

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO

CARRERA: INGENIERÍA AGROPECUARIA

Tesis previa a la obtención del título de: INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

**EVALUACIÓN DE SIETE VARIEDADES DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.)
CON TRES TIPOS DE MANEJO NUTRICIONAL, A 2890 m.s.n.m. JUAN
MONTALVO-CAYAMBE-2012.**

AUTOR:

PABLO RICARDO MANANGÓN MONTEROS

DIRECTORA:

ING. ROSITA ESPINOZA G. MAE.

Quito, Abril 2014

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Los conceptos desarrollados, análisis realizados, conclusiones y recomendaciones de la presente investigación, son de exclusiva responsabilidad del Autor.

Quito, Abril del 2014

(f) _____

Pablo Ricardo Manangón Monteros.

CI: 171256102-4

DEDICATORIA

A mi familia, por el apoyo incondicional brindado en el transcurso de mis estudios y en la culminación de este trabajo de investigación.

AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento para el personal docente de la Universidad Politécnica Salesiana, quienes con sus conocimientos contribuyeron en mi formación académica.

Al personal técnico del programa de cereales del Instituto Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP por su valioso apoyo brindado en la consecución de esta investigación.

Un especial agradecimiento a mi directora de Tesis la Ing. Rosita Espinoza, por su respaldo en la culminación de este trabajo académico.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁG.
1. INTRODUCCIÓN	14
2. OBJETIVOS	16
2.1. Objetivo General	16
2.2. Objetivos Específicos	16
3. MARCO TEÓRICO.....	17
3.1. Origen e Importancia del Trigo.....	17
3.2. Desarrollo del trigo en el Ecuador.....	18
3.3. Clasificación Taxonómica.....	19
3.4. Características Botánicas del trigo.....	19
3.5. Ciclo del Cultivo	20
3.6. Requerimientos del cultivo.....	23
3.7. Plagas y Enfermedades del cultivo del trigo	30
3.8. Parámetros de Calidad.....	31
3.9. Variedades mejoradas de Trigo.....	33
3.10. Recomendaciones Generales para el Manejo del Cultivo.....	39
4. UBICACIÓN	42
5. MATERIALES Y MÉTODOS	44
5.1. Materiales	44
5.2. Métodos	45
6. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO	53
6.1. Fase de campo	53
6.2. Fase post cosecha	56
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	57
7.1. Variables Agronómicas	58
7.2. Variables de Calidad de Grano.....	76
7.3. Análisis Económico.....	82
8. CONCLUSIONES	85
9. RECOMENDACIONES	86
10. RESUMEN.....	87
11. SUMMARY	88
12. BIBLIOGRAFÍA	89
13. ANEXOS	92

ÍNDICE DE CUADROS

- Cuadro 1. Análisis de varianza para las variables relacionadas con las características agronómicas y de calidad en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012” 57
- Cuadro 2. Prueba de Tukey al 5% para el factor variedades en las variables Porcentaje de emergencia y Número de plantas/m² en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012” 59
- Cuadro 3. Resultados de la prueba de germinación realizada en laboratorio, en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional, a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo Cayambe 2012” 61
- Cuadro 4. Promedios para el factor Manejo Nutricional de las variables Porcentaje de Emergencia y Número de Plantas/m² en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012” 62
- Cuadro 5. Prueba de Tukey al 5% del factor variedades para la variable Número de macollos/planta en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012” 63
- Cuadro 6. Prueba de Tukey al 5% para el factor Manejo nutricional en la variable Número de macollos/planta en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012..... 64
- Cuadro 7. Prueba de Tukey al 5% para el factor Variedades en la variable Número de espigas/m² en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012” 66
- Cuadro 8. Promedios para el factor manejo nutricional de la variable Número de espigas/ m² en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012” 67
- Cuadro 9. Prueba de Tukey al 5% para el factor Variedades en las variables: Longitud de espiga, Número de espiguillas por espiga y Número de granos por espiga en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012” 68

Cuadro 10. Prueba de Tukey al 5% para el factor Manejo de la nutrición en las variables: Longitud de espiga, Número de espiguillas por espiga y Número de granos por espiga en la “Evaluación de siete variedades de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.	69
Cuadro 11. Prueba de Tukey al 5% para el factor Variedades en la variable Altura de planta en la “Evaluación de siete variedades de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.	70
Cuadro 12. Prueba de Tukey al 5% para el factor Manejo nutricional en la variable Altura de planta en la “Evaluación de siete variedades de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.	71
Cuadro 13. Prueba de Tukey al 5% para el factor Variedades en la variable Días a la Cosecha en la “Evaluación de siete variedades de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.	72
Cuadro 14. Promedios para el factor Manejo Nutricional de la variable Días a la Cosecha en la “Evaluación de siete variedades de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.	73
Cuadro 15. Prueba de Tukey al 5% para el factor Variedades en las variable Rendimiento por parcela y Rendimiento en kilogramos por hectárea en la “Evaluación de siete variedades de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.	74
Cuadro 16. Prueba de Tukey al 5% para el factor Manejo nutricional en la variable Rendimiento/parcela y Rendimiento en kg/ha en la “Evaluación de siete variedades de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.	75
Cuadro 17. Prueba de Tukey al 5% para el factor variedades en la variable Porcentaje de humedad de grano en la “Evaluación de siete variedades de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.	76
Cuadro 18. Medias para Manejo nutricional en la variable Porcentaje de humedad de grano en la “Evaluación de siete variedades de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.	77

Cuadro 19. Prueba de Tukey al 5% para el factor variedades en la variable Peso Hectolítrico en la “Evaluación de siete variedades de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.	77
Cuadro 20. Prueba de Tukey al 5% para Manejo nutricional en la variable Peso Hectolítrico en la “Evaluación de siete variedades de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.	78
Cuadro 21. Prueba de Tukey al 5% para el factor variedades en la variable Peso de 1000 granos en la “Evaluación de siete variedades de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.	80
Cuadro 22. Promedios para el factor Manejo nutricional en la variable Peso de 1000 granos en la “Evaluación de siete variedades de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.	81
Cuadro 23. ADEVA para la variable Porcentaje de proteína en la “Evaluación de siete variedades de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.	81
Cuadro 24. Promedios para el factor Variedades en la variable Porcentaje de proteína en la “Evaluación de siete variedades de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.	82
Cuadro 25. Promedios para el factor Manejo nutricional en la variable Porcentaje de proteína en la “Evaluación de siete variedades de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.	82
Cuadro 26. Análisis de Dominancia de tratamientos en la “Evaluación de siete variedades de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) con tres tipos de manejo nutricional, a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo Cayambe 2013”.	83
Cuadro 27. Análisis marginal para tratamientos no Dominados en la “Evaluación de siete variedades de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) con tres tipos de manejo nutricional, a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo Cayambe 2013”.	84
Cuadro 28. Resultados a la evaluación de variedades con la participación de agricultores en la “Evaluación de siete variedades de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.	84

ÍNDICE DE GRÁFICOS

- Gráfico 1. Diagrama de precipitación y temperaturas máximas diarias en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012. 59
- Gráfico 2. Diagrama de precipitación y temperaturas máximas diarias en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012. 65
- Gráfico 3. Diagrama del comportamiento climático en cuanto a precipitación y temperatura en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”. 79

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Reporte de los resultados del Análisis de suelo agrícola para la implementación del ensayo en la investigación.	92
Anexo 2. Reporte de resultados al análisis de compost para implementación del ensayo en la investigación.	93
Anexo 3. Resultados del conteo de granos presentes en 90 gr de semilla y prueba de germinación para la “Evaluación de siete variedades de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) con tres tipos de manejo nutricional, a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo Cayambe 2012”	94
Anexo 4. Calculo de fertilización para el manejo nutricional orgánico en la “Evaluación de siete variedades de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”	94
Anexo 5. Cálculos para la dosificación de los nutrientes en el manejo nutricional químico en la “Evaluación de siete variedades de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.	95
Anexo 6. Resultados del Análisis contenido de nitrógeno total en granos de trigo de los ensayos, realizados en los laboratorios del INIAP.....	95
Anexo 7. Cuestionario de Evaluación participativa de variedades de trigo con agricultores de la zona.	96
Anexo 8. Cuadros de resultados del análisis económico mediante la metodología del presupuesto parcial.	97
Anexo 9. Total de costos que varían en el ensayo de variedades y manejos nutricionales en la “Evaluación de siete variedades de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) con tres tipos de manejo nutricional, a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo Cayambe 2013”.	98
Anexo 10. Cálculo del rendimiento ajustado en la determinación del tratamiento alternativo en la “Evaluación de siete variedades de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) con tres tipos de manejo nutricional, a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo Cayambe 2013”.	98
Anexo 11. Cálculo del beneficio bruto en la determinación del tratamiento alternativo en la “Evaluación de siete variedades de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) con tres tipos de manejo nutricional, a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo Cayambe 2012”.	99

Anexo 12. Cálculo del beneficio Neto en la determinación del tratamiento alternativo en la “Evaluación de siete variedades de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) con tres tipos de manejo nutricional, a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo Cayambe 2012”.	99
Anexo 13. Análisis marginal para tratamientos no dominados en la “Evaluación de siete variedades de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) con tres tipos de manejo nutricional, a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo Cayambe 2012”.....	100
Anexo 14. Análisis marginal para tratamientos no dominados que superaron el 100% de la TRM en la “Evaluación de siete variedades de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) con tres tipos de manejo nutricional, a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo Cayambe 2012” .	100
Anexo 15. Base de datos recopilados en la “Evaluación de siete variedades de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo Cayambe 2012”.	101

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

- Fotografía 1. Preparación de suelo para la implementación del ensayo en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe-2012”. 103
- Fotografía 2. Trazado de parcelas con cal agrícola en la implementación del ensayo en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe-2012”. 103
- Fotografía 3. Proceso de siembra de parcelas experimentales en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe-2012” 104
- Fotografía 4. Estimación visual y valoración de parcelas para la variable Porcentaje de Emergencia en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe-2012” 104
- Fotografía 5. Prueba de germinación de las variedades utilizadas en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe-2012” 105
- Fotografía 6. Determinación de la variable Número de espiguillas/espiga en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe-2012”. 105
- Fotografía 7. Determinación de la variable Longitud de espiga en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe-2012” 106
- Fotografía 8. Determinación de la variable Altura de planta en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe-2012” 106
- Fotografía 9. Determinación de la variable Número de granos/espiga en la Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe-2012. 107
- Fotografía 10. Instrumentos para medir precipitación (pluviómetro) y temperaturas máximas y mínimas diarias en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe-2012” 107

Fotografía 11. Evaluación de variedades con la participación de agricultores de la zona para la “Evaluación de siete variedades de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe-2012”.	108
Fotografía 12. Cosecha manual del ensayo en sacos etiquetados para trilla en la “Evaluación de siete variedades de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe-2012”.	108
Fotografía 13. Proceso de trillado con maquinaria de la estación experimental INIAP-Santa Catalina en la “Evaluación de siete variedades de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe-2012”.	109
Fotografía 14. Ventilador experimental para la limpieza de granos y bandejas de secado bajo invernadero en la “Evaluación de siete variedades de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe-2012”.	109
Fotografía 15. Determinación de humedad de granos en la “Evaluación de siete variedades de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe-2012”.	110
Fotografía 16. Contador de granos (semilla) electrónico utilizado para la determinación de la variable Peso de 1000 granos en la “Evaluación de siete variedades de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe-2012”.	110
Fotografía 17. Balanza hectolítrica, utilizada para la determinación de la variable Peso Hectolítrico en la “Evaluación de siete variedades de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe-2012”.	111
Fotografía 18. Balanza electrónica utilizada en la “Evaluación de siete variedades de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe-2012”.	111

1. INTRODUCCIÓN

El Trigo es uno de los productos agrícolas considerado esencial y básico como fuente alimenticia a nivel mundial. La Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO (por sus siglas en inglés: Food and Agriculture Organization), destaca su importancia como fuente nutricional y de energía en la dieta diaria de los seres humanos. Junto con el maíz y el arroz, el trigo es uno de los cereales más ampliamente cultivados, mueve un activo mercado a nivel mundial, por lo que su cultivo es objeto de estudio, y los investigadores agrícolas desarrollan programas de mejora en variedades, manejo y tecnología en la producción.

