ABC	16 ABC	13.67 C	14.33 ABC	13.67 C	6.02
NGE ns	3 A	3 A	3.67 A	3.33 A	3.33 A	3 A	3.33 A	3 A	3.67 A	3 A	3.33 A	3 A	12.67
NGEs ns	41.67 A	38 A	47 A	55.33 A	52.67 A	54.67 A	49.33 A	50 A	58 A	40.33 A	46 A	39.33 A	13
LE ns	5.57 A	5.53 A	5.73 A	6.47 A	6.47 A	6.47 A	6.07 A	6.17 A	6.27 A	6.17 A	6.4 A	6.13 A	4.46
LB ns	12.43 BC	11.77 C	12.07 C	14.27 ABC	12.97 BC	13.07 BC	16.9 A	13.73 BC	15.67 AB	12.83 BC	12.27 BC	13.03 BC	6.71
DC ns	150.33 A	152 A	153.67 A	153.33 A	153 A	151.33 A	156 A	153.33 A	154 A	153.33 A	154 A	154 A	1.5
PMS *	39.13 A	37.73 A	34.7 A	39.7 A	43.67 A	37.7 A	40.9 A	38.17 A	39.77 A	38.6 A	40.2 A	41.07 A	5.57
RH *	2840.7 DE	3661 A	3853.3 A	2967 D	3598 AB	3819.3 A	2607.3 EF	3346 BC	3548 AB	2462 F	3295.3 BC	3080.7 CD	3.16
PH ns	78.98 A	75.68 A	76.23 A	75.75 A	76.47 A	75.39 A	80.81 A	78.26 A	79.59 A	76.41 A	75.43 A	76.25 A	1.86
PR ns	15.1 AB	19.03 AB	16.67 AB	15.03 B	20.13 A	17.03 AB	15.03 AB	17.03 AB	18.2 AB	13.97 B	16.67 AB	18.13 AB	8.46
Biomasa al 6% H. RV (Kg/ha) ns	3216.2 BC	3448.2 B	4057.7 A	3092.3 C	3418.6 B	3936.1 A	3298.7 BC	3649.0 AB	4128.6 A	2992.7 C	3340.1 B	3915.7 AB	5.30

Promedios con la misma letra, son estadísticamente iguales al 5% y promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

NS = No significativo * = Significativo al 5 % ** = Altamente significativo al 1%

5.1.3. INTERACCIÓN DE FACTORES AxB (LÍNEAS x DOSIS DE NITRÓGENO)

La respuesta de las líneas de trigo duro en cuanto a las variables: Días a la emergencia de plántulas (DEP); Número de plantas por metro cuadrado (PMC); Número de macollos por planta (NMP); Días al espigamiento (DE); Número de hojas por planta (NHPP); Número de nudos por tallo principal (NNPTP); Longitud entre nudos (LEN); Número de espiguillas por espiga (NEE); Número de granos por espiguilla (NGE); Número de granos por espiga (NGEs); Longitud de espiga (LE); Longitud de barbas (LB); Días a la cosecha (DC); Peso hectolítrico (PH); Profundidad radicular (PR) y Restos Vegetales (RV); fueron estadísticamente similares es decir no dependieron de las dosis de N (Cuadro N° 13).

Sin embargo, la respuesta de las líneas de trigo duro en cuanto a las variables: Altura de plantas (AP); Diámetro del tallo (DT); Número de espigas por metro cuadrado (NEMC); Peso de 1000 semillas en gramos (PMS) y Rendimiento en kilogramos por hectárea (RH); dependieron de las dosis de N (Cuadro N° 13).

En cuanto al componente **Altura de plantas (AP)**, se registró un coeficiente de variación de 1,28 %: el promedio más alto presentó el tratamiento T1: A1B1 (línea A1 con 0 Kg/ha de N) con 80.43 cm, seguido del T3: A1B3 (línea A1 con 80 Kg/ha de N) con 79,77 cm (Cuadro N° 13 y Gráfico N° 14).

La respuesta de las líneas de trigo duro en cuanto a la variable AP, dependió de las dosis de N. El promedio más alto para A1B1 y el menor promedio para A4B1.

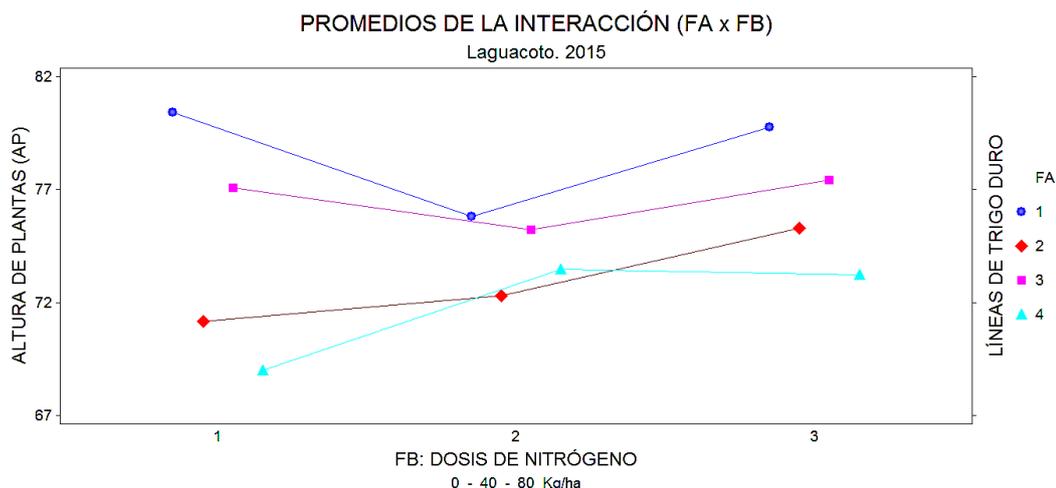


Gráfico N° 14. Interacción del FA (líneas de trigo duro) por FB (niveles de N), en el componente Altura de plantas (AP) cm.

En lo que respecta al componente **Diámetro del tallo (DT)**, se registró un coeficiente de variación de 1,28 %. El promedio más elevado presentó el tratamiento T4: A2B1 (línea A2 con 0 Kg/ha de N) con 4,27 mm, seguido del T9: A3B3 (línea 3 con 80 Kg/ha de N) con 4,2 mm. (Cuadro N° 13 y Gráfico N° 15).

La respuesta de las líneas de trigo duro en cuanto al DT, dependieron de las dosis de N. El mejor tratamiento A2B1 y el promedio menor A3B2.

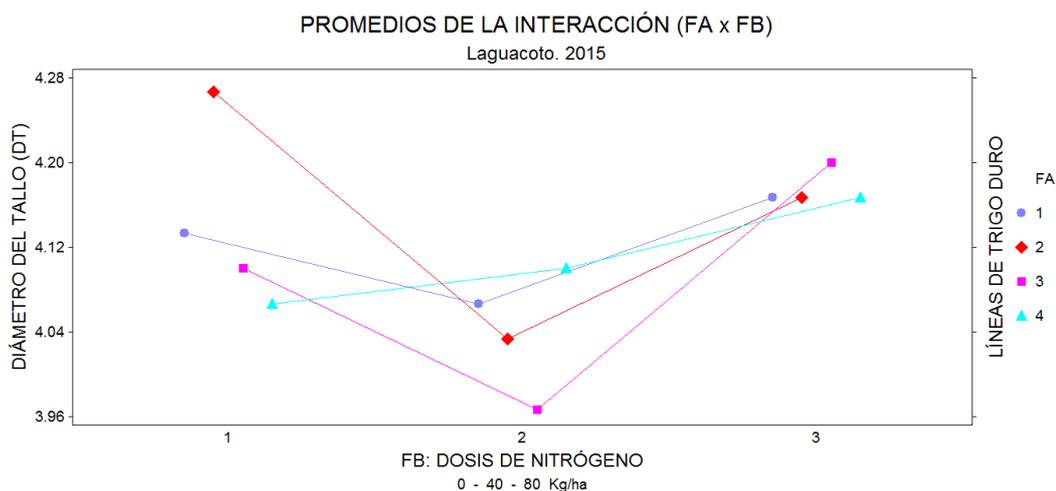


Gráfico N° 15. Interacción del FA (líneas de trigo duro) por FB (niveles de N), en el componente Diámetro del (DT) mm.

En cuanto al componente **Número de espigas por metro cuadrado (NEMC)**, se registró un coeficiente de variación de 3,49 % y se determinó el promedio más

alto en el T3: A1B3 (línea 1 con 80 Kg/ha de N) con 409,67 (410 espigas); seguido del T6: A2B3 (línea 2 con 80 Kg/ha de N) con 409 espigas (Cuadro N° 13 y Gráfico N° 16).