El trigo y sus derivados en América Latina mantienen una importancia relevante en la alimentación familiar, pues dentro de la composición de la canasta básica de consumo, es el principal alimento y el más importante entre los cereales, pues según un documento conjunto de la FAO y la Asociación Latinoamericana de Integración ALADI en 2012, aporta prácticamente con la mitad del total de los cereales que se consumen en la dieta diaria, siendo de esta manera la principal fuente de calorías para los habitantes de la región.

En el Ecuador según datos del Censo Agropecuario y el Banco Central del Ecuador citados por (Garófalo, Ponce, & Abad, 2011) “El consumo nacional de trigo supera las 450.000 Tm/año, resultando en un consumo per cápita superior a 30 kg/año. El Ecuador importa el 98% de los requerimientos internos de trigo y tan solo un 2% es producido a nivel local”, lo que ha dado paso a una dependencia de las importaciones para abastecer el consumo interno.

Según el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), una de las razones para el desarrollo de esta dependencia se debe a que, a partir de 1970, países desarrollados, empezaron programas de subsidio agrícola que permitieron ofertar trigo de bajo costo a mercados internacionales, consecuentemente el Ecuador empezó a importar trigo de menor costo al de producción nacional, forzando, bajo esta nueva situación, a los productores ecuatorianos a abandonar su cultivo y reemplazarlo por otros rubros agrícolas más rentables (INIAP, 2008).

La Parroquia Juan Montalvo del Cantón Cayambe, no ha sido ajena a esta situación, ya que a decir de los pobladores, anteriormente se cultivaban cantidades importantes de este cereal, inclusive movidos por la demanda de trigo existente debido a la presencia en la Parroquia de una planta procesadora de harina y fideos a partir de este cereal perteneciente a la empresa “Molinos La Unión” quienes captaban la producción de la zona.

En los actuales momentos, en esta parroquia ha disminuido el cultivo de trigo, quedando pocas unidades productivas que lo cultivan para el consumo familiar. Algunos agricultores han manifestado que entre los motivos de haber dejado de sembrar están: el bajo rendimiento del cultivo lo que no reporta ingresos suficientes, la intermediación paga menos del precio establecido y por otro lado si se quiere vender directamente a la industria molinera el producto tiene que cumplir los requerimientos de calidad necesarios y competir en precio con el trigo importado.

El desconocimiento de las nuevas variedades de trigo y su capacidad productiva así como en donde obtener la semilla, es otro de los motivos mayormente manifestados por los agricultores de la zona, lo cual nos motiva a investigar sobre variedades y la mejor alternativa en su manejo nutricional.

Con estos antecedentes se consideró necesaria la evaluación en campo de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.), seis de ellas proporcionadas por el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP, y una variedad utilizada por los pequeños agricultores de la localidad, con tres tipos de manejo de la nutrición, de tal manera que se pueda obtener datos que permitan aportar con información técnica que sirva a los productores de nuestra zona en su decisión de retomar en sus sistemas productivos agrícolas al cultivo de Trigo.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Evaluar el comportamiento agronómico y características de calidad de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional con el fin de proporcionar datos actualizados para dar alternativas al productor.

2.2. Objetivos Específicos

- ✓ Determinar las características agronómicas y de calidad de las diferentes variedades.
- ✓ Determinar el efecto de los manejos nutricionales en el comportamiento agronómico y de calidad de las diferentes variedades evaluadas.
- ✓ Realizar Análisis costo-beneficio.
- ✓ Generar información experimental útil que le sirva al productor para la toma de decisiones.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Origen e Importancia del Trigo.

Los estudios genéticos, botánicos, arqueológicos, entre otros, permiten ubicar el auténtico origen del trigo entre el norte de Persia y el norte de Siria, gracias a las relaciones que existen entre sus diversos tipos parentales. Hoy en día las técnicas de biología molecular son una herramienta eficaz para afinar el conocimiento del origen de las plantas cultivadas y de los caracteres que le permitieron su domesticación (Cubero, 2003).

Desde la antigüedad el trigo ha sido muy importante en la alimentación humana. El nacimiento de la agricultura en el área del cercano oriente está íntimamente relacionado a la domesticación del trigo y la cebada. Esta importancia se ha mantenido hasta el presente constituyendo uno de los cultivos de mayor producción representando un tercio de la producción mundial de cereales. Se cultivan dos tipos de trigo en el mundo: el trigo blando o harinero (*T. aestivum*) y el trigo duro (*T. turgidum*), usados para la fabricación de pan en el caso del trigo harinero y pasta en el caso del trigo duro (Álvarez, 2000).

El trigo ha formado parte del desarrollo económico y cultural del hombre, siendo el cereal más cultivado. Es considerado un alimento básico para el consumo humano. La propiedad más importante del trigo es la capacidad de su harina para formar pan voluminoso, debido a la elasticidad del gluten que contiene. El trigo se cultiva en todo el mundo siendo la principal área de cultivo la zona templada del hemisferio norte (Infoagro, 2000).

Los principales cereales cultivados en orden decreciente de producción a nivel mundial son el maíz, el trigo, el arroz, la cebada, el sorgo, el mijo, la avena y el centeno. La producción mundial de cereales en 2004 superó los 2.250 millones de toneladas métricas (Tm) ocupando el 60% de la superficie cultivada en todo el mundo (Benítez, 2005).

3.2. Desarrollo del trigo en el Ecuador

El cultivo del trigo fue introducido a nuestro país en la época de la colonia, y desde entonces se constituyó en uno de los más importantes y difundidos en la agricultura de la región Interandina. La investigación en trigo se inició en 1956, por parte de la Comisión Nacional del Trigo generando las primeras variedades mejoradas. En 1962 se crea el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP, en donde a través del programa de cereales de la estación experimental Santa Catalina es la institución encargada de generar y desarrollar nuevas variedades de trigo, mejoradas en rendimiento, adaptación y resistencia a enfermedades que afectan al cultivo. Según informes y boletines informativos de la época, el cultivo del trigo era conveniente para el agricultor de la sierra en alturas comprendidas entre los 2500 y 3200 msnm. Para obtener los mejores resultados, el agricultor además de seleccionar la variedad más adecuada debía tener en cuenta la ubicación geográfica y altitud de los terrenos a sembrar (Romero, 1970).

Según el INIAP, la renovación de variedades, es un proceso necesario que busca generar nuevas variedades, con características de resistencia a enfermedades, mayores rendimientos y que se adapten a las diferentes condiciones agroecológicas del Ecuador. En la Tabla 1 aparece la información correspondiente a cinco de las mencionadas variedades que el INIAP ha generado y que a decir de ellos presentan características de resistencia a royas, alto rendimiento y calidad industrial.

Tabla 1. Características agronómicas de variedades de trigo generadas por el INIAP

Características	INIAP-Cojitambo 92	INIAP-Zhalao 2003	INIAP-San Jacinto 2010	INIAP-Vivar 2010	INIAP-Mirador 2010
Ciclo vegetativo (días)	175-185	175-180	160-170	165-175	160-170
Días al espigamiento	85-90	85-91	80-85	80-90	80-85
Altura planta (cm)	80-90	85-95	88	85-95	92
Rendimiento Tm/ha	3.0-4.0	4.7	4.0	5.0-6.0	4.0
Peso hectólitro kg/hl	73-80	78	75-79	76	75-79
Color grano	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco
Resistencia a roya amarilla	Intermedia	Intermedia	Parcial	Intermedia	Parcial
Resistencia a roya de la hoja	Intermedia	Intermedia	Parcial	Parcial	Parcial
Zona recomendada	Todo el País	Cañar, Azuay y Loja	Bolívar y Chimborazo	Cañar, Azuay y Loja	Bolívar y Chimborazo

Fuente: INIAP-Boletín Divulgativo N° 411

3.3. Clasificación Taxonómica.

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Liliopsida*

Orden: *Poales*

Familia: *Poaceae*

Género: *Triticum*

Especie: *aestivum*

Nombre científico - *Triticum aestivum* L.)

Nombre común – trigo harinero

Fuente: (CIMMYT, 2011)

3.4. Características Botánicas del trigo.

3.4.1. Sistema Radicular

En muchas especies de plantas, especialmente en las monocotiledóneas, la raíz primaria no se convierte en la principal de la planta sino que deja de crecer y las funciones de sostén y absorción son desempeñadas por numerosas raíces adventicias que se desarrollan en la base del tallo. De ahí resulta lo que se conoce como sistema radical fibroso o fasciculado característico del trigo (*Triticum*) y otras gramíneas. El trigo presenta entonces raíces fasciculadas, las primeras son embrionales y provienen de la germinación, su función es colaborar en las primeras fases del desarrollo de la planta. El sistema de raíces secundarias, permanentes o adventicias nacen del primer nudo del tallo a partir del ahijamiento y que formarán el sistema radicular definitivo, estas raíces forman un sistema radicular fasciculado, su desarrollo puede ser variable debido a variedad y condiciones del suelo (Carrera, 2005).

3.4.2. Tallo

Al comienzo de la fase vegetativa, el tallo se halla dentro de una masa celular que constituye el nudo de ahijamiento, este tallo presenta brotes axilares, de los que se originan los tallos hijos. El tallo se alarga durante el encañado y lleva 7 u8 hojas envainadoras a lo largo de la longitud de un entrenudo. En casi todas las variedades, el tallo que es al principio macizo se vuelve después hueco, salvo en los nudos donde permanece macizo (Guerrero, 1999).

3.4.3. Hojas

Se implantan en los nudos del tallo con filotaxia (disposición que presentan las hojas en el tallo) dística en dos filas alternas. Constan de vaina y limbo y prácticamente no tienen pecíolo. Es el órgano de la planta donde se realiza fotosíntesis con mayor intensidad debido a la gran cantidad de cloroplastos en el tejido parenquimático. El limbo de la hoja tiene forma de lámina triangular alargada paralelinervia y borde entero liso y la vaina es abrazadora respecto del tallo o caña (Carrera, 2005).

3.4.4. Inflorescencia

La inflorescencia es una espiga que está constituida por un eje llamado raquis, lleva insertas las espiguillas alternativamente a derecha e izquierda. Estas espiguillas están unidas directamente al raquis. Su número puede llegar hasta 25 y se recubren unas a otras. El trigo es una planta autógama, es decir que la fecundación de la flor tiene lugar antes de su apertura. Cuando las anteras aparecen al exterior, ya la flor está fecundada, por lo que cada variedad de trigo conserva sus características agronómicas y hereditarias de forma notablemente constante (Guerrero, 1999).

3.5. Ciclo del Cultivo

3.5.1. Fases de desarrollo según la escala de Zadoks

El desarrollo del trigo es un proceso complejo en el que diferentes órganos crecen, se desarrollan y mueren, siguiendo una secuencia que a veces se superpone. Las fases de la escala de Zadoks describen lo que puede ser observado a simple vista. Esta

escala tiene 10 fases principales numeradas de 0 a 9, esta descripción es a menudo todo lo que se necesita para saber en qué estadio está el cultivo, sin embargo también se puede observar el cultivo en detalle usando las sub-fases de 1 a 9, por ejemplo:

Z0.0 siembra

Z1.0 la semilla germina, el coleóptilo emergido alcanza la superficie del suelo

Z1.3; Z2.1 el cultivo tiene 3 hojas en el tallo principal; aparece el primer macollo

Z3.1 primer nudo perceptible inicio de encañado

Z3.9 hoja bandera totalmente emergida

Z5.5 el 50% de la espiga es visible; en Z6.0 toda la espiga es visible

Z9.9 madurez de cosecha.

Fuente: (Rawson, 2001)

Tabla 2. Fases de desarrollo del trigo según la escala de Zadoks.

Etapa principal	Descripción	Sub-fase
Z0	Germinación	0.0-0.9
Z1	Producción de hojas TP	1.0-1.9
Z2	Producción de macollos	2.0-2.9
Z3	Producción de nudos TP (encañado)	3.0-3.9
Z4	Vaina engrosada	4.0-4.9
Z5	Espigado	5.0-5.9
Z6	Antesis	6.0-6.9
Z7	Estado lechoso del grano	7.0-7.9
Z8	Estado pastoso del grano	8.0-8.9
Z9	Madurez	9.0-9.9

TP = tallo principal

Según J.C. Zadoks, T.T. Chang y C.F.

Fuente (Rawson, 2001)

3.5.2. Germinación

La facultad germinativa del trigo se mantiene durante un periodo de cuatro a diez años, aunque para su utilización no debe pasar los dos años, ya que a medida que pasa el tiempo disminuye la capacidad germinativa. La humedad del trigo no debe sobrepasar el 11%, valores mayores hace difícil su conservación. Para pasar del estado de vida latente al de vida activa, el grano de trigo debe absorber agua para disolver los elementos metabolizantes. El grano puede absorber de un 40% a un 65%

de su peso en agua, si bien la germinación se inicia cuando no ha absorbido más de un 25% aproximadamente. Los tegumentos, cuya permeabilidad a los gases decrece a medida que aumenta la humedad se desgarran por la hinchazón del grano, comenzando entonces los intercambios respiratorios. La temperatura óptima de germinación del trigo está entre los 20 a 25 grados centígrados (Guerrero, 1999).

3.5.3. Ahijamiento

El ahijamiento es un carácter varietal, en la zona basal en contacto con el suelo crecen raicillas adventicias hacia abajo y nuevos tallos secundarios crecen hacia arriba llamados hijos, se dice entonces que el trigo ahíja o “macolla”. Las variedades de trigo que ahíjan muy poco, no dan lugar a grandes producciones y para compensar la falta de ahijamiento se debe sembrar con mayor cantidad de semilla (Carrera, 2005).

3.5.4. Encañado

Cuando llega a la fase de encañado, los tallos herbáceos se transforman en tallos rematados por espigas, se requieren elevadas cantidades de elementos nutrientes, especialmente Nitrógeno, necesario para la formación de nucleoproteínas de las células jóvenes (Guerrero, 1999).

3.5.5. Espigado

El crecimiento de las plantas en la fase de espigado es máximo. Se estima que las plantas elaboran las $\frac{3}{4}$ partes de su materia seca total entre el ahijamiento y la floración (Guerrero, 1999).

3.5.6. Maduración

Es la última fase del ciclo y corresponde a la acumulación del almidón en el grano, este almidón procede de la fotosíntesis que prosigue aun en las últimas hojas y en la espiga. Por otra parte se produce un movimiento de los glúcidos y las proteínas hacia la espiga. Si las temperaturas son muy elevadas y el viento fuerte y seco. La

movilización de los últimos recursos de agua disponible para la emigración de los glúcidos y próticos se perjudica y ocurre el fenómeno del “asurado”, quedando los granos arrugados por no poder acumular el máximo de reservas. El peso hectolítrico del grano suele variar entre 76 y 82 kg/hl (Carrera, 2005).

3.6. Requerimientos del cultivo

3.6.1. Suelo

Es importante que las tierras donde se cultiva el trigo sean profundas para que haya un amplio desarrollo del sistema radicular. Las tierras arcillosas tienen el inconveniente de que por su poca permeabilidad, conserva mucha humedad en inviernos lluviosos, las arenosas requieren mayor humedad, dada su poca capacidad de retención. En general serán mejores en secano las tierras que tengan capacidad de retención, pero que a su vez, tenga un drenaje bueno. Un pH de suelo óptimo para el trigo está entre 5,4 a 7,0; si bien tolera un pH mucho más alto (Guerrero, 1999).

En cuanto al manejo de suelo para el establecimiento del cultivo será necesario efectuar una labranza que permita mullir el suelo manejando adecuadamente los rastros y evitando la erosión. Los nuevos sistemas de labranza reconocen la importancia de dejar los residuos sobre el suelo conservando la humedad (Riquelme, 2004).

Cuando algún elemento presenta un nivel deficiente en el suelo, es posible aumentar la dosis usada normalmente en la fertilización de siembra, contribuyendo a corregir en parte la deficiencia y aumentar la disponibilidad del nutriente para el desarrollo del cultivo. Esta práctica debe realizarse durante varios años y en todos los cultivos de la rotación, hasta que el análisis de suelo indique que se ha logrado un nivel de disponibilidad aceptable para el elemento que se quería corregir. En suelos de textura franco arenosa, el N debe ser parcializado al menos en dos aplicaciones, evitando las pérdidas generadas por lixiviación y volatilización. Los demás elementos presentan mayor estabilidad en el suelo una vez que son aplicados, por lo que se puede utilizar una sola vez en pre-siembra, incorporados con la última labor de rastra o al momento de la siembra. (Hirzel, 2004).

Para un buen desarrollo del cultivo de trigo se requiere disponer de suelos preferentemente bien drenados, profundos de texturas medias, y con características químicas que permitan su adaptación, las cuales se indican en la Tabla 3 a modo de referencia.

Tabla 3. Valores de referencia de características químicas ideales de un suelo para el cultivo de trigo.

Elemento o Variable analizada	Unidad de medida	Nivel adecuado
Materia orgánica	%	mayor a 1,5
pH (al agua) 1:2,5	5,5 - 7,5
Nitrógeno disponible	mg/kg o ppm	mayor 20
Fosforo disponible (Olsen)	mg/kg o ppm	mayor a 15
Potasio intercambiable	cmol(+)/kg o meq/100 gramos	0,3 - 0,8
Calcio intercambiable	cmol(+)/kg o meq/100 gramos	de 3 - 12
Magnesio intercambiable	cmol(+)/kg o meq/100 gramos	0,7 -3,0
Sodio intercambiable	cmol(+)/kg o meq/100 gramos	0,03 - 0,1
Suma de bases	cmol(+)/kg o meq/100 gramos	mayor a 5
Saturación de bases	%	60 - 80
Saturación de Aluminio	%	menor a 5
Hierro disponible	mg/kg o ppm	de 2 - 4
Manganeso disponible	mg/kg o ppm	de 1 - 2
Zinc disponible	mg/kg o ppm	de 1 - 2
Cobre disponible	mg/kg o ppm	0,5 - 1
Boro disponible	mg/kg o ppm	de 1 - 2

Fuente: (Hirzel, 2004)

3.6.2. Temperatura

En el cultivo del trigo, la temperatura es el factor más importante que induce el desarrollo a través de sus fases, desde la emergencia hasta la floración y madurez, lo más importante es la cantidad de días que transcurren para alcanzar una cantidad de temperatura denominada integral térmica, que resulta de la acumulación de grados-días. El trigo requiere un acumulado entre 1800 y 2400°C para completar su ciclo biológico; para completar la fase vegetativa requiere entre 1100 y 1400°C, mientras que para la fase reproductiva entre 700 y 970°C. La temperatura ideal para el crecimiento y desarrollo del trigo está entre 10 y 24°C (Soto, 2009).

3.6.3. Necesidades de agua

El trigo puede desarrollarse bien con 300 ó 400 mm, siempre que la distribución sea adecuada. Comúnmente se cultiva en regiones de 400 a 750 mm anuales, aunque existen cultivos en regiones con precipitaciones de hasta casi 3000 mm. La floración es uno de los períodos de mayor sensibilidad a la falta de agua (CIMMYT, 2011).

3.6.4. Fertilización

Un análisis químico de suelo permite identificar la cantidad de fertilizante requerida por el cultivo, para nuestro medio las recomendaciones generales en el caso del trigo son: 80 kg de Nitrógeno, 60 kg de Fosforo (P_2O_5), 40 kg de Potasio (K_2O) y 20 kg de Azufre por Hectárea. Es necesario indicar que la urea y otros fertilizantes nitrogenados, no deben ser aplicados cuando el suelo se encuentra seco o cuando se encuentren próximas las precipitaciones fuertes porque se pierden por evaporación los nutrientes aplicados y las plantas no lo aprovechan. La opción de fertilización orgánica es una alternativa que incrementa la fertilidad del suelo y mejora su composición. La cantidad recomendable es de 40 a 60 sacos de 50kg por hectárea (Garófalo, Ponce, & Abad, 2011).

3.6.5. Función Nutricional de Macro y Microelementos

Los nutrientes esenciales para el trigo son los mismos que se conocen para la mayoría de plantas cultivadas (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cl, B, Cu, y Zn) algunos de ellos son proporcionados de manera suficiente por el suelo, la atmósfera o el agua de riego, no obstante otros deberían ser considerados regularmente en la fertilización de este cereal. A continuación los nutrientes y sus Funciones en las plantas según (Kass, 1995).

Nitrógeno

El nitrógeno cuyas formas de asimilación son el ión nitrato (NO_3^+) y el ion amonio (NH_4^+), es el motor de crecimiento de las plantas. Dentro de las plantas se combina con componentes generados por el metabolismo de los hidratos de carbono para

formar aminoácidos, proteínas y ácidos nucleicos. Además, por ser constituyente esencial de las proteínas, está involucrado en todos los procesos principales del desarrollo de las plantas y la elaboración del rendimiento. Es también parte esencial de la molécula de clorofila.

Fósforo

Las plantas lo absorben rápidamente como fosfato monovalente $(\text{H}_2\text{PO}_4)^{-1}$ y con menor rapidez si está en forma divalente $(\text{HPO}_4)^{-2}$ o como trifosfato $(\text{PO}_4)^{-3}$, la forma de absorción está ligada a las condiciones de pH del suelo. El fósforo después de haber sido absorbido por las plantas de la solución del suelo se encuentra en formas inorgánicas y orgánicas. Las formas orgánicas tienen mayor importancia, pues participa en funciones estructurales y de energía para el metabolismo de los carbohidratos en sus formas de adenosin difosfato (ADP) y adenosin trifosfato (ATP).

Potasio, Calcio y Magnesio.

Son macronutrientes que tienen dos características básicas: todos son absorbidos por las plantas en forma catiónica, tienen relaciones antagónicas entre sí. Dependiendo de la concentración de potasio, calcio y magnesio en la solución de suelo, disminuye la velocidad de absorción del elemento que tiene menor concentración en el sistema.

El potasio es un elemento móvil dentro de la planta y se acumula en sus tejidos meristemáticos. Estimula la turgencia celular y actúa como activador enzimático, participa en la síntesis de proteínas y absorción de nitrógeno, síntesis de almidón e incrementa la actividad de nódulos fijadores de nitrógeno.