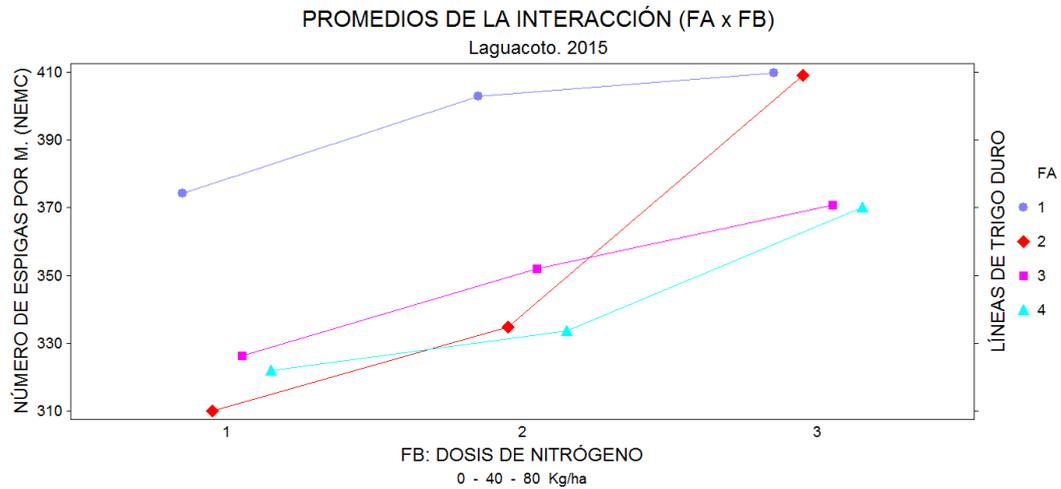


Gráfico N° 16. Interacción del FA (líneas de trigo duro) por FB (niveles de N), en el componente Número de espigas por metro cuadrado (NEMC).

En cuanto al componente **Rendimiento en kilogramos por hectárea (RH)** al 14% de humedad, se obtuvo un coeficiente de variación de 3,16 % y se calculó el promedio más alto en el T3: A1B3 (línea A1 con 80 Kg/ha de N) con 3853,3 Kg/ha; seguido del T6: A2B3 (línea A2 con 80 Kg/ha de N) con 3819,3 Kg/ha y el promedio más bajo en el T4: A2B1 con 2967 Kg/ha (Cuadro N° 13 y Gráfico N° 17).

Los rendimientos de trigo duro reportados en el año 2015 fueron superiores a los presentados por Aguilar, X. 2012 y Flores, J. 2013. Sin embargo fueron similares a los reportados por Remache, J. 2012.

Estas diferencias en el rendimiento de las accesiones de trigo duro, determinaron la fuerte interacción genotipo – ambiente. Parámetros determinantes fueron: la sequía, amplio rango de temperatura (-2 °C a 24,8 °C), fuertes vientos de hasta 50 Km/hora, alta radiación solar, etc.

Los rendimientos promedios en esta investigación, son promisorios y están a nivel del promedio mundial de trigo duro, superando al trigo harinero. Por lo tanto, podemos inferir que estas cuatro líneas promisorias de trigo duro son alternativas tecnológicas para la adaptación y mitigación del cambio climático.

La demanda del N para condiciones climáticas relativamente secas, está en función de cada variedad y manejo agroeconómico.

Para las condiciones climáticas de la zona agroecológica de Laguacoto, tipos de suelo y relación de cultivos, la recomendación económica para trigo duro está en 60 Kg/ha.

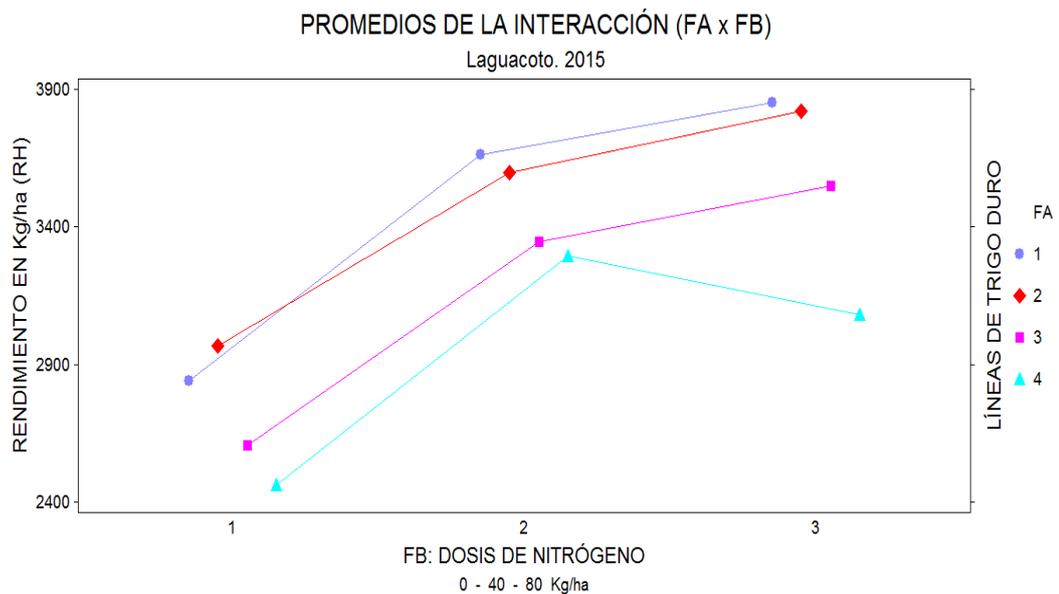


Gráfico N° 17. Interacción del FA (líneas de trigo duro) por FB (niveles de N), en el componente Rendimiento en kilogramos por hectárea (RH).

De acuerdo al Gráfico N° 17, se observa claramente que la respuesta de las cuatro líneas de trigo duro en cuanto al rendimiento en Kg/ha, dependieron de las dosis de N. Por ejemplo la línea A3 su mejor respuesta agronómica es con 40 Kg/ha de N.

5.2. ATRIBUTOS CUALITATIVOS Y AGRONÓMICOS

Cuadro N° 14. Principales descriptores de cuatro líneas promisorias de trigo duro. Laguacoto 2015.

DESCRIPTOR	LÍNEAS DE TRIGO DURO			
	A1	A2	A3	A4
Color del Tallo (CT)	Verde Maya	Verde Maya	Verde Maya	Verde Maya
Color de la Espiga (CE)	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco
Color del Grano (CG)	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco
Acame del Tallo (AT)	Resistente	Resistente	Resistente	Resistente
Reacción Enfermedades Foliaras (REF)	Resistente	Resistente	Resistente	Resistente
Desgrane de Espigas (DE)	Resistente	Resistente	Resistente	Resistente

Las variables cualitativas **CT; CE; AT; EEF; DE** y **CG**, son características varietales y dependen de su interacción genotipo – ambiente.

En cuanto al descriptor **Color del tallo (CT)**, todas las accesiones presentaron color verde maya (Cuadro N° 14 y Anexo N° 9).

Para el **Color de las espigas (CE)**, todas las accesiones presentaron un color blanco (Cuadro N° 14).

Para las variables **Acame del tallo (AT); Reacción a las principales Enfermedades Foliares (REF) y Desgrane de Espigas (DE)**, las accesiones fueron resistentes. (Cuadro N° 14). Estos atributos son muy importantes para zonas agroecológicas con fuertes vientos y se requiere de variedades resistentes al acame y al desgrane de las espigas, es decir que el grano no esté expuesto en las espigas.

A partir del embuchamiento hasta el estado masoso duro en cada parcela se pudo determinar un índice no significativo en lo que se refiere a las enfermedades causadas por: *Puccinia spp.*, *Fusarium nivale*, *Helminthosporium sativum* y *Septoria tritici*; por lo que se concluye que las accesiones fueron resistentes (Cuadro N° 4).

En la variable **Color del grano (CG)**, las líneas presentaron granos de color blanco (Cuadro N° 14). Esta característica es muy importante para la aceptabilidad de los diferentes segmentos de consumidores y la industria harinera del país, debido a que los productores prefieren granos de color blanco y de tamaño grande. La industria de trigo duro requiere peso hectolítrico superior a los 76 puntos y proteína mayor al 12 %. (Monar, C. 2012)

5.3. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN Y REGRESIÓN LINEAL

Cuadro N° 15. Resultados del análisis de Correlación y Regresión Lineal; en las variables: Número de espigas por metro cuadrado (NEMC); Profundidad radicular (PR) y Factor B (Dosis de N) versus el Rendimiento en kilogramos por hectárea (RH).

Componentes del rendimiento	Coefficiente de Correlación "r"	Coefficiente de Regresión "b"	Coefficiente de Determinación (%) "R ² "
Número de Espigas por Metro Cuadrado **	0.6542 **	8.3445 **	43%
Profundidad Radicular **	0.5407 **	113.053 **	29%
Dosis de Nitrógeno **	0.7715 **	428.042 **	60%

** = Altamente significativo al 1 %

5.3.1. Coeficiente de correlación "r"

Correlación en su concepto más simple, es la relación positiva o negativa entre dos variables y su valor máximo es +/- 1 y no tiene unidades (Monar, C. 2010).

En la presente investigación los componentes que presentaron estrechez positiva y altamente significativa comparadas con el Rendimiento en kilogramos por hectárea (RH), fueron: Número de espigas por metro cuadrado (NEMC), Profundidad radicular (PR) y los niveles de nitrógeno (FB) (Cuadro N° 15).