El calcio es un elemento de muy baja movilidad interna, su papel más importante es de formar parte de la pared celular y mejorar la permeabilidad celular, así como la división y elongación celular y activa los meristemos para el crecimiento radicular.

El Magnesio es un elemento sumamente móvil dentro de la planta, es constituyente básico de la molécula de clorofila, que confiere autonomía autotrófica a los organismos vegetales. Participa activamente en el metabolismo de los carbohidratos

activándolos enzimáticamente. Participa junto con el azufre y el fósforo en la síntesis de aceite en las plantas oleaginosas.

Azufre

Las plantas absorben azufre del suelo en forma oxidada, como sulfato $(\text{SO}_4)^{-2}$, también pueden absorber azufre gaseoso vía foliar directamente de la atmósfera como dióxido de azufre (SO_2) . Algunos aminoácidos como cisteína y metionina pueden ser absorbidos por las plantas derivadas de la humificación de la materia orgánica del suelo. Las funciones del azufre dentro de las plantas son principalmente estructurales formando parte de proteínas, el azufre puede establecer puentes disulfuro (S-S) que ayudan a los enlaces peptídicos (HN-CO) a estabilizar la estructura de las proteínas. Otras funciones del azufre están ligadas a compuestos enzimáticos, síntesis de clorofila y formación de compuestos volátiles e irritantes como los presentes en la familia de las liliáceas (cebolla, ajo).

Hierro

Se necesita como catalizador de reacciones enzimáticas, participa en la síntesis de clorofila y de proteínas, y en diversas reacciones de reducción y oxidación. El hierro es esencial para los Rizobios en su mecanismo de fijación de nitrógeno atmosférico en plantas leguminosas. El Hierro es absorbido en forma de ion ferroso y férrico (Fe^{+2} y Fe^{+3}), pero principalmente en la primera forma. Aunque los suelos no suelen presentarse deficiencias de hierro, a veces pueden escasear las formas solubles e intercambiables.

Manganeso

Es esencial para el metabolismo del Nitrógeno y en la respiración, en los que actúa como activador enzimático. Actúa como catalizador en las reacciones de liberación de oxígeno de la lisis del agua en la fase luminosa de la fotosíntesis. Es un elemento predominante en las hojas activas y tiene poca movilidad. El Manganeso es absorbido en forma de ion reducido (Mn^{+2}), bivalente intercambiable.

Cobre

Este elemento participa en reacciones de oxidación y reducción, en la síntesis de vitamina A y en mecanismos enzimáticos. El cobre es absorbido como ión cúprico

(Cu^{+2}) o cuproso $\text{Cu}(\text{OH})^{+1}$ o como parte de complejos orgánicos, pero en muy bajas cantidades. Las fuentes más importantes de Cobre en el suelo es la calcopirita (S_2CuFe), de donde se originan los sulfuros de cobre en el suelo. También el suelo se enriquece en Cobre procedente de la materia orgánica, por descomposición microbiana.

Zinc

El Zinc participa en diversos mecanismos enzimáticos y en la estabilidad de iones metálicos ligados a su estructura. También participa en la biosíntesis de auxina “ácido indolil-3-acético” (AIA) muy importante en el ciclo de crecimiento de las plantas. El Zinc es absorbido en forma de ion divalente (Zn^{+2}) intercambiable en el suelo. Se encuentra en el suelo formando sales de sulfato, carbonato, sulfuro, fosfato, entre otras. El carbonato y el sulfuro de cinc son solubilizados a pH bajos y puestos a disposición de las plantas.

Boro

El Boro interviene en el transporte de los azúcares en la planta, los cuales son transportados con mayor facilidad a través de las membranas celulares cuando se encuentran formando complejos con el Boro. Participa en la diferenciación y desarrollo celulares, el metabolismo del Nitrógeno, la absorción activa de sales, el metabolismo lipídico, el metabolismo del Fósforo, las relaciones hídricas y en la fotosíntesis. La disponibilidad de boro en forma soluble está en dependencia del pH, puesto que el aumento de este hace que disminuya el Boro en forma disponible y viceversa.

Molibdeno

El Molibdeno es el que se requiere en menor cantidad. Una de las funciones más importantes del Molibdeno en la planta es la de ser activador de la nitrato reductasa, enzima que interviene en la reducción de nitratos. El molibdeno es absorbido en forma de molibdato (MoO_4)⁻² y puede ser absorbido por las partículas de suelo en forma intercambiable y en forma no intercambiable, como constituyente de los minerales del suelo y de la materia orgánica.

Cloro

Interviene en las reacciones de la lisis de la agua y en la fotosíntesis. Como activador facultativo forma parte de la clorofila, de la ATP-pirofosfatasa y de la citocromoxidasa. El Cloro es absorbido en forma de anión cloruro (Cl) y se encuentra en los suelos en formas de cloruros de sodio (el más abundante), Calcio, Manganeso, Potasio y otros.

3.6.6. Control de Malezas

Durante las primeras etapas de crecimiento de los cereales las malezas compiten con los cultivos por agua, luz, aire y nutrientes. Las malezas pueden también ser huéspedes de plagas y enfermedades, una razón más para mantener los cultivos limpios desde el principio. La proliferación de malezas se puede prevenir con un adecuado manejo del terreno, esto es mediante una buena rotación de cultivos, oportuno laboreo del terreno antes de la siembra. Los métodos de eliminación de malezas incluyen control mecánico con herramientas, cultivadoras de hileras o con rastras flexibles y control químico con herbicidas, sin embargo los agricultores experimentados utilizan también azadas manuales y rastras de conexiones flexibles entre los dientes para desmalezar, el rastreo tiene la ventaja de favorecer la aireación de la tierra (Cuarán, Otavalo, & Tafur, 2010).

3.6.7. Cosecha y Almacenamiento

La cosecha se realiza cuando la planta ha alcanzado su madurez de campo (grano cristalino), aproximadamente entre los 170 y 180 días. En pequeñas superficies la cosecha se la realiza en forma manual, empleando una hoz se corta y se forma gavillas, las cuales son agrupadas para formar parvas. La trilla generalmente se la realiza con trilladora estacionaria. Una vez realizadas las labores de limpieza, secado de grano y selección de semilla, el grano debe ser ensacado y almacenado en un lugar seco, libre de humedad, con buena ventilación. Los sacos no deben estar en contacto directo con el suelo o junto a paredes ya que puede absorber humedad (Garófalo, Ponce, & Abad, 2011).

3.7. Plagas y Enfermedades del cultivo del trigo

3.7.1. Plagas

En trigo, algunas especies de insectos tienen importancia porque provocan daños considerables cuando adquieren la condición de plaga. Entre estas tenemos a los áfidos (pulgones), un número suficiente de estos insectos puede causar daños considerables cuando se alimentan, además pueden actuar como vectores de virus, produciendo amarillamiento y enrollamiento de las hojas, manchas necróticas, favoreciendo la entrada de bacterias y hongos. Otro de los insectos que causan daños a las plantas de trigo son las larvas de escarabajos conocidos como gallinas ciegas o “cutzos” (*Barotheus spp*), que pueden cortar parcial o totalmente las raíces de las plantas. Esto provoca la aparición de grupos de plantas marchitas o muertas especialmente en la etapa de desarrollo, síntomas que podrían atribuirse a pudriciones de la raíz, es preciso examinar el suelo para detectar estas larvas (Prescott, 1986).

3.7.2. Enfermedades del trigo

Las enfermedades más importantes en la sierra del Ecuador son la Roya amarilla o lineal (*Puccinia striiformis*), Roya de la hoja (*Puccinia triticina*), Fusarium de la espiga (*Fusarium spp*) y carbón volador (*Ustilago tritici*). La roya amarilla o lineal es producida por el hongo *Puccinia striiformis* que aparece formando líneas amarillas paralelas a las nervaduras de las hojas, estas líneas están conformadas de pústulas producidas por el mismo hongo. La enfermedad se manifiesta a partir de los 70 a 90 días después de la siembra. La roya amarilla también ataca a la espiga, se desarrolla a temperaturas entre 10 y 15° C., con una elevada humedad debido a lluvia o rocío. La roya de la hoja es producida por el hongo *Puccinia triticina*, presenta pequeñas pústulas aisladas con esporas de color anaranjado, ubicadas sobre las láminas foliares. El Fusarium de la espiga es producido por varias especies del hongo *Fusarium spp*, durante la antesis se infectan los ovarios y dicha infección es favorecida por un clima cálido y húmedo. Esta enfermedad tiene importancia económica porque reduce la producción en un 50% y desmejora la calidad de grano. El Carbón volador es producido por el hongo *Ustilago tritici* provocando que toda la

espiga excepto el raquis sea reemplazado por masas de esporas de carbón. Estas esporas son arrastradas por el viento y caen sobre las flores del trigo, en donde germinan e infectan el embrión, ahí permanecen en latencia hasta que el grano comienza a germinar, los días frescos y húmedos que alargan la floración favorecen la infección y el desarrollo de esta enfermedad. La mejor forma de controlar el carbón y el Fusarium es desinfectar bien la semilla antes de la siembra (Garófalo, Ponce, & Abad, 2011).

3.8. Parámetros de Calidad

La calidad de los granos es fundamental para lograr buenos resultados económicos, es necesario tomar medidas para que el producto tenga buena aceptación. Al respecto se tomarán en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Que los granos estén libres de impurezas, dañados o quebrados
- Humedad no mayor de 14%
- Que la variedad específica no se mezcle con otras.
- Que los granos sean de un tamaño uniforme
- Granos libres de enfermedades.

La calidad del grano de una variedad está determinada, principalmente por características genéticas, pero también es altamente influenciada por factores ambientales. Un factor fundamental para asegurar la obtención de un grano de buena calidad está asociado al manejo agronómico y principalmente por el manejo de la fertilización nitrogenada. (Matus & Vega, 2004)

Los parámetros requeridos por la industria molinera nacional (Tabla 4), se basa en un grano con 13% de humedad, con un 2% de impureza y un peso hectolítrico de 74 kg/hl. El precio del quintal de trigo se ve afectado cuando los valores de los parámetros de calidad se encuentren en los siguientes rangos: Humedad: entre 14 a 15% o más, Impurezas: entre 2 a 5% o más y Peso hectolítrico: 74 kg/hl o menos. (Garófalo, Ponce, & Abad, 2011)

Tabla 4. Parámetros de Calidad de trigo nacional requeridos por la industria molinera nacional.

Humedad	Impurezas	Peso Hectolítrico	Quintal
%	%	Kg/hl	Kg
13,00	2,00	74	45,36

Fuente: (Garófalo, Ponce, & Abad, 2011)

3.8.1. Peso Hectolítrico

Corresponde al peso, en kilos, de un hectolitro de trigo limpio; es decir la cantidad equivalente en kilos de un volumen de cien litros. Un buen peso hectolítrico puede ser un indicador de un manejo adecuado. Problemas sanitarios como pudriciones radiculares o fuertes ataques de enfermedades a nivel de la espiga afectarán esta característica. Las lluvias cuando el grano está en madurez de cosecha puede hacer disminuir estos valores, por lo tanto la cosecha oportuna es de suma importancia. (Matus & Vega, 2004)

El peso hectolítrico depende, fundamentalmente, de la densidad de las materias que componen el grano, que es característica de cada variedad, pero también depende de otras variables como son la humedad, contenido en impurezas, uniformidad de los granos y condiciones en que se haya realizado la maduración. Si en el momento de la maduración se produce un chamuscado, los granos quedarán arrugados y a medio formar y el peso hectolítrico descenderá notablemente. (Guerrero, 1999)

Para (Peña, 1988) el peso hectolítrico es un parámetro que está directamente relacionado con el potencial de extracción de harina en el proceso de molienda. Esta relación se manifiesta de manera significativa cuando se comparan muestras de trigo que contrastan ampliamente en sus pesos hectolítricos (diferencias de 4 kg/hl o más), ya que seguramente los menores tienen una aptitud molinera deficiente. El peso hectolítrico alcanzable por una variedad depende significativamente de las condiciones ambientales y otros factores externos no controlables como sequía, temperaturas altas, en períodos de llenado y madurez de grano.

3.8.2. Calidad harino-panadera

Depende de la cantidad y calidad de las proteínas que logra acumular el grano de trigo. La glialina y la glutamina componen el esqueleto de las células del albumen y estas proteínas, al hidratarse forman el gluten: *Glialina + glutamina + agua + sales minerales = gluten*. La calidad de este gluten es la que da la fuerza o capacidad de obtener panes voluminosos y de textura esponjosa. El gluten malo es poco elástico y da panes de mala calidad (Guerrero, 1999).

3.9. Variedades mejoradas de Trigo

Una variedad debe ser capaz de producir un grano de calidad, lo cual es fundamental para su comercialización. La variedad mejorada es responsable de aproximadamente, el 50% del rendimiento final. El otro 50% está asociado con las prácticas de manejo que el agricultor debe realizar para tener éxito en su siembra. Entre las prácticas de manejo figuran la buena preparación de suelo, dosis de semilla, uso de semilla certificada, fecha de siembra adecuada, control de malezas, fertilización, riegos de ser necesario, entre otras. Con esto el agricultor está asegurando una buena cosecha (Matus & Vega, 2004).

El INIAP ha generado nuevas variedades mejoradas de trigo que ha liberado en la última década 2000-2010, adaptadas a las condiciones agrícolas de la sierra del Ecuador. Entre ellas tenemos INIAP-Zhalao 2003, INIAP-Vivar 2010, INIAP-San Jacinto 2010, e INIAP-Mirador 2010, que presentan características de resistencia a royas (amarilla y de hoja) con alto rendimiento y calidad industrial.

Sumándose a este estudio INIAP-Cojitambo 92 variedad aún difundida en todo el país con buenos resultados en adaptación, rendimiento, resistencia y calidad de grano. Además de otro material promisorio nominado como variedad INIAP-Imbabura que está en fases finales de evaluación y espera ser liberada próximamente. A continuación se muestra a manera de ficha técnica la información de las características morfológicas, agronómicas y de calidad de las variedades mencionadas que forman parte de este estudio.

INIAP-Cojitambo 92 ¹

Origen	
Fue introducido del centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en el año de 1983, se originó por cruzamientos entre las siguientes variedades: BONANZA/YECORA/F.3575//KALIAN-ZONA/BLUEBIRD	
Características Generales	
Ciclo vegetativo:	175-185 días
Días al espigamiento:	85-90 días
Altura de planta:	80-90 cm
Tallo:	Fuerte, resistente al vuelco
Tipo y color de espiga:	Barbada, blanca
Reacción a enfermedades	
Roya amarilla de la hoja (<i>Puccinia striiformis</i>)	Intermedia
Roya amarilla de la espiga(<i>Puccinia striiformis</i>)	Intermedia
Roya de la hoja (<i>Puccinia triticina</i>)	Intermedia
Enanismo amarillo de los cereales	Tolerante
Características físicas y de calidad	
Peso hectolítrico	73-80 kg/hl
Peso de 1000 granos	46 gramos
Capacidad de germinación	90-94%
Rendimiento harinero	70-75%
Proteína	12,60%
Cenizas	2,08%
Absorción de agua	Bueno (61-62%)
Volumen de pan	Bueno (560-650) cc
Color de miga	Crema
Aptitud panadera	Buena
Rendimiento	
Usando tecnología recomendada por INIAP, el rendimiento de INIAP-Cojitambo 92 es de 3.0 a 5.0 t/ha.	
Zonificación	
Variedad adaptada a las condiciones climáticas y de suelo del Austro ecuatoriano.	

Fuente: INIAP, 2009.

Elaborado por el Autor

¹INIAP, *INIAP-Cojitambo 92, Variedad de Trigo para el Austro*, Plegable N° 130, revisado y reimpresso octubre del 2009.

INIAP-Zhalao 2003 ²

Origen	
INIAP-Zhalao 2003 es una variedad de trigo harinero que proviene de la cruza INIAP COJITAMBO 92//FINK/IA 8834, de acuerdo al historial de selección E97-20183-19E-0E-1E-0E-0E-0E-0E. La cruza fue efectuada por el Programa de Cereales de la E.E. Santa Catalina en el año de 1997, año en el cual se realizó la siembra y multiplicación de la F1 en invernadero. La generación F2 se sembró en campo y se seleccionó la planta 19, del surco 10. La F2 se sembró en Chuquipata (1998) donde se cosechó espigas en masa. La generación F4 se evaluó en Sta. Catalina donde se seleccionó y cosechó la planta 1. La F5 se seleccionó y cosechó en masa. A partir del 2001 pasó a la E.E. Chuquipata (F6) donde se evaluó participativamente integrando Ensayos Exploratorios y de Adaptación, ubicados en campos de agricultores de varias localidades contempladas en el proyecto INIAP-PREDUZA, en Cañar y Loja.	
Esta variedad se puede cultivar en zonas del Austro que tienen una altura de 2200 a 3200 msnm y una precipitación durante el ciclo del cultivo de 500 a 700 mm. Su buen grano y alto rendimiento harinero, permiten su comercialización y utilización en la industria de la panificación.	
Características morfológicas	
Número de granos por espiga	40
Tipo de espiga	Barbada
Color de espiga	Blanca
Densidad de espiga	Compacta
Tipo de grano	1 ^a
Color de grano	Blanco
Número de macollos	6-10
Tallo	Tolerante al vuelco
Longitud de espiga	10-12 cm
Características agronómicas	
Altura de planta	85-95
Días al espigamiento	85-90 días
Ciclo del cultivo	175-180 días
Rendimiento	4,7 t/ha
Susceptibilidad a stress hídrico	Tolerante
Reacción a Enfermedades	
Roya amarilla (<i>Puccinia striiformis</i>)	Resistente
Roya de la hoja (<i>Puccinia triticina</i>)	Resistente
<i>Fusarium nivale</i>	Resistente
<i>Helminthosporium</i>	Resistente
Características de calidad industrial	
Peso de 1000 granos	62 gramos
Peso hectolítrico	78,2 kg/hl
Rendimiento harinero	69%
Aptitud panadera	Buena

Fuente: INIAP, 2008

Elaborado por el Autor

²INIAP, *INIAP-Zhalao 2003 Nueva Variedad de Trigo harinero para el Sur del Ecuador*, Plegable 210, Julio 2003, Cañar-Ecuador, Revisado y reimpresso septiembre 2008.

INIAP-Mirador 2010 ³

Origen	
INIAP-Mirador 2010 es una variedad de trigo con calidad para panificación desarrollada por el INIAP. La variedad proviene de la cruce: TINAMOU/MILAN, realizada en la E.E Santa Catalina en el año 1997. A partir del año 2000, INIAP MIRADOR 2010 fue evaluada en varias localidades de la provincia de Bolívar.	
Características morfológicas	
Número de macollos	6
Número de granos por espiga	47
Tipo de espiga	Barbada compacta
Tipo de grano	Oblongo
Color de grano	Blanco
Tipo de tallo	Tolerante al vuelco
Altura de la planta	92 cm
Tamaño de espiga	11 cm
Características Agronómicas	
Ciclo del cultivo (días)	160-170
Días al espigamiento	80-85
Rendimiento (t/ha)	4.0
Peso de 1000 granos (g)	44
Resistencia a sequía	tolerante
Reacción a enfermedades	
-Roya amarilla (<i>Puccinia striiformis</i>)	Resistencia parcial
-Roya de la hoja (<i>Puccinia triticina</i>)	Resistencia parcial
-Fusarium de la espiga (<i>Fusarium spp</i>)	Resistente
Características de calidad	
Peso hectolítrico	75-79 kg/hl
Proteína	11,0-12,0 %
Aptitud panadera	Buena
Rendimiento harinero	70-75 %

Fuente: INIAP, 2010

Elaborado por el Autor

³INIAP, *INIAP-Mirador 2010 Nueva Variedad de Trigo para la Sierra Centro del Ecuador*, Plegable N°333, Quito-Ecuador, julio 2010.

INIAP-Vivar 2010 ⁴

Origen	
INIAP-Vivar 2010 proviene del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) de México, donde fue registrada como BERKUT, con el siguiente pedigrí: Irena/Babax/Pastor, y con un historial de selección: CMSS96M05638T-040Y-26M-010SY-010M-010SY-4M-0Y-011Y. INIAP-Vivar 2010 fue introducida a Ecuador en el año 2003 por el Programa de Cereales de la Estación Experimental del Austro. A partir de este año, fue evaluada en varias localidades del Austro junto a otras variedades mejoradas de trigo del INIAP.	
Características morfológicas	
Número de macollos	6-10
Número de granos por espiga	57
Tipo de espiga	Barbada compacta
Tipo de grano	Oblongo
Color de grano	Blanco
Tipo de tallo	Tolerante al vuelco
Altura de la planta	85-95 cm
Longitud de espiga	9-12 cm
Características agronómicas	
Ciclo del cultivo	165-175 días
Días al espigamiento	80-90
Rendimiento	5-6 t/ha
Peso de 1000 granos	46 gramos
Resistencia a sequía	Resistente
Reacción a enfermedades	
Roya amarilla (<i>Puccinia striiformis</i>)	Resistencia intermedia
Roya de la hoja (<i>Puccinia triticina</i>)	Resistente
Fusarium de la espiga (<i>Fusarium spp</i>)	Resistente
Características de calidad	
Peso hectolítrico	76 kg/hl
Proteína	13,2 %
Aptitud panadera	Buena
Gluten húmedo	27 %
Cenizas	1,88 %
Extracto etéreo	2,35 %
Fibra	3,1 %
Extracto libre de Nitrógeno	79,7 %
Zonificación	
La variedad INIAP-Vivar 2010 se adapta a las zonas de producción de cereales del Austro ecuatoriano ubicadas entre los 2400 a 3000 m de altitud, en el Cantón Saraguro (Loja), y los cantones El Tambo, Cañar y Suscal (Cañar).	

Fuente: INIAP, 2010

Elaborado por el Autor

⁴ INIAP, *INIAP-Vivar 2010 Nueva Variedad de Trigo para el Sur del Ecuador*, Plegable 331, julio 2010, Cuenca-Ecuador.

INIAP-San Jacinto 2010 ⁵

Origen	
INIAP-San Jacinto 2010 es una variedad de trigo panadero originada en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), cuyo pedigrí es SER/ATTILA con un historial de selección CMSS93Y004S-18Y-3B-3Y-0100B-0E. En el año 1998 ingresó a Ecuador y fue seleccionado en la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP. A partir del año 2000, INIAP-San Jacinto 2010 fue evaluado en varias localidades de la Sierra Centro Norte.	
Características morfológicas	
Número de macollos	6
Número de granos por espiga	46
Tipo de espiga	Barbada compacta
Tipo de grano	Oblongo
Color del grano	Blanco
Tipo de tallo	Tolerante al vuelco
Altura de planta	88 cm
Longitud de espiga	10 cm
Características agronómicas	
Ciclo del cultivo	160-170 días
Días al espigamiento	80-85 días
Rendimiento	4.0 t/ha
Peso de 1000 granos (g)	43
Resistencia a sequía	Tolerante
Reacción a enfermedades	
Roya amarilla (<i>Puccinias triformis</i>)	Resistencia parcial
Roya de la hoja (<i>Puccinia triticina</i>)	Resistencia parcial
Fusarium de la espiga (<i>Fusarium spp</i>)	Resistencia parcial
Características de calidad	
Peso hectolítrico	75-79 kg/hl
Proteína *	11.0-12.0 %
Aptitud panadera	Buena
Rendimiento harinero	70-75 %
Zonificación	
La variedad INIAP-San Jacinto 2010 se adapta a zonas de producción de cereales ubicadas entre los 2200 y 3000 m de altitud, en los cantones Guaranda, Chimbo, San Miguel y Chillanes (Bolívar), Alausí y Chunchi (Chimborazo), Antonio ante, Urcuquí y Cotacachi (Imbabura).	