5.3.2. Coeficiente de regresión "b"

El coeficiente de regresión es la asociación positiva o negativa entre las variables independientes (Xs) versus el rendimiento o variable dependiente (Y). Dicho de

otra manera es el crecimiento o disminución del rendimiento en Kg/ha; por cada cambio único de la(s) variable(s) independiente(s). (Monar, C. 2010)

En esta investigación los componentes que incrementaron el rendimiento de trigo duro fueron: Número de espigas por metro cuadrado (NEMC), Profundidad radicular (PR) y los niveles de nitrógeno (FB), con asociación directa y positiva con el rendimiento de trigo duro evaluado en Kg/ha (Cuadro N° 15).

5.3.3. Coeficiente de determinación “R²”

El R², indica en qué porcentaje se incrementó o disminuyó el rendimiento (variable dependiente), por cada cambio único de la(s) variable(s) independiente(s). Mientras más alto es el valor de R², mejor es el ajuste o asociación de las variables independientes versus la variable dependiente de la línea de regresión lineal: $Y = a + bx$. (Monar, C. 2010)

En la presente investigación el componente que registró el valor más alto de R² fue el FB: niveles de N versus el rendimiento con un valor del 60% (Cuadro N° 15). Esto quiere decir que el incremento del rendimiento en la variable dependiente (Y) fue debido al uso del nitrógeno. Estos resultados confirman que el N está relacionado directamente con el rendimiento de trigo duro. Sin embargo fueron importantes también el número de espigas por metro cuadrado y la profundidad radicular; es decir a mayor PR, se incrementa la eficiencia química y agronómica del N y por ende el rendimiento.

Otros factores determinantes que incidieron en esta investigación fueron la falta de humedad en el llenado del grano, además se vio afectada la calidad del grano por los fuertes vientos de hasta 50 Km/hora.

5.4. ANÁLISIS NUTRICIONAL PROXIMAL (BROMATOLÓGICO) DE LAS CUATRO LÍNEAS DE TRIGO DURO. LAGUACOTO. 2015.

Cuadro N° 16. Resultados del análisis nutricional proximal de las cuatro líneas de trigo duro en base seca. INIAP 2016.

Línea N°	Humedad	Cenizas	Extracto Etéreo	Proteína	Fibra	ELN
	%	%	%	%	%	%
A1	13.4	1.69	1.58	12.6	2.37	68.4
A2	12.84	1.94	1.82	14.79	3.72	77.73
A3	13.6	1.79	1.67	12.7	3.13	67.1
A4	12.84	1.86	1.67	13.07	3.78	79.61

Fuente: Departamento de Nutrición y Calidad. INIAP. 2016 y Flores. J. 2013.

Cuadro N° 17. Resultados del análisis nutricional proximal de las cuatro líneas de trigo duro en base seca. INDUSTRIAL MOLINERA C. A. 2016.

MUESTRAS	TRIGO DURO			
	CÓDIGO A1	CÓDIGO A2	CÓDIGO A3	CÓDIGO A4
Peso Hectolítrico	76.30	71.30	77.50	75.20
Kg/m ³	751.7	706.7	749.1	733.7
Humedad	13.45	12.92	13.15	12.56
Gluten	28.97	31.34	31.63	33.74
Gluten Index	56.81	67.16	61.61	40.65
Gluten Seco	9.65	10.40	10.53	11.15
Gluten al (14% H.B)	28.79	30.95	31.32	33.18
Número de Caída	416	353	358	367
Material de Desecho (Dockage)	0.30	1.30	0.01	0.01
Chupados y Rotos	0.021	0.037	0.039	0.007

Materia Extraña	0.12	0.51	0.03	0.08
Sobre Malla#7	81.90	70.90	73.90	77.60
Sobre Malla#7 y 10	17.00	28.00	25.90	22.00
Pasó Malla#12	1.00	0.10	0.10	0.22
Peso de 1000 granos	38.17	35.62	41.32	36.99
Screenings	0.10	1.00	0.10	0.18

Fuente: Departamento de Control y Calidad. INDUSTRIAL MOLINERA C. A. GUAYAQUIL. 2016.

5.4.1. Humedad

La humedad es el contenido de H₂O en los granos, misma que depende del estado de madurez y se expresa en porcentaje. Los valores determinados para las cuatro líneas de trigo duro son iguales e inferiores al 13 % de humedad, lo cual se presenta de manera similar a los reportados por varios autores, lo que garantiza su conservación y almacenamiento del germoplasma con temperaturas inferiores a los 15 °C y humedad relativa baja (< 60 %).

En las cuatro líneas se presentó un rango de 12,84 % a 13,6 % de humedad (Cuadro N° 16).

5.4.2. Cenizas

Las cenizas corresponden a los minerales presentes en la materia seca. En las cuatro líneas se determinaron valores que van en un rango de 1,69 % a 1,94 %, de las cuales la línea A2 presentó un contenido más alto de cenizas (minerales), con 1,94 % (Cuadro N° 16).

Los principales minerales presentes en las cenizas son: Ca; Mg; Fe; Na; P y K.

5.4.3. Extracto Etéreo (EE)

El EE, se refiere a los ácidos grasos; es decir al contenido de grasas en el grano.

La línea que presentó mayor contenido de EE fue la A2 con 1,82 %, seguido de las líneas A3 y A4 con 1,67 % (Cuadro N° 16).

5.4.4. Proteína

La proteína corresponde al complejo de enzimas y vitaminas, mismos que son importantes en la calidad del grano. Las líneas presentaron valores con un rango del 12,6 % al 14,79 % de proteína bruta, en el cual la línea A2 presentó un contenido mayor de proteína (Cuadro N° 16). El porcentaje de proteína mayor al 12 % es un requisito para la industria harinera de trigo harinero y trigo duro.

5.4.5. Fibra cruda

Se refiere fundamentalmente a los elementos fibrosos de la pared de la célula vegetal. El componente principal de la fibra que ingerimos es la celulosa.

Se registró como valor más alto un 3,78 % de fibra, mismo que corresponde a la línea A4, seguida de la línea A2 con 3,72 % de fibra (Cuadro N° 16).

5.4.6. Extracto libre de nitrógeno (ELN)

El ELN, representa a los hidratos de carbono, mismos que están compuestos por almidón, azúcares y otros polisacáridos. La línea que obtuvo el mayor porcentaje de ELN fue la A4, con un 79,61 % (Cuadro N° 16).

En función de estos resultados y de acuerdo a la literatura internacional, estas accesiones de trigo duro reúnen los atributos de calidad en cuanto al Peso Hectolítrico; granos vítreos; proteína; minerales; grasas e hidratos de carbono.

VI. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Para los componentes: Días a la emergencia de plántulas (DEP); Número de plantas por metro cuadrado (PMC); Número de macollos por planta (NMP); Días al espigamiento (DE); Número de hojas por planta (NHPP); Número de nudos por tallo principal (NNPTP); Longitud entre nudos (LEN); Número de espiguillas por espiga (NEE); Número de granos por espiguilla (NGE); Número de granos por espiga (NGEs); Longitud de espiga (LE); Longitud de barbas (LB); Días a la cosecha (DC); Peso hectolítrico (PH); Profundidad radicular (PR) y Restos Vegetales (RV); se acepta la **hipótesis nula (Ho)**, porque la respuesta de las cuatro líneas son similares y no dependieron de los niveles de N y de su interacción genotipo – ambiente (Cuadro N° 13).

Para los componentes: Altura de plantas (AP); Diámetro del tallo (DT); Número de espigas por metro cuadrado (NEMC); Peso de 1000 semillas en gramos (PMS) y Rendimiento en kilogramos por hectárea (RH); se acepta la **hipótesis alterna (Ha)**, porque la respuesta de las cuatro líneas de trigo duro fueron diferentes y dependieron de los niveles N y de su interacción genotipo – ambiente (Cuadro N° 13).

En función del componente más importante que es el rendimiento del trigo duro en Kg/ha, la respuesta de las accesiones de trigo fueron diferentes; así como del N y su interacción; por tanto se concluye que existió un comportamiento diferente de las líneas de trigo y aceptamos la **hipótesis alterna (Ha)**.

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

- El rendimiento promedio más alto de trigo, se presentó en la línea A2 con 3461 Kg/ha al 14 % de humedad.
- Para el N en términos generales se calculó una respuesta lineal. El promedio más elevado se determinó en B3 (80 Kg/ha de N) con 3575 Kg/ha al 14 % de humedad.
- En la intersección de factores: líneas de trigo duro por dosis de N; el rendimiento promedio más alto se determinó en el tratamiento T3: A1B3 (Línea A1 + 80 Kg/ha de N) con 3853 Kg/ha.
- Los componentes que incrementaron el rendimiento de trigo principalmente fueron el número de espigas por m²; la profundidad radicular y el N.
- En función del análisis de tendencias polinomiales bajo las condiciones de Laguacoto con déficit de agua, el óptimo económico del N para trigo duro es de 60 Kg/ha.
- Se comprobó la tolerancia del trigo duro a la sequía en función del rendimiento que superó el promedio de trigo harinero.
- Las cuatro accesiones de trigo duro califican para liberarse como variedades comerciales por su tolerancia a la sequía, al acame, resistencia al desgrane, enfermedades foliares y a la calidad nutricional como el contenido de proteína, peso hectolítrico, minerales, grasas e hidratos de carbono.
- Finalmente este estudio permitió seleccionar alternativas tecnológicas y válidas para la adaptación y mitigación del cambio climático como son los componentes varietales, el N y la calidad del trigo.

7.2. RECOMENDACIONES

En función de los resultados de esta investigación y del proceso de estudio desde el año 2007, se recomienda:

- Se sugiere al programa de investigación y producción de semillas de la UEB, liberar como variedades comerciales al menos las líneas A1 y A2 por sus indicadores en mayor rendimiento y calidad.
- Producir semilla certificada a través del programa de semillas para difundir a los productores/as del cantón Guaranda y Chimbo.
- Validar estas cuatro líneas promisorias en otras zonas agroecológicas como son Chillanes y San Pablo.
- El uso y manejo del N para cada zona agroecológica está en función de la variedad, manejo agronómico y rotación de cultivos. Para la zona de Lagucoto se recomienda la dosis de 60 Kg/ha aplicado fraccionado a los 30; 60 y 90 días después de la siembra.
- La siembra del trigo realizar en labranza de conservación, realizando únicamente los surcos separados a 0,20 m y la siembra a chorro continuo en una dosis de 180 Kg/ha de semilla certificada.
- Para el manejo integrado de malezas, se recomienda el herbicida Metsulfurón metil 60 % en una dosis de un gramo / 20 l de agua a los 20 días después de la siembra.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alvarez R., et al., 2005. Analysis of Soil Fertility and Management on Yields of Wheat and Corn in the Rolling Pampa of Argentina. *J. Agronomy & Crop Science* 191. Pp. 321-329.
2. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). 1986. *Enfermedades y Plagas del Trigo*. México, DF. 29 p.
3. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). 2006. *Características morfológicas de los cereales*. México, DF. 10 p.
4. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). 2008. *Metodología sobre las enfermedades de los cereales*. México, DF. 32 p.
5. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). 2007. *Manual de metodología sobre las enfermedades de los cereales*. México, DF. 46 p.
6. Consejo Internacional de Cereales, 2002. *Estadísticas Mundiales de granos*. Pp. 13-17.
7. Conxita, R. 1998. *Vida rural. Limitaciones ambientales del trigo duro*. Cataluña, España. Citado por Flores, J. 2015. *Caracterización Morfoagronómica de 14 Accesiones de Trigo Duro (Triticum turgidum L. (Thell) durum) en la Localidad de Laguacoto III, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar*. Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Guaranda, Ecuador. 104 p.

8. Danial, D. 1999. Cultivo del Trigo y la Cebada. Temas de Orientación Agropecuaria. Bogotá, Colombia. Citado por Flores, J. 2015. Caracterización Morfoagronómica de 14 Acciones de Trigo Duro (*Triticum turgidum* L. (Thell) durum) en la Localidad de Laguacoto III, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar. Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Guaranda, Ecuador. 104 p.
9. Escobar, W. 1997. Caracterización Morfológica, Agronómica y Bioquímica de la Colección Ecuatoriana de Papa (*Solanum tuberosum* L.) Sub grupo Tardías. Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Guaranda, Ecuador. 72 p.
10. Esquinas, J. 2006. Diversidad Biológica. Sistema Global de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) sobre recursos fitogenéticos. Citado por Flores, J. 2015. Caracterización Morfoagronómica de 14 Acciones de Trigo Duro (*Triticum turgidum* L. (Thell) durum) en la Localidad de Laguacoto III, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar. Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Guaranda, Ecuador. 104 p.
11. Fierro, H. 1997. Evaluación Agronómica de cuatro variedades de Trigo (*Triticum vulgare* L.) en las localidades de Shacundo y aguacoto II. Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Guaranda, Ecuador. 89 p.
12. Hernández, J. et al., 2010. Curso de Fertilización, Potasio. FAAGRO. Pp. 1-15.

13. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). 1999. Manual Agrícola de los principales cultivos del Ecuador. Quito, Ecuador. 31 p.
14. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). 2001. Participación y Género en la Investigación Agropecuaria. Estación Experimental Santa Catalina. Quito, Ecuador. 28 p.
15. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). 2006. Participación y Género en la Investigación Agropecuaria. Estación Experimental Santa Catalina. Quito, Ecuador. 128 p.
16. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. INIA. 2009. Centro Regional de Investigación Quilamapu. Chile. Pp. 2 - 6.
17. López, A. 1999. Práctica de la Agricultura y Ganadería. OCEANO/CENTRU. España. 81 p.
18. Manual Agrícola. 1994. AGRIPAC. Tecnológico del maíz híbrido de calidad y productividad. Citado por Flores, J. 2015. Caracterización Morfoagronómica de 14 Accesiones de Trigo Duro (*Triticum turgidum* L. (Thell) durum) en la Localidad de Laguacoto III, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar. Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Guaranda, Ecuador. 104 p.
19. Mathre. 1995. Compendium of Barley Diseases. American Phytopathological Society Missouri. USA. p 57.
20. Monar, C. 2000. Informe anual de labores. Proyecto Integral Noreste de Bolívar. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). FEEP. Guaranda, Ecuador. 52 p.

21. Monar, C. 2001. Informe anual de labores. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). FEPP. Guaranda, Ecuador. 27 p.
22. Monar, C. 2002. Informe Anual de Labores. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP, FEPP). Guaranda, Ecuador. 39 p.
23. Monar, C. 2004. Informe Anual de Labores. UVTT/C.B. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Guaranda, Ecuador. 47 p.
24. Monar, C. 2006. Escala de colores del grano de trigo maduro. Proyecto de Investigación y Producción de Semillas. Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Guaranda, Ecuador. 42 p.
25. Monar, C. 2007. Informe anual de labores. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Guaranda, Ecuador. 32 p.
26. Monar, C. 2009. Informe anual de labores. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Guaranda, Ecuador. 32 p.
27. Monar, C. 2010. Informe anual de labores. Proyecto de Investigación y Producción de Semillas. Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Guaranda, Ecuador. 42 p.
28. Monar, C. 2012. Proyecto de Investigación y Producción de semillas. Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Guaranda, Ecuador. 37 p.

29. Monar, C. 2014. Proyecto de Investigación y Producción de semillas. Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Guaranda, Ecuador. 29 p.
30. Monar, C. 2015. Informe Anual Proyecto de Investigación y Producción de semillas. Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Guaranda, Ecuador.
31. Mulero, J. 2007. Cultivo de Trigo en la zona sur del término municipal de Morón de la frontera al sur de Sevilla. Citado por Flores, J. 2015. Caracterización Morfoagronómica de 14 Accesiones de Trigo Duro (*Triticum turgidum* L. (Thell) durum) en la Localidad de Laguacoto III, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar. Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Guaranda, Ecuador. 104 p.
32. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2006. Recuperar la Diversidad del Trigo. 23 p.
33. Poehlman, J. 1995. Mejoramiento genético de las cosechas. México, DF. México. 453 p.
34. Práctica de Cultivos. 1996. Citado por Flores, J. 2015. Caracterización Morfoagronómica de 14 Accesiones de Trigo Duro (*Triticum turgidum* L. (Thell) durum) en la Localidad de Laguacoto III, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar. Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Guaranda, Ecuador. 104 p.
35. Producción Agrícola. 1995. Enciclopedia Agropecuaria. Tomo I. Citado por Flores, J. 2015. Caracterización Morfoagronómica de 14 Accesiones

de Trigo Duro (*Triticum turgidum* L. (Thell) durum) en la Localidad de Laguacoto III, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar. Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Guaranda, Ecuador. 104 p.

36. Proyecto de Resistencia Duradera en la Zona Andina (PREDUZA). 1998. Curso sobre mejoramiento para resistencia contra enfermedades y plagas. Quito, Ecuador. 27 p.
37. Red Repositorios de Acceso Abierto del Ecuador (RRAAE). 2015. Citado por Aguilar, X, J. 2013. Caracterización morfoagronómica de 21 accesiones de trigo duro (*Triticum turgidum* L. (Thell) durum) en la Localidad de Laguacoto II, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar. Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Guaranda, Ecuador. 110 p.
38. Rojas, M. 2003. Módulo de Granos y Cereales. Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Guaranda, Ecuador. Pp. 21 – 23.
39. Rosales, M.; Mascarúa, M. 2001. Mecanismos de patogenicidad en interacciones de Planta y Microorganismos. Puebla, México. P 202.
40. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2012. Cadena Agroindustrial del Trigo. México, DF. México. Pp 1 - 6.
41. Vademécum Agrícola. 2000. Sexta edición. Citado por Flores, J. 2015. Caracterización Morfoagronómica de 14 Accesiones de Trigo Duro (*Triticum turgidum* L. (Thell) durum) en la Localidad de Laguacoto III, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar. Universidad Estatal de

Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Guaranda, Ecuador. 104 p.