Fuente: INIAP, 2010

Elaborado por: el Autor

⁵INIAP, *INIAP-San Jacinto 2010 Nueva Variedad de Trigo para el Centro y Norte del Ecuador*, Plegable 332, julio 2010, Quito-Ecuador

INIAP-Imbabura

Esta variedad se encuentra en las últimas fases de evaluación del INIAP, por lo que no hay información oficial aún de sus características.

Variedad de Trigo Pizán

Esta variedad de trigo utilizada por agricultores de la localidad tiene como características principales una altura de planta alrededor de 1,00 m y la ausencia de arista o barbas en la espiga, condición denominada como *Mutica* (sin barbas). Al tener un crecimiento elevado de tallo los agricultores manifiestan que la variedad tiene problemas de tendadura en fase de espigado y cuando llueve mucho. Tiene un color de espiga y grano blanco, junto con la variedad *Mutico* azul 150 o “150” ha sido utilizada en programas de mejoramiento del INIAP, identificadas por los mismos como materiales “élites” utilizadas en cruzamientos (Rivadeneira, 2004).

3.10. Recomendaciones Generales para el Manejo del Cultivo

El INIAP, a través de programa de cereales de la estación experimental Santa Catalina ha desarrollado un documento guía a disposición de los agricultores para que manejen adecuadamente el cultivo mejorando su producción y obteniendo un grano de calidad industrial. Así pues se realiza las siguientes recomendaciones:

3.10.1. Selección del Lote

El productor debe considerar los siguientes aspectos: No debe haber sido cultivado con ningún cereal en el ciclo o campaña anterior, debe ser un lote en donde anteriormente se haya cultivado papa, haba, chocho u otra leguminosa.

3.10.2. Preparación del Suelo

Debe realizarse con anticipación (dos meses antes de la siembra), solo así podremos garantizar que exista una adecuada descomposición de residuos, malezas, abonos orgánicos a incorporarse al lote. Una buena remoción del suelo ayudará a controlar los plagas que puedan existir en el terreno La preparación del terreno podría consistir en un pase de arado y dos pases de rastra.

3.10.3. Densidad de siembra

La recomendación del INIAP, varía de acuerdo al método de siembra utilizado por el agricultor. Si la siembra es manual al voleo, la cantidad recomendada es de 180 kg/ha. Si la siembra la realiza con máquina, se recomienda usar 150 kg/ha de semilla. Para la producción de trigo es necesario que la semilla que se emplee sea de buena calidad, de las categorías “Registrada o Certificada” con un porcentaje mínimo de germinación del 85%. La semilla debe estar desinfectada para controlar enfermedades que se transmiten por este medio.

3.10.4. Siembra

Debe realizarse tomando en cuenta la época lluviosa en la zona y que coincida la cosecha con la época seca para no tener pérdidas en calidad de grano. Al momento de realizar la siembra es indispensable que el suelo tenga una adecuada humedad para garantizar una buena germinación de la semilla. Los métodos utilizados para la siembra son manual o “al voleo” y mecanizada (sembradora y voleadora). La profundidad de siembra es un aspecto muy importante a tomar en cuenta para garantizar una germinación uniforme. La profundidad de siembra no debe superar los 5 cm para evitar el ahogamiento y pérdida de la semilla.

3.10.5. Fertilización

Debe ser basada en el análisis de suelo. De no disponer del análisis, la fertilización puede ser basada en la extracción de nutrientes del cultivo, es decir 80-60-40-20 kg/ha de N, P, K y S; lo cual se consigue con una aplicación de: 2 sacos (100kg) de

11-52-00, 3 sacos (150kg) de Sulpomag; o cuatro sacos (200kg) de 10-30-10 más dos sacos (100kg) de Sulpomag a la siembra y 3 sacos de urea al macollaje (30-45 días después de la siembra).

3.10.6. Control de malezas

La mejor forma de controlar las malezas en el terreno es la preparación oportuna y adecuada del suelo antes de la siembra. Si en el lote se observa una gran cantidad de malezas gramíneas se recomienda aplicar glifosato en una dosis de 2 litros por hectárea, antes de la preparación del terreno (dos meses y medio antes de la siembra). Para controlar malezas de hoja ancha se puede aplicar el herbicida Metsulfurón-metil al 60% (Ally® o Matancha®) en una dosis de 15 g/ha, a los 30 días después de la siembra.

3.10.7. Control de enfermedades

Para la producción de trigo se recomienda al productor, en el caso de presentarse la roya amarilla y roya de la hoja la aplicación de Propiconazol 250 g/l (Tilt®) en una dosis de 0,5 l/ha aunque el control más útil y económico de estas enfermedades es el uso de variedades resistentes.

3.10.8. Cosecha

La cosecha debe ser realizada en época seca y cuando la humedad del grano se encuentre cerca al 16%. Es recomendable secar el grano hasta el 13% o menos antes de almacenarlo.

4. UBICACIÓN

4.1. Ubicación Política Territorial

🇪🇺 País	Ecuador
🇪🇺 Provincia	Pichincha
🇪🇺 Cantón	Cayambe
🇪🇺 Parroquia	Juan Montalvo
🇪🇺 Sector	Rumiloma

4.2. Ubicación Geográfica

🇪🇺 Altitud	2890 m.s.n.m.
🇪🇺 Latitud (y)	0002443 Norte
🇪🇺 Longitud (x)	0818896 Este

4.3. Condiciones Agroecológicas

🇪🇺 Clima	Frío Templado
🇪🇺 Precipitación	10,2 mm media mensual
🇪🇺 Temperatura	media anual de 14,8°C
🇪🇺 Vientos	promedio de 8 km/h dirección E→O

4.4. Características Agronómicas

Textura de suelo	Franco arenoso
pH	6,7
Materia orgánica	2,1 %

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Materiales

5.1.1. Material Experimental

Se utilizó semilla de 6 variedades proporcionadas por la Estación Experimental Santa Catalina (EESC) del INIAP, y una de los agricultores como testigo local. Además de fertilizantes para los manejos Químico (18-46-00 + Sulpomag + urea) y Orgánico. (Compost producido en la zona).

5.1.2. Materiales de campo

- Lote de terreno.
- Cinta métrica
- Herramientas manuales (azadones, rastrillos, machete, etc.)
- Estacas de madera
- Piola y cal para trazado de parcelas
- Pluviómetro
- Termómetro
- Bomba fumigación
- Equipo de protección
- Balanza
- Cámara fotográfica
- GPS
- Tractor con arado y rastra
- Sembradora de parcelas experimentales
- Cosechadora experimental de parcelas.
- Ventilador para limpieza de granos

5.1.3. Materiales de oficina y laboratorio

- Cuaderno de apuntes
- Hojas de papel bond
- Lápiz, esferos
- Computadora, calculadora, impresora
- Bibliografía
- internet
- Programa estadístico Infostat 2008

- Balanza electrónica
- balanza hectolítrica
- contadora eléctrica de granos
- medidor de humedad de granos
- Cajas petri

5.2. Métodos

Los métodos utilizados en este proceso investigativo se basan en el diseño experimental implementado en el ensayo de variedades en campo, y la evaluación de las variables previamente determinadas por lo que presentamos la siguiente información.

5.2.1. Diseño Experimental.

Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) en arreglo factorial 7x3 y tres repeticiones.

Tratamientos	21
Repeticiones	3
Unidades experimentales	63

Factores en Estudio:

- **Variedades**

Codificación	Descripción de los niveles
V1	Testigo de la Zona trigo Pizán
V2	INIAP-Cojitambo 92
V3	INIAP-San Jacinto 2010
V4	INIAP-Zhalao 2003
V5	INIAP-Vivar 2010
V6	INIAP-Mirador 2010
V7	INIAP-Imbabura

- **Manejo Nutricional**

Codificación	Descripción de los niveles
M1	Testigo Absoluto (Sin Fuente Nutricional)
M2	Nutrición Química
M3	Nutrición Orgánica

5.2.2. Tratamientos.

Tratamientos	Codificación	Descripción
1	V1M1	Testigo de la zona – Sin Fuente Nutricional
2	V1M2	Testigo de la zona – Nutrición Química
3	V1M3	Testigo de la zona – Nutrición Orgánica
4	V2M1	INIAP-Cojitambo 92 – Sin Fuente Nutricional
5	V2M2	INIAP-Cojitambo 92 – Nutrición Química
6	V2M3	INIAP-Cojitambo 92– Nutrición Orgánica
7	V3M1	INIAP-San Jacinto 2010 – Sin Fuente Nutricional
8	V3M2	INIAP-San Jacinto 2010 – Nutrición Química
9	V3M3	INIAP-San Jacinto 2010 – Nutrición Orgánica
10	V4M1	INIAP-Zhalao 2003– Sin Fuente Nutricional
11	V4M2	INIAP-Zhalao 2003– Nutrición Química
12	V4M3	INIAP-Zhalao 2003– Nutrición Orgánica
13	V5M1	INIAP-Vivar 2010– Sin Fuente Nutricional
14	V5M2	INIAP-Vivar 2010– Nutrición Química
15	V5M3	INIAP-Vivar 2010– Nutrición Orgánica
16	V6M1	INIAP-Mirador 2010– Sin Fuente Nutricional
17	V6M2	INIAP-Mirador 2010– Nutrición Química
18	V6M3	INIAP-Mirador 2010– Nutrición Orgánica
19	V7M1	INIAP-Imbabura– Sin Fuente Nutricional
20	V7M2	INIAP-Imbabura– Nutrición Química
21	V7M3	INIAP-Imbabura– Nutrición Orgánica

5.2.3. Unidad Experimental y Parcela Neta

Área unidad experimental	5,0	m ²
Área Parcela Neta	1,5	m ²
Área total ensayo incluye caminos	632,5	m ²
Área neta ensayo sin caminos	315,0	m ²
Total de parcelas del ensayo	63	U E
Distancia entre bloques	1,0	m
Distancia entre parcelas	0,5	m
Distancia entre repeticiones	1,0	m

5.2.4. Variables y Métodos de Evaluación.

a) Porcentaje de Emergencia.

Esta variable se determinó a los 20 días transcurridos después de la siembra mediante la combinación de dos métodos de evaluación, el primero propuesto por los técnicos del INIAP que consistió en estimar visualmente (en %) el establecimiento de la población de plantas dentro de la unidad experimental, tomando como referencia la parcela de mejor establecimiento (ver Fotografía 4).

El segundo método complementario consistió en el conteo de plantas que emergieron en relación con el número de plantas esperadas, para lo cual se hizo un conteo del número de granos presentes en la cantidad de semilla a ser sembrada (ver Anexo 3).