42. Vademécum Agrícola. 2007. Novena edición. Citado por Flores, J. 2015. Caracterización Morfoagronómica de 14 Accesiones de Trigo Duro (*Triticum turgidum* L. (Thell) durum) en la Localidad de Laguacoto III, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar. Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Guaranda, Ecuador. 104 p.
43. Vademécum Agrícola. 2007. Novena edición. Quito, Ecuador. Pp. 93 - 94.
44. <http://www.infoagro-com/herbaceos/cereales/trigo2.html>
45. <http://brainly.lat/tarea/223509.html>
46. <http://canales.ideai.es/canalagro/datos/herbaceos/cereales/trigo2.html>
47. <http://es.wikipedia.org/Triticum%20.html>
48. http://es.wikipedia.org/wiki/Nutrici%C3%B3n_de_nitr%C3%B3geno_en_plantas.html
49. <http://es.wikipedia.org/wiki/Triticum.html>.
50. http://es.wikipedia.org/wiki/Triticum_durum.html
51. http://es.wikipedia.org/wiki/Triticum_turgidum.html
52. <http://fitomejoramientofca2011.blogspot.com/2011/04/mejoramiento-genetico-en-trigo.html>
53. <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://ambitoeconomico.blogspot.com/2012/04/produccion-de-cacao-y-trigo-en-el.html>
54. <http://www.andes.info.ec/es/noticias/importaciones-trigo-continuaran-ingresando-ecuador-sin-pagar-aranceles.html>
55. <http://www.artinaid.com/2013/04/el-nitrogeno.html>
56. <http://www.bayercropscience.cl/.asp.html>
57. http://www.beltres.com/losmolinos/index.Phd?option=com_content&view=article&id=406:trigo&catid=115:cereals&Itemid=1060.html

58. <http://www.creces.cl/new/index.asp?imat=++%3E++16&tc=3&nc=5&art=668.html>
59. <http://www.ecologistasenaccion.org/article19945.html>
60. <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/es/.html>
61. <http://www.fertilizando.com/articulos/Eficiencia%20de%20Uso%20del%20Nitrogeno%20en%20Trigo%20y%20Maiz.asp.html>
62. http://www.fertimax.com/Nitrogeno/Preguntas_Frecuentes/preguntas_frecuentes.html
63. <http://www.fflfoagro.eoffl/herbaceos/cereales/trigo2.html>
64. <http://www.icarito.cl/2010/04/21-9036-9-el-trigo.shtml>
65. <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/trigo2.html>
66. <http://www.inspection.gc.ca/plants/plants-with-noveltraits/applicants/directive-94-08/biology-documents/triticum-turgidum-ssp durum/eng/1330983955477/1330984025320.html>
67. <http://www.interempresas.net/Agricola/Articulos/39819-El-papel-del-nitrogeno-en-la-agricultura-y-la-contaminacion-por-nitrato.html>
68. <http://www.laguiasata.com/Puccinia%20graminis.html>
69. <http://www.laguiasata.com/Ustilago%20nuda.html>
70. http://www.livestrong.com/es/trigo-duro-contrainfo_11959/.html
71. <http://www.monografias.com/trabajos6/trigo/trigo.shtml>
72. <http://www.monografias.com/trabajos82/experimentacion-hibridacion-plantas/experimentacion-hibridacion-plantas.shtml>
73. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60826108.html>
74. <http://www.sinavimo.gov.ar/plaga/alternaria-triticina.html>
75. <http://www.textoscientificos.com/quimica/urea.html>
76. <http://www.utm.mx/temas/temas-docs/nota4t29.html>
77. http://www:\trigo\monogra\El Trigo - Monografias_coiri.html
78. <http://www3.syngenta.com/country/es/sp/cultivos/cereal/enfermedades/Paginas/oidio.aspx.html>
79. <https://bibliotecadeamag.wikispaces.com/file/view/Cultivo+de+Trigo.html>
80. <https://es.wikipedia.org/wiki/Nitr%C3%B3geno.html>
81. <https://prezi.com/fn4aftxmxmtw/mejoramiento-genetico-en-trigo/.html>

ANEXOS

ANEXO N° 1

UBICACIÓN DEL ENSAYO EN 3D (MAPA HÍBRIDO)



COORDENADAS: LAGUACOTO III

Altitud	2.622 msnm
Latitud	01°36'52'' S
Longitud	78°59'54'' W

ANEXO N° 2

ANÁLISIS FÍSICO Y QUÍMICO DEL SUELO. Laguacoto III. 2015

Nombre del Propietario: Sr. Edison Guerrero

Fecha de ingreso: 18 de septiembre de 2015

Fecha de salida: 24 de septiembre de 2015

Ubicación: Laguacoto III. Universidad Estatal de Bolívar

Producto: Análisis de Tratamientos (Suelo – dosis de nitrógeno)

Cultivo: Trigo

ANÁLISIS FÍSICO

<i>Identificación</i>	<i>M.O.</i> %	<i>Humedad</i> %	<i>Densidad Aparente</i> <i>gr/cm³</i>
Muestra General: 0 – 30 cm	1.05	10	1.15
Muestra General: 30 – 60 cm	1.00	8	1.08
T1: 0 – 30 cm	2.50	7	1.40
T1: 30 – 60 cm	2.50	11	1.45
T2: 0 – 30 cm	3.00	10	1.25
T2: 30 – 60 cm	1.45	4	1.30
T3: 0 – 30 cm	2.30	6	1.25
T3: 30 – 60 cm	2.14	8	1.40
T4: 0 – 30 cm	2.50	6.6	1.45
T4: 30 – 60 cm	1.20	5.5	1.25
T5: 0 – 30 cm	1.19	7	1.30
T5: 30 – 60 cm	2.30	5	1.25
T6: 0 – 30 cm	2.90	6.5	1.40
T6: 30 – 60 cm	2.00	6.6	1.45
T7: 0 – 30 cm	1.50	5.5	1.25
T7: 30 – 60 cm	1.70	10	1.20
T8: 0 – 30 cm	2.00	7	1.25
T8: 30 – 60 cm	2.50	7	1.30
T9: 0 – 30 cm	2.50	10	1.45
T9: 30 – 60 cm	1.85	13	1.25
T10: 0 – 30 cm	1.45	4	1.30
T10: 30 – 60 cm	2.30	6	1.20
T11: 0 – 30 cm	2.14	8	1.40
T11: 30 – 60 cm	2.50	6	1.45
T12: 0 – 30 cm	1.20	5.5	1.25
T12: 30 – 60 cm	1.19	6.8	1.30

Fuente: Laboratorio de Suelos del Departamento Económico productivo del GAD Provincial – Bolívar, 2016.

ANÁLISIS QUÍMICO

Identificación	pH	mS	Mg/litro							
		Conductividad Eléctrica	Nitrato (NO ₃)	Amoníaco (NH ₃ -N)	=N Total	P (P ₂ O ₅)	K	Ca	Mg	S
Muestra General: 0 – 30 cm	6.50 NEUTRO	0.07	12	5	17	5	10	100	20	2
Muestra General: 30 – 60 cm	6.80 NEUTRO	0.08	16	5	21	17	26	90	15	5
T1: 0 – 30 cm	7.00 NEUTRO	0.05	14	4.0	18	27	29	40	5	20
T1: 30 – 60 cm	6.00 NEUTRO	0.03	13	5	18	12	24	60	7	15
T2: 0 – 30 cm	7.00 NEUTRO	0.05	5	3	8	24	14	20	4	5
T2: 30 – 60 cm	7.00 NEUTRO	0.05	10	5	15	4	12	90	15	2
T3: 0 – 30 cm	7.10 NEUTRO	0.06	17	5	22	19	25	80	12	6
T3: 30 – 60 cm	7.56 NEUTRO	0.05	15	5	20	30	30	50	6	22
T4: 0 – 30 cm	6.75 NEUTRO	0.04	14	6	20	15	36	70	8	16
T4: 30 – 60 cm	7.25 NEUTRO	0.06	7	4	11	26	15	30	5	6
T5: 0 – 30 cm	7.10 NEUTRO	0.06	13	5	18	6	8	110	30	1
T5: 30 – 60 cm	6.92 NEUTRO	0.07	15	6	21	18	24	100	30	6
T6: 0 – 30 cm	7.36 NEUTRO	0.04	13	6	19	25	27	40	5	23
T6: 30 – 60 cm	7.00 NEUTRO	0.03	12	5	17	13	22	50	6	16
T7: 0 – 30 cm	7.35 NEUTRO	0.05	4	4	8	27	12	35	4	7
T7: 30 – 60 cm	7.00 NEUTRO	0.07	12	5	17	5	10	100	20	2
T8: 0 – 30 cm	6.85 NEUTRO	0.08	16	5	21	17	26	90	15	5
T8: 30 – 60 cm	7.00 NEUTRO	0.05	14	4.0	18	27	29	40	5	20
T9: 0 – 30 cm	6.00 NEUTRO	0.03	13	5	18	12	24	60	7	15
T9: 30 – 60 cm	7.00 NEUTRO	0.05	5	3	8	24	14	20	4	5
T10: 0 – 30 cm	7.00 NEUTRO	0.05	10	5	15	4	12	90	15	2
T10: 30 – 60 cm	7.10 NEUTRO	0.06	17	5	22	19	25	80	12	6
T11: 0 – 30 cm	7.56 NEUTRO	0.05	15	5	20	30	30	50	6	22
T11: 30 – 60 cm	6.75 NEUTRO	0.04	14	6	20	15	26	70	8	16
T12: 0 – 30 cm	7.25 NEUTRO	0.06	7	4	11	26	15	30	5	6
T12: 30 – 60 cm	6.90 NEUTRO	0.07	8	4	10	27	16	31	6	7

Fuente: Laboratorio de Suelos del Departamento Económico productivo del GAD Provincial – Bolívar, 2016.