Al observar los resultados del Porcentaje de emergencia en las unidades experimentales surgió la necesidad de realizar una prueba de germinación en laboratorio para verificar la calidad de la semilla utilizada, se realizó mediante la disposición en cajas petri (ver Fotografía 5), 100 granos de cada variedad en tres repeticiones, mediante el conteo directo se determinó el porcentaje de germinación (ver Anexo 3).

b) Número de plantas por metro cuadrado.

Esta variable se determinó transcurridos 25 días desde la siembra mediante conteo directo de plantas antes del período de macolla con la ayuda de un cuadrante de 1 m², en cada unidad experimental.

c) Número de macollos por planta

En la etapa de macollaje entre los 35 a 45 días de cada parcela neta se tomó 20 plantas al azar en las que se contaron el número de macollos presentes y se calculó un promedio por planta, anotando ese valor como representativo de toda la parcela o unidad experimental. Cabe anotar que a nivel general del ensayo por la situación agroclimática no hubo una respuesta de las variedades en el número potencial de macollos referidos en sus descriptores.

d) Evaluación de enfermedades foliares.

Se procedió a monitorear la presencia de enfermedades foliares en cada unidad experimental a través de las diferentes etapas del cultivo. No hubo incidencia de las mismas.

e) Presencia o Ausencia de arista en espiga.

En etapa de desarrollo cuando la espiga ya estuvo visible en un 50% en cada parcela o unidad experimental, se determinó el tipo de espiga de las variedades en estudio en cuanto a la presencia o no de arista o barbas.

f) Número de espigas por metro cuadrado.

En madurez fisiológica del cultivo se contó el número de espigas presentes en toda la parcela y se dividió para el área de la unidad experimental, es decir se sumó las espigas presentes en las hileras y el total se dividió para 5m^2 , determinando así las espigas presentes por unidad de área de cada parcela.

g) Número de espiguillas por espiga.

En fase de madurez fisiológica, se contó el número de espiguillas en una muestra de 5 espigas seleccionadas al azar dentro de la unidad experimental (ver Fotografía 6).

h) Longitud de espiga.

En la fase de madurez fisiológica se midió en centímetros 20 espigas al azar de cada unidad experimental, desde el punto de inicio del raquis hasta la espiguilla terminal sin tomar en cuenta las aristas (ver Fotografía 7).

i) Altura de planta.

Cuando la planta alcanzó su madurez fisiológica, se midió con flexómetro desde la base de la planta hasta el inicio de la espiga, de 20 plantas seleccionadas al azar en cada parcela. (Ver Fotografía 8).

j) Número de granos por espiga.

En la etapa de madurez cercana a la cosecha, se cortó 10 espigas seleccionadas al azar de cada unidad experimental y mediante trilla manual se extrajo y contabilizó el número de granos que contenía cada espiga (ver Fotografía 9).

k) Acame del tallo.

Para la determinación de esta variable se debió contar los tallos acamados y el valor expresarlo en porcentaje. Sin embargo cuando el cultivo estuvo en fase de espigado hasta madurez fisiológica, no se encontró plantas acamadas.

l) Días a la cosecha

Esta variable se evaluó cuando el grano presentó cierto grado de dureza, al presionar con las uñas y en general tomando en cuenta el grado de humedad del grano en espiga, es decir en su madurez fisiológica, contando los días transcurridos desde la siembra hasta la cosecha.

m) Rendimiento por parcela.

Luego del proceso de trillado, enfundado el trigo en saquillos de lienzo y debidamente etiquetado cada parcela experimental, se pesó el grano obtenido en una balanza electrónica y se expresó en g/parcela.

n) Rendimiento en Kg/ha

El rendimiento (kg/ha), fué calculado tomando referencia el rendimiento en g/parcela obtenido de cada una de las unidades experimentales, y utilizando la siguiente relación matemática⁶ :

$$Rc = Pc * \frac{10000}{Anc} * \frac{100 - HC}{100 - HE}$$

Donde:

Rc = Rendimiento en kg/ha

Pc = Peso de campo o peso de rendimiento fresco en kg

Anc = Área neta cosechada en m²

HC = Humedad de cosecha

HE = Humedad estándar.

o) Porcentaje de humedad del Grano.

Esta variable se evaluó después de la cosecha y trilla del trigo, en una muestra de cada unidad experimental, con la ayuda de un determinador portátil de humedad proporcionado por el programa de cereales del INIAP-Estación Experimental Santa Catalina. (Ver Fotografía 15)

p) Peso de 1000 granos (semillas) en gramos (g)

Esta variable se determinó con la utilización de un contador electrónico de semillas (ver Fotografía 16), disponible en el laboratorio de la Estación Experimental INIAP-Santa Catalina, cada muestra conteniendo las 1000 semillas se colocó en sobres de papel y fueron pesadas en una balanza electrónica, se expresó en gramos.

⁶ (MONAR, C., 2007) Tomado de (Orta & Pisuña, 2012)

q) Porcentaje de grano quebrado

Para esta variable se tomó una muestra al azar de grano cosechado, con el uso de una caja petri, se contó el número de granos quebrados y se expresó los resultados en porcentaje.

r) Peso Hectolítrico

Para esta variable se usó una balanza hectolítrica (ver Fotografía 17), del programa de cereales de la Estación Experimental INIAP-Santa Catalina, con el siguiente procedimiento: se colocó una cantidad de grano en la tolva cónica del instrumento suficiente para sobrellenar un contenedor cilíndrico de 1 litro, con una regla de madera se niveló el borde superior de granos y se pesó en gramos/litro (g/l), lógicamente hay que transformar los g/l obtenidos a kg/hl para obtener el puntaje requerido.

Para el caso de varias parcelas, en que la cantidad de grano cosechado no alcanzó para llenar un volumen de 1 litro, se utilizó un contenedor cilíndrico de 0,1 litro. En este caso es el mismo procedimiento y no se necesita transformar pues las magnitudes comparadas son equivalentes, así por ejemplo: 74,0 g de trigo limpio/0,1 de litro va a ser igual a 74,0 kg/hl.

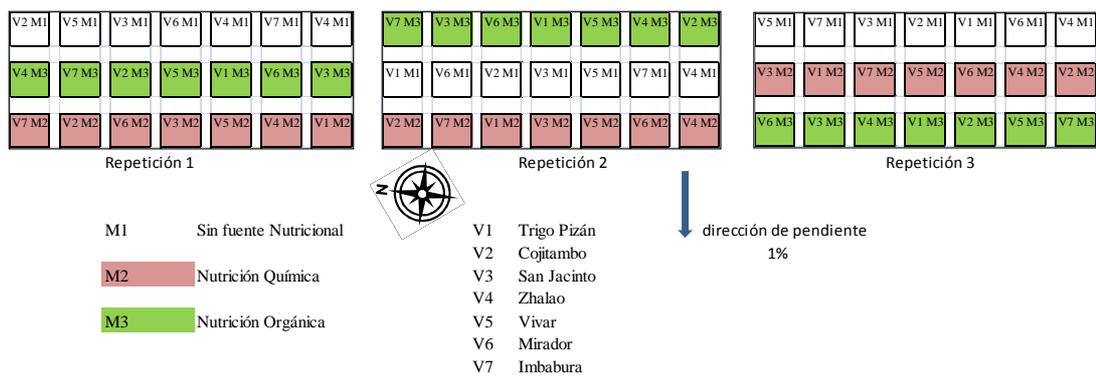
s) Porcentaje de Proteína.

La determinación de esta variable se realizó con los resultados del análisis del laboratorio de la Estación Experimental INIAP-Santa Catalina. En vista de la baja producción de varias parcelas fue necesario unir las repeticiones y así determinar el porcentaje de proteína por variedades y manejos en 21 muestras correspondientes a los 21 tratamientos del ensayo. A los valores de los resultados del análisis, los cuales vinieron expresados en % de N Total (Ver Anexo 6), se le multiplicó por una constante para transformar las unidades a % de proteína.

5.2.5. Prueba de Significancia

Luego del análisis de varianza (ADEVA) al detectarse diferencias significativas entre los tratamientos se realizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

5.2.6. Croquis de Ensayo



5.2.7. Análisis Económico

Para el análisis económico se utilizó la metodología del Presupuesto Parcial, el cual organiza los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos alternativos para su recomendación a los agricultores.

6. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

6.1. Fase de campo

6.1.1. Análisis de suelo

Una vez elegido el sitio para el ensayo se tomaron muestras de suelo y se envió para su análisis en el Laboratorio de Suelos y Agua de la UPS-Centro de Apoyo Cayambe, con la finalidad de determinar el nivel de nutrientes disponibles para el cultivo. También se envió una muestra del abono orgánico (compost) a ser utilizado, para su respectivo análisis. El reporte de los resultados de estos análisis se presenta en el Anexo 1 y Anexo 2 respectivamente.

6.1.2. Preparación del suelo

La preparación del suelo para la siembra, consistió en un pase tractor con arado de discos un mes previo a la siembra y dos pases de rastra luego de dos semanas, con lo cual se obtuvo un suelo suelto, bien mullido para la siembra (ver Fotografía 1).

Demoras en la fecha de siembra por escasez de humedad del suelo al no presentarse lluvias, se dio un pase adicional de rastra con lo cual se controló la germinación y emergencia de semillas de maleza presentes en el sitio del ensayo.

Previo al trazado de Parcelas se trabajó con rastrillos en la nivelación del suelo en el área establecida, para evitar los surcos que deja la rastra de discos.

6.1.3. Trazado de parcelas

Posterior a la preparación de suelo se trazaron y delimitaron las parcelas con la ayuda de estacas, piola y cal siguiendo el croquis del diseño (DBCA) previamente establecido (ver Fotografía 2).

6.1.4. Manejo nutricional orgánico

Se adicionó el abono orgánico (compost) en las parcelas correspondientes al manejo M3, la cantidad de 5 kg por parcela, en este caso equivalente a un Kg/m^2 es decir una dosis de 10 T/ha. Esta dosis fue previamente establecida considerando los requerimientos medios del cultivo de trigo.

6.1.5. Siembra

Para las labores de siembra se utilizó una máquina sembradora experimental de parcelas (ver Fotografía 3). La cantidad de semilla utilizada fue una dosis de 180 kg/ha siguiendo la recomendación de los técnicos del INIAP, lo que resultó para cada unidad experimental una cantidad de 90 g de semilla.

6.1.6. Manejo nutricional químico

Tomando en cuenta los análisis de suelo, las necesidades del cultivo, en las parcelas correspondientes al manejo nutricional químico (M2) al momento de la siembra, se aplicó una mezcla estandarizada de fertilizantes, la cual fue recomendada por los técnicos del INIAP y está formulada así: Fosfato diamónico (18-46-0) y Sulpomag (0-0-22-18-22) en una relación de 3 a 1, es decir se mezclaron 3 sacos de fertilizante 18-46-0 con 1 saco de Sulpomag. La cantidad aplicada por parcela fue de 65g.

Para la fertilización complementaria con urea (fertilizante nitrogenado al 46%) se aplicó 25 g/parcela al macollaje y 25 g/parcela al espigado, con lo cual se satisface la dosis requerida por el cultivo en lo que tiene que ver al nitrógeno. Los cálculos y el análisis para la dosificación de los nutrientes en el manejo nutricional químico se muestran en el

Anexo 5.

6.1.7. Manejo testigo (sin fuente nutricional)

Para el caso del manejo testigo (M1) no se adicionó ningún tipo de abono ni fertilizante a lo largo del ciclo de cultivo.

6.1.8. Control fitosanitario

El control fitosanitario a lo largo del cultivo no determinó afectación de los cultivares en las etapas de desarrollo inicial ni de la espiga, por lo que no se aplicó fungicidas.