ANEXO N° 3

RESULTADOS DEL ANÁLISIS NUTRICIONAL PROXIMAL DEL LAS LÍNEAS A2 Y A4 DEL DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD DEL INIAP.



MC-LSAIA-2201-03

INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD
LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS
 Panamericana Sur Km. 1, Cutigagua Tls. 2690691-3007134, Fax 3007134
 Casilla postal 17-01-340



INFORME DE ENSAYO No: 16-0100

<p>NOMBRE PETICIONARIO: Sr. Edison Guerrero</p> <p>DIRECCION: Guaranda</p> <p>FECHA DE EMISION: 25/04/2016</p> <p>FECHA DE ANALISIS: el 12 al 22 de abril de 2016</p>	<p>INSTITUCION: Universidad Estatal de Bolívar</p> <p>ATENCION: Sr. Edison Guerrero</p> <p>FECHA DE RECEPCION: 11/04/2016</p> <p>HORA DE RECEPCION: 13H46</p> <p>ANALISIS SOLICITADO: Proximal</p>
---	---

ANÁLISIS METODO	HUMEDAD	CENIZAS ⁰	E.E. ⁰	PROTEÍNA ⁰	FIBRA ⁰	E.L.N. ⁰		IDENTIFICACIÓN
						MO-LSAIA-01.03	MO-LSAIA-01.05	
METODO REF.	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	
UNIDAD	%	%	%	%	%	%	%	
16-0663	12,84	1,94	1,82	14,79	3,72	77,73		Trigo grano duro A2
16-0664	12,84	1,86	1,67	13,07	3,78	79,61		Trigo grano duro A4

Los ensayos marcados con Q se reportan en base seca.
 OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

RESPONSABLES DEL INFORME


Dr. Armando Rubio
RESPONSABLE DE CALIDAD




Dr. Iván Samaniego, MSc.
RESPONSABLE TECNICO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo.

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, es propiedad del INIAP y es de uso exclusivo del destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

ANEXO 4

RESULTADOS DEL ANÁLISIS NUTRICIONAL PROXIMAL DEL DEPARTAMENTO DE CONTROL Y CALIDAD DE LA INDUSTRIA MOLINERA C. A. DE CUATRO LÍNEAS DE TRIGO DURO

Psi
Atentamente,
Ing. Jorge Bodero León
Jefe Dpto. Control de Calidad
INDUSTRIAL MOLINERA C.
A.

De: María del Carmen Bonifáz (E-mail:
mbonifaz@gnoboa.com)
Enviado el: martes 08 de marzo de 2016 11:08
Para: "Jorge Bodero"
Asunto: Resultado Trigo Duro: diferentes
códigos

MUESTRAS	TRIGO DURO			
	CÓDIGO A1	CÓDIGO A2	CÓDIGO A3	CÓDIGO A4
Peso Hectolítrico	76.30	71.30	77.50	75.20
Kg/m ³	751.7	706.7	749.1	733.7
Humedad	13.45	12.92	13.15	12.56
Gluten	28.97	31.34	31.63	33.74
Gluten Index	56.81	67.16	61.61	40.65
Gluten Seco	9.65	10.40	10.53	11.15
Gluten al (14% H.B)	28.79	30.95	31.32	33.18
Número de Caída	416	353	358	367
Material de Desecho (Dockage)	0.30	1.30	0.01	0.01
Chupados y Rotos	0.021	0.037	0.039	0.007
Materia Extraña	0.12	0.51	0.03	0.08
Sobre Malla#7	81.90	70.90	73.90	77.60
Sobre Malla#7 y 10	17.00	28.00	25.90	22.00
Pasó Malla#12	1.00	0.10	0.10	0.22
Peso de 1000 granos	38.17	35.62	41.32	36.99
Screenings	0.10	1.00	0.10	0.18

Atentamente,

Ing. María del Carmen Bonifáz A.
Dpto. Control de Calidad
INDUSTRIAL MOLINERA C. A.

ANEXO N° 5

RESULTADOS DEL ANÁLISIS FOLIAR DE LA LÍNEA A4 CON 3 NIVELES DE NITRÓGENO DEL LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS DEL INIAP.

 <p style="font-size: small; text-align: center;">INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS</p>	 <p style="font-size: small; text-align: center;">ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693</p>
---	---

REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : Edison Guerrero Dirección : Guaranda Ciudad : Teléfono : Fax :		DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : Universidad de Bolívar Provincia : Bolívar Cantón : Guaranda Parroquia : Veintimilla Ubicación :		PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo : TRIGO Fecha de Muestreo : 29/07/2015 Fecha de Ingreso : 11/04/2016 Fecha de Salida : 25/04/2016												
N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	(%)														
		N	P	K	Ca	Mg	S	M.O.	B	Zn	Cu	Fe	Mn	Mo	Na	
28539	A4 B1	0,50														
28540	A4 B2	0,62														
28541	A4 B3	0,53														

INTERPRETACION
 B = Bajo
 S = Suficiente
 A = Alto

[Signature]
 RESPONSABLE LABORATORIO

[Signature]
 LABORATORISTA

ANEXO N° 6

BASE DE DATOS

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LA RESPUESTA DE CUATRO LÍNEAS DE TRIGO DURO A LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA

- V1. Tratamientos
- V2. Repeticiones
- V3. FA (líneas de trigo duro)
- V4. FB (niveles de N)
- V5. Días a la emergencia de plántulas (DEP)
- V6. Número de plantas por metro cuadrado (PMC)
- V7. Número de macollos por planta (NMP)
- V8. Días al espigamiento (DE)
- V9. Número de hojas por planta (NHPP)
- V10. Número de nudos por tallo principal (NNPTP)
- V11. Color del tallo (CT)
- V12. Longitud entre nudos (LEN)
- V13. Diámetro del tallo (DT)
- V14. Altura de plantas (AP)
- V15. Número de espigas por metro cuadrado (NEMC)
- V16. Número de espiguillas por espiga (NEE)
- V17. Número de granos por espiguilla (NGE)
- V18. Número de granos por espiga (NGEs)
- V19. Longitud de espiga (LE)
- V20. Color de las espigas (CE)
- V21. Acame del tallo (AT)
- V22. Evaluación de enfermedades foliares (EEF)
- V23. Longitud de barbas (LB)

V24. Desgrane de espigas (DE)

V25. Días a la cosecha (DC)

V26. Porcentaje de humedad del grano (PHG)

V27. Peso 1000 semillas en gramos (PMS)

V28. Rendimiento en kilogramos por hectárea (RH)

V29. Color del grano (CG)

V30. Peso hectolítrico (PH)

V31. Profundidad radicular (PR)

V32. Restos Vegetales (RV) Biomasa (Kg/ha)

1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18
1	1	1	1	10	176	5	69	5	3	20	10.2	4.1	80.6	386	16	3	51
2	1	1	2	12	158	6	71	5	3	20	8.9	4.2	75.8	399	14	3	44
3	1	1	3	10	186	5	69	5	3	20	9.9	4.2	79.9	420	14	4	51
4	1	2	1	13	154	6	73	6	4	20	8.1	4.2	71.1	302	17	3	50
5	1	2	2	11	96	6	72	5	4	20	8.2	4.0	72.5	336	17	3	46
6	1	2	3	11	112	6	71	6	4	20	8.2	4.2	75.4	415	18	3	61
7	1	3	1	12	146	6	75	5	3	20	9.5	4.1	77.0	320	14	3	43
8	1	3	2	12	134	7	75	5	4	20	8.9	4.0	75.6	350	16	3	53
9	1	3	3	12	166	6	73	5	3	20	9.4	4.2	77.5	366	15	3	50
10	1	4	1	11	106	6	72	5	3	20	7.9	4.1	68.6	303	14	3	38
11	1	4	2	11	110	8	72	5	3	20	8.7	4.1	72.8	341	15	3	43
12	1	4	3	11	116	6	71	5	3	20	8.7	4.2	73.0	358	14	3	43
1	2	1	1	10	102	5	70	5	3	20	8.5	4.1	81.8	398	14	3	42
2	2	1	2	8	152	5	68	5	3	20	8.9	4.0	77.3	408	14	3	33
3	2	1	3	12	156	5	71	5	3	20	8.0	4.1	80.7	411	14	3	40
4	2	2	1	13	166	6	72	5	3	20	7.9	4.3	72.3	323	17	3	51
5	2	2	2	14	114	6	74	5	4	20	7.6	4.1	73.0	340	16	4	58
6	2	2	3	14	164	6	74	5	4	20	7.9	4.2	74.2	410	18	3	55
7	2	3	1	15	114	5	75	5	3	20	8.5	4.1	78.6	327	17	3	50
8	2	3	2	11	172	5	73	5	3	20	7.9	3.9	76.4	361	15	3	45
9	2	3	3	14	120	5	74	5	3	20	8.6	4.2	78.4	358	17	4	63
10	2	4	1	14	112	6	74	5	3	20	7.0	4.0	70.8	322	13	3	39
11	2	4	2	12	156	5	71	5	3	20	7.0	4.0	73.5	332	14	3	41
12	2	4	3	11	118	5	73	5	3	20	7.3	4.1	72.1	366	14	3	37
1	3	1	1	8	122	3	69	5	3	20	8.2	4.2	78.9	339	13	3	32
2	3	1	2	12	102	4	71	5	3	20	9.0	4.0	74.3	402	13	3	37
3	3	1	3	13	104	5	72	5	3	20	7.8	4.2	78.7	398	14	4	50
4	3	2	1	14	126	5	73	5	3	20	7.8	4.3	70.1	305	18	4	65
5	3	2	2	11	150	5	71	5	4	20	8.3	4.0	71.4	328	18	3	54
6	3	2	3	10	156	6	71	6	4	20	8.6	4.1	76.3	402	16	3	48
7	3	3	1	13	138	6	74	5	3	20	9.0	4.1	75.6	332	15	4	55
8	3	3	2	10	102	4	73	5	3	20	9.4	4.0	73.7	345	15	3	52
9	3	3	3	11	98	5	73	5	3	20	9.5	4.2	76.4	388	16	4	61
10	3	4	1	11	118	5	73	5	4	20	7.9	4.1	67.6	341	14	3	44
11	3	4	2	9	114	5	71	5	3	20	7.6	4.2	74.1	328	14	4	54
12	3	4	3	9	122	6	71	5	3	20	7.7	4.2	74.6	386	13	3	38