6.1.9. Control de malezas

Para el control de malezas de hoja ancha se aplicó el herbicida de ingrediente activo Metsulfurón metil 60% (Ally®) en una dosis recomendada por el fabricante para cultivo de trigo de 15 g/ha. En la práctica se utilizó 1g de producto en 20 litros de agua.

6.1.10. Toma de datos climáticos

Mediante la utilización de instrumentos de medición (ver Fotografía 10) a lo largo del ciclo de cultivo se recopiló los datos en campo de temperaturas y precipitación diarias.

6.1.11. Evaluación de variedades con participación de agricultores

Con la finalidad de conocer el criterio de los agricultores de la zona se realizó una evaluación sobre las variedades sembradas en el ensayo y sus características

observables, a través de un cuestionario, se les consultó su apreciación de las variedades evaluadas. Los resultados obtenidos se detallan en el capítulo de resultados y discusión.

6.1.12. Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual con hoz y se colocó en sacos etiquetados correspondientes a cada parcela y se recopiló para su posterior trilla en la Estación Experimental INIAP- Santa Catalina (ver Fotografía 12).

6.2. Fase post cosecha

6.2.1. Trilla

Para la trilla del material cosechado se utilizó una máquina cosechadora combinada experimental de parcelas en la Estación Experimental INIAP-Santa Catalina (ver Fotografía 13). El grano trillado se colocó en saquillos de lienzo correctamente etiquetado.

6.2.2. Limpieza de grano y secado

Para la limpieza y secado del grano se utilizó un ventilador de granos para parcelas experimentales con motor eléctrico y las instalaciones de un invernadero de secado (Ver Fotografía 14).

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuadro 1. Análisis de varianza para las variables relacionadas con las características agronómicas y de calidad en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.

F. de V.	GL	CUADRADOS MEDIOS														
		PE	NPMC	NMP	NEMC	LE	NeE	NGE	AP	DC	RP	RPH	PHG	PGQ	PH	PMG
Total	62															
Variedades	6	531,48*	5313,37*	0,42*	15801,92**	4,88**	30,03**	317,77**	1183,44**	30,42**	320630,43*	1234028,7*	1,22**	3,70**	22,36**	11,37**
Manejos	2	382,54ns	1649,63ns	3,00**	10434,78ns	23,06**	55,68**	641,54**	1001,33**	9,926ns	1085805,78**	4241497,44**	0,02ns	4,33*	8,11**	4,9ns
VxM	12	137,63ns	1384,13ns	0,19ns	2473,13ns	0,66ns	1,42ns	26,72ns	23,91ns	3,44ns	97836,31ns	380062,056ns	0,2ns	0,44ns	0,64ns	3,34ns
Error	40	183,19	1777,33	0,13	4240,48	0,61	2,45	33,95	27,95	3,49	112677,01	432143,947	0,15	0,66	0,72	2,58
CV %		24,86	33,65	22,82	32,82	8,62	7,81	12,53	7,66	1,07	37,70	37,55	3,19	41,52	1,09	3,43

(*) significancia estadística, (**) alta significancia estadística, (ns) ninguna significancia estadística.

Fuente: La Investigación.

NPMC..... Número de Plantas por Metro Cuadrado
 NMP..... Número de Macollos por Planta
 NEMC..... Número de Espigas por Metro Cuadrado
 LE..... Longitud de Espiga
 NeE..... Número de espiguillas por Espiga
 NGE..... Número de Granos por Espiga
 AP..... Altura de Planta

DC..... Días a la Cosecha
 RP..... Rendimiento por Parcela
 RPH..... Rendimiento por Hectárea
 PHG..... Porcentaje de Humedad de Grano
 PGQ..... Porcentaje de Grano Quebrado
 PH..... Peso Hectolítrico
 PMG..... Peso de 1000 Granos

7.1. Variables Agronómicas

7.1.1. Porcentaje de Emergencia y Número de plantas/m²

Tanto para la variable Porcentaje de Emergencia como para el Número de plantas/m² (Cuadro 1) existe significancia estadística (*) para el factor Variedades, mientras que para el manejo Nutricional así como la interacción Variedades-Manejos (VxM) no hay significancia estadística (ns). Los coeficientes de variación de 24,86% y 33,65% son aceptables.

El coeficiente de variación en la variable Número de plantas/m² resulta elevado en el proceso experimental, ya que según (Beltrán, 2008) los coeficientes de variación aceptables en trabajos de campo se esperaría que estén entre 10 a 25%. Sin embargo, según (Gill, 1978) citado por (Gómez, 1997) para numerosos ensayos en el campo agrícola los coeficientes de variación tienden a estar entre 5 y 50% tomando en cuenta factores externos al experimento que son difíciles de controlar especialmente los factores climáticos.

Ese fue el caso precisamente de este experimento en donde al inicio de la etapa de germinación y establecimiento del cultivo se presentaron dificultades debido a la condición climática, por un lado la deficiencia de humedad en el suelo de cultivo por la ausencia de lluvias y por otro lado una fuerte precipitación que se produjo al día 13 de la siembra que provocó escorrentía afectando determinadas parcelas.

En el Gráfico 1 a continuación se muestra el comportamiento climático de precipitación y temperatura máximas diarias desde la siembra con datos tomados en el sitio del ensayo.

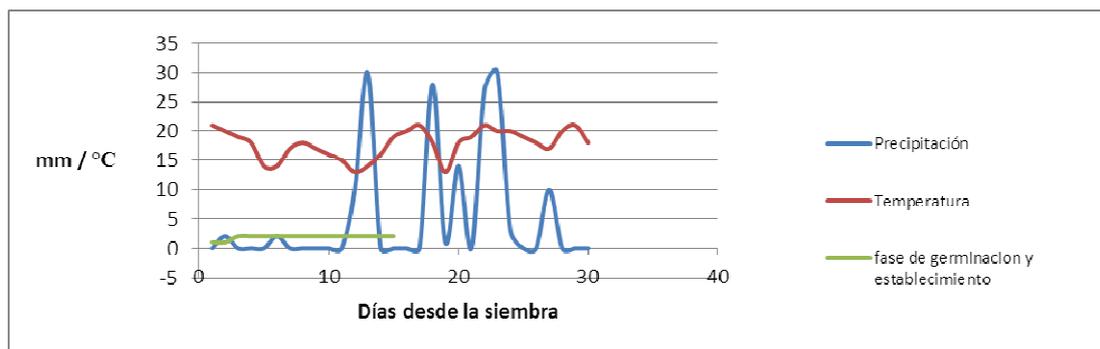


Gráfico 1. Diagrama de precipitación y temperaturas máximas diarias en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012.

Siguiendo con el análisis, al encontrar significancia estadística para el factor variedades tanto en porcentaje de emergencia como en número de plantas/m², se realizó la prueba de Tukey al 5% para determinar los mejores resultados.

Cuadro 2. Prueba de Tukey al 5% para el factor variedades en las variables Porcentaje de emergencia y Número de plantas/m² en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.

Porcentaje de Emergencia				Número de plantas por metro cuadrado			
*				*			
Variedades		Medias	Rango de Significancia	Variedades		Medias	Rango de Significancia
INIAP-Cojitambo 92	V2	63,89	a	INIAP-Cojitambo 92	V2	154,44	a
INIAP-Imbabura	V7	61,67	a b	INIAP-Imbabura	V7	153,44	a
Pisán (local)	V1	58,33	a b	Pisán (local)	V1	138,33	a b
INIAP-Vivar 2010	V5	56,67	a b	INIAP-Vivar 2010	V5	126,22	a b
INIAP-San Jacinto 2010	V3	49,44	a b	INIAP-Zhalao 2003	V4	105,44	a b
INIAP-Mirador 2010	V6	47,78	a b	INIAP-San Jacinto 2010	V3	101,00	a b
INIAP-Zhalao 2003	V4	43,33	b	INIAP-Mirador 2010	V6	98,00	b

Fuente: La investigación
Elaborado por: el Autor

Como se puede apreciar en el (Cuadro 2) en la variable Porcentaje de emergencia, aparecen dos rangos de significancia estadística: a y b, ubicándose en el rango a, la variedad INIAP-Cojitambo-92 (V2) con una media de 63,89%, mientras la variedad INIAP-Zhalao 2003 (V4) aparece en último lugar en el rango b con una media de 43,33% de emergencia.

En el mismo cuadro observamos para la variable Número de plantas/m², dos rangos de significancia estadística (a y b) encontrando a la variedad INIAP-Cojitambo 92 (V2) en primer lugar, conjuntamente con la variedad INIAP-Imbabura (V7) en el rango (a) con un mejor número de plantas/m² con una media de 154,44 y 153,44 respectivamente; mientras que la variedad INIAP-Mirador 2010 se ubica en el rango b con una media de 98,00 plantas/m².

El Porcentaje de emergencia así como el Número de plantas/m² al parecer se encuentran relacionados directamente, ya que el número de plantas/m² establecidas depende en cierta manera de los resultados de la emergencia de las plantas, lo que se verifica además en la coincidencia en el orden de apareamiento de las variedades en las dos variables (celdas en color del Cuadro 2), exceptuando la variedad INIAP-Zhalao 2003 que en la variable número de plantas/m² aparece en mejor posición pero dentro del mismo rango intermedio (ab).

Cabe recordar lo mencionado por (Rawson, 2001) quien manifiesta que *el porcentaje de emergencia es una valoración de la nacencia e implantación de los cultivos, y tiene cierta influencia en el rendimiento del cultivo, puesto que una emergencia uniforme y rápida de plántulas aprovecha luz, agua y nutrientes sobre la posible competencia de las malezas, incidiendo positivamente en la producción, además de soportar mejor las lluvias fuertes que provoquen escorrentía.*

Según lo observado en campo y los resultados obtenidos en la prueba de Tukey al 5% (Cuadro 2) los valores medios de las variedades nos indican a nivel general del ensayo un porcentaje de emergencia en todos los casos inferior al 65%, lo cual provocó que surgiera la necesidad de realizar una prueba de germinación en laboratorio, para verificar la calidad de la semilla utilizada en el ensayo. Es así que en el Cuadro 3, se presentan los resultados de las medias de la mencionada prueba expresados en porcentaje de germinación de cada una de las variedades evaluadas.

Cuadro 3. Resultados de la prueba de germinación realizada en laboratorio, en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional, a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo Cayambe 2012”

Variedad	Denominación	Porcentaje de germinación (%)
V2	INIAP-Cojitambo 92	96,6
V7	INIAP-Imbabura	94,6
V3	INIAP-San Jacinto2010	92,3
V1	Pisán (variedad local)	90,3
V6	INIAP-Mirador 2010	89,0
V5	INIAP-Vivar 2010	88,3
V4	INIAP-Zhalao 2003	69,0

Fuente: La investigación
Elaborado por: el Autor

Como se puede observar en los Cuadros 2 y 3 los resultados de la variable Porcentaje de emergencia guardan relación directa con los resultados de la prueba de germinación, por ejemplo la variedad V2 (INIAP-Cojitambo 92) que aparece en el primer lugar en la variable Porcentaje de emergencia con una media de 63,89 %, aparece también en primer lugar en la prueba de germinación en laboratorio, con una media de 96,6% de germinación, mientras la variedad V4 (INIAP-Zhalao-2003) aparece en el último lugar en la variable porcentaje de emergencia con una media de 43,33%, ocupa un lugar similar en la prueba de germinación en laboratorio, con una media de 69% de germinación.

Estos resultados nos permiten inferir que el comportamiento de las variedades en cuanto a la emergencia y establecimiento