V1	V2	V3	V4	V19	V20	V21	V22	V23	V24	V25	V26	V27	V28	V29	V30	V31	V32
1	1	1	1	6.3	2	1	1	11.8	1	149	13	37.9	2841	1	76.64	15.3	3319.6
2	1	1	2	5.7	2	1	1	13.4	1	156	13	37.5	3724	1	75.16	20.3	3591
3	1	1	3	5.7	2	1	1	11.3	1	153	13	37.2	3800	1	77.02	18.2	1890
4	1	2	1	6.3	2	1	1	14.7	2	150	13	42.6	3093	1	76.44	13.2	2808.6
5	1	2	2	6.4	2	1	1	13.9	2	154	13	49.6	3535	1	79.58	19.3	1108.8
6	1	2	3	6.5	2	1	1	12.8	2	152	13	42.6	3724	1	78.14	17.7	830
7	1	3	1	5.8	2	1	1	17.3	1	156	13	39.7	2588	1	80.7	14.4	4608
8	1	3	2	6.2	2	1	1	13.7	1	154	13	40	3409	1	78.46	16.6	2870
9	1	3	3	5.8	2	1	1	15.6	1	154	13	39.4	3586	1	77.36	18	3001.2
10	1	4	1	6.3	2	1	1	13.9	1	150	13	37.3	2588	1	76.28	15.1	2999.7
11	1	4	2	6.5	2	1	1	12.7	1	154	13	35.7	3283	1	74.94	16.4	4057.9
12	1	4	3	6.2	2	1	1	13.7	1	154	13	41.4	3156	1	74.32	17	3508.4
1	2	1	1	5.5	2	1	1	12.3	1	152	13	40.6	3030	1	79.14	13.2	6567
2	2	1	2	5.5	2	1	1	11.6	1	148	13	38.2	3598	1	75.62	17.3	4610.4
3	2	1	3	5.7	2	1	1	11.7	1	156	13	33.8	3914	1	75.3	14.9	4068.9
4	2	2	1	6.4	2	1	1	14.8	2	156	13	36.5	2841	1	74.22	17.7	8301.1
5	2	2	2	6.2	2	1	1	14.0	2	153	13	37.9	3661	1	75.94	21	6256
6	2	2	3	6.6	2	1	1	14.2	2	153	13	34.5	3914	1	73.22	15.2	6888
7	2	3	1	6.2	2	1	1	17.2	1	156	13	42.7	2626	1	80.8	16.8	8665.5
8	2	3	2	6.2	2	1	1	13.2	1	152	13	35.8	3283	1	78.06	18.2	7220
9	2	3	3	6.6	2	1	1	16.6	1	154	13	39.5	3510	1	79.48	19.2	5799.6
10	2	4	1	5.8	2	1	1	12.6	1	154	13	42.1	2525	1	77	12.3	4379.2
11	2	4	2	6.4	2	1	1	11.5	1	154	13	40.8	3308	1	74.08	18.7	3917.6
12	2	4	3	6.1	2	1	1	12.2	1	156	13	40.8	3005	1	76.22	18.1	3916.2
1	3	1	1	4.9	2	1	1	13.2	1	150	13	38.9	2651	1	81.16	16.8	4813.8
2	3	1	2	5.4	2	1	1	10.3	1	152	13	37.5	3661	1	76.26	19.5	4944.6
3	3	1	3	5.8	2	1	1	13.2	1	152	13	33.1	3846	1	76.36	16.9	4218.8
4	3	2	1	6.7	2	1	1	13.3	2	154	13	40	2967	1	76.58	14.2	4575
5	3	2	2	6.8	2	1	1	11.0	2	152	13	43.5	3598	1	73.9	20.1	4952.8
6	3	2	3	6.3	2	1	1	12.2	2	149	13	36	3820	1	74.82	18.2	6110.4
7	3	3	1	6.2	2	1	1	16.2	1	156	13	40.3	2608	1	80.94	13.9	8333.2
8	3	3	2	6.1	2	1	1	14.3	1	154	13	38.7	3346	1	78.26	16.3	3450
9	3	3	3	6.4	2	1	1	14.8	1	154	13	40.4	3548	1	81.92	17.4	7915.2
10	3	4	1	6.4	2	1	1	12.0	1	156	13	36.4	2273	1	75.96	14.5	5899.3
11	3	4	2	6.3	2	1	1	12.6	1	154	13	44.1	3295	1	77.28	14.9	4756
12	3	4	3	6.1	2	1	1	13.2	1	152	13	41	3081	1	78.22	19.3	5211

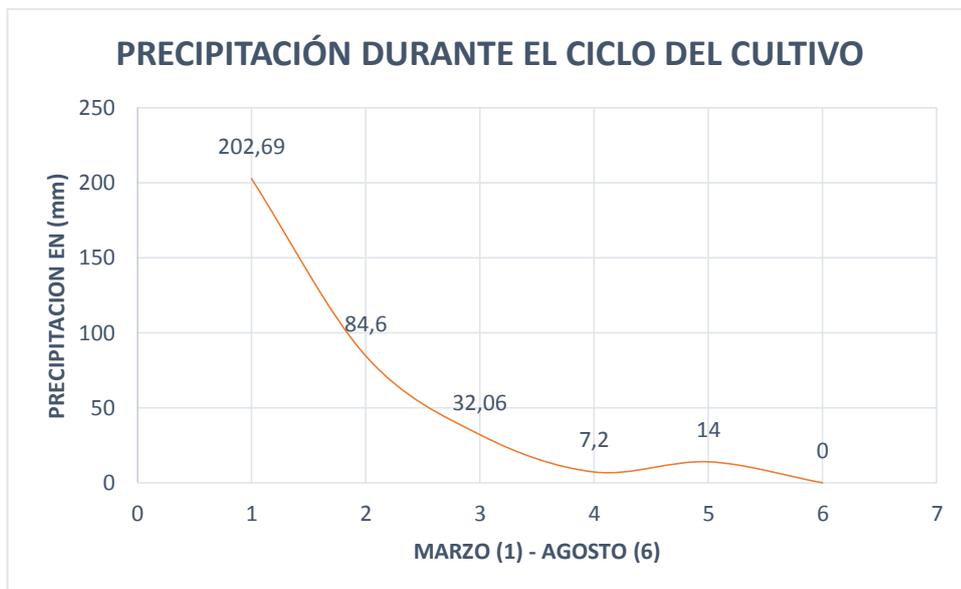
ANEXO N° 7

PRECIPITACIÓN DURANTE EL CICLO DEL CULTIVO DE TRIGO DURO. LAGUACOTO 2015.

MES	PRECIPITACIÓN (mm)	PORCENTAJE (%)
Marzo	202.69	59.52
Abril	84.6	24.84
Mayo	32.06	9.41
Junio	7.2	2.11
Julio	14	4.11
Agosto	0	0.00
TOTAL	340.55	100

Fuente: Estación Meteorológica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente. 2016.

GRÁFICO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA LLUVIA REGISTRADA EN EL AÑO 2015 DURANTE EL CICLO DE CULTIVO.



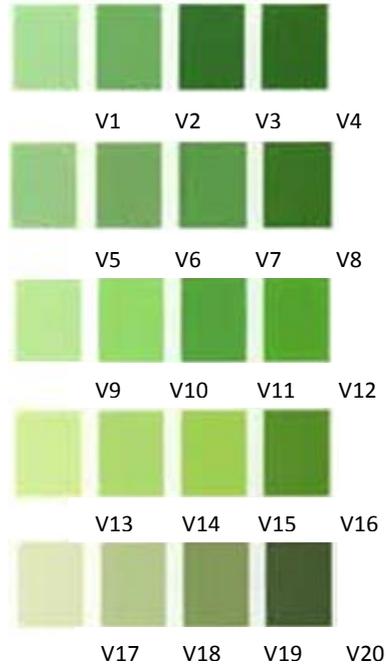
ANEXO N° 8

ESCALA DE COBB MODIFICADA PARA EVALUACIÓN DE ENFERMEDADES FOLIARES ROYAS: INCIDENCIA Y SEVERIDAD

REACCIÓN	SÍNTOMAS Y SIGNOS
5/0	Sin infección visible.
10 R	Resistentes: clorosis o necrosis visible; no hay uredias presentes y si las hay son muy pequeñas.
20 MR	Moderadamente Resistentes: uredias pequeñas y rodeadas ya sea por áreas cloróticas o necróticas.
40 MR	Intermedias: uredias de tamaño variable, algunas clorosis, necrosis o ambas.
60 MS	Moderadamente Susceptibles: uredias de tamaño mediano y posiblemente rodeadas por áreas cloróticas.
100 S	Susceptibles: uredias grandes y generalmente con poca ausencia de clorosis, no hay necrosis.

ANEXO N° 9

CROMÁTICA DE COLOR VERDE



IDENTIFICACIÓN DE LA CROMÁTICA DE COLOR VERDE			
V1 Verde autentico	V2 Verde mar	V3 Verde pino	V4 Verde botella
V5 Verde limón	V6 Verde tilo	V7 Verde turquesa	V8 Verde hierva
V9 Verde agua	V10 Verde pera	V11 Verde primavera	V12 Verde manzana
V13 Verde pálido	V14 Verde uva	V15 Verde Jamaica	V16 Verde aceituna
V17 Verde Chartreuse	V18 Verde espiga	V19 Verde pastel	V20 Verde maya

Flores, J. 2015.

ANEXO N° 10

ACCESIONES DE TRIGO DURO UTILIZADAS EN ESTA INVESTIGACIÓN Y SELECCIONADAS PARA SU LIBERACIÓN COMO VARIEDADES COMERCIALES. Laguacoto. 2015.

Código	Descripción/Cuza (CIMMYT. 2007)	Selección Para Liberación
A1	AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//... CDSS97Y00729S-0TOPM-2Y-0M-0Y-0B-0B-1Y- 0BLR-4Y-0B	X
A2	LLARETA INIA/GUANAY//RASCON_37/2*TARRO_2 CDSS00Y01042T-0TOPB-16Y-0BLR-9Y-0B-0Y-2M- 0Y	X
A3	PLATA_10/4/RYA/BERK//HUI/3/LARU/5/HUI//... CDSS00Y01128T-0TOPB-20Y-0MLR-3Y-0B-0Y-1B- 0Y	X
A4	SWAHEN_2/KIRKI_8//PROZANA_1 CDSS94Y00783T-C-1M-0Y-0B-2Y-0B-0BLR-1Y-0B	X

ANEXO N° 11

FOTOGRAFÍAS DE PROCESO DEL SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Toma de muestras de suelo antes y después del ensayo



Preparación y trazado del terreno



Cultivo en estado de macollamiento



Aplicación de las dosis de N



Longitud entre nudos



Color del tallo



Número de hojas por planta y días al espigamiento



Altura de plantas – diámetro del tallo



Evaluación de enfermedades foliares



Trilla de muestras en el INIAP – Santa Catalina



Cosecha y trilla del trigo





Peso de 1000 granos y restos vegetales



Fotografías complementarias



ANEXO N° 12

GLOSARIO DE TÉRMINOS TÉCNICOS

Accesión.- Se denomina así a la muestra viva de una planta, cepa o población mantenida en un banco de germoplasma para su conservación y/o uso.

Ahijamiento.- Es la acción y efecto de ahijar (echar planta retoños).

Albumen.- Es la capa interna del grano de trigo y la que representa mayor porcentaje del mismo (entre el 80% y 90% del peso total).

Aleurona.- Conjunto de gránulos proteicos presentes en las semillas de diversas plantas, generalmente localizados en la parte externa del endospermo. Es la capa externa de los cereales.

Almidón.- Polisacárido de estructura muy compleja, uno de los más importantes desde el punto de vista de interés de la tecnología de los alimentos, muy extendidos en la naturaleza ya que son los hidratos de carbono de reserva de las plantas, constituido por amilosa y amilopectina.

Aurícula.- Es una prolongación de la parte inferior del limbo de las hojas.

Autógamas.- Polinización por polen de la misma flor. Son las plantas que poseen sus órganos de reproducción tanto femenino como masculino.

Cariópside.- Fruto seco indehisciente con el pericarpio adherido a su única semilla, como el grano de trigo.

Cloróticas.- Falta de clorofila en las plantas que causa en ellas una pigmentación amarillenta.

Competitividad.- Capacidad de competir.

Couscous.- El llamado **cuscús**, **cous-cous**, **alcuzcuz** o **kuskusús**, es un plato tradicional de la cocina de África del norte, a base de sémola de trigo duro, y a veces de cebada o de trigo verde, este último en Tunicia especialmente.

El albumen está formado por hidratos de carbono en forma de almidón. La función de esta parte es proporcionar las sustancias de reserva para el crecimiento de la nueva planta.

Espiguillas.- Cada una de las espigas pequeñas que forman la principal en algunas plantas. Después de la fecundación da origen al fruto.

Fasciculada.- Raíz en forma de cabellera típica de los cereales.

Fenotipo.- Conjunto de rasgos de un organismo.

Genotipo.- Conjunto de genes de un organismo.

Glumas.- Cubierta floral de las plantas gramíneas, que se compone de dos valvas a manera de escamas, insertas debajo del ovario.

Gluten.- Es la proteína de reserva nutritiva que se encuentra en las semillas de las gramíneas junto con el almidón.

Hibridación.- Producción artificial de seres híbridos.

Híbrido.- Es el organismo vivo animal o vegetal procedente del cruce de dos organismos de razas, especies o subespecies distintas, o de alguna o más cualidades diferentes.

Huésped.- Se llama huésped, hospedador, hospedante y hospederero a aquel organismo que alberga a otro en su interior o lo porta sobre sí, ya sea en una simbiosis de parásito.

Interacción.- Acción que se ejerce recíprocamente entre dos o más objetos, agentes, fuerzas, funciones, etc.

Parasito.- Organismo consumidor (huésped) que se vive sobre o dentro de otro organismo (hospedante) de quien a la vez extrae nutrientes, produciendo en algunos casos la muerte.

Patógeno.- Elemento o medio que origina y desarrolla las enfermedades.

Peso Hectolítrico.- Es la cantidad de grano que cabe en un hectolitro y es muy importante para la comercialización de granos, porque traduce la cantidad de materia seca de grano que hay en un volumen determinado. Cada grano tiene un PH específico y es muy usual en cereales.

Pluviometría.- Parte de la meteorología que estudia la distribución geográfica y estacional de las precipitaciones acuosas.

Precocidad.- Cualidad de precoz. Ciclo de cultivo precoz. En trigo menor a 120 días. Para cultivares precoces.

Productividad.- Cualidad de producir. Capacidad de producción por unidad de trabajo, superficie de tierra cultivada, equipo industrial, etc. Relación entre lo producido y los medios empleados, tales como mano de obra, materiales, energía, etc. La productividad de la cadena de montaje es de doce televisores por operario hora.

Pústulas.- Son protuberancias o abultamiento en una planta que en su interior poseen micelios de hongos patógenos.

Ramificación.- División y extensión de las venas, arterias o nervios, que, como ramas, nacen de un mismo principio o tronco.

Raquilla.- Es la base de cada flor en la espiguilla. Es un raquis articulado.

Sémola.- Trigo candeal desnudo de su corteza. Trigo quebrantado a modo del farro y que se guisa. Pasta alimenticia de harina, arroz u otros cereales en forma de granos finos.

Susceptible.- Capas de recibir modificación o impresión. Que es propenso a contraer enfermedades. Trabajan en la hibridación de cereales para conseguir que sean más nutritivos. Función de dos células de distinta estirpe para dar lugar a otra característica mixta. Trabajan en la hibridación de cereales para conseguir que sean más nutritivos. Función de dos células de distinta estirpe para dar lugar a otra característica mixta.

Trigo Duro.- El triticum durum (trigo duro) es una especie común del cereal triticum (trigo) conocido también como trigo moruno, siciliano, semolero o fanfarrón. Pertenece a los tetraploides debido a su conformación por 28 cromosomas.

Trigo.- Género de plantas de la familia de las Gramíneas, con espigas terminales compuestas de cuatro o más carreras de granos, de los cuales, triturados, se saca la harina con que se hace el pan. Hay muchas especies, y en ellas innumerables variedades.

Variedad.- Subdivisión natural de una especie que muestra caracteres morfológicos distintos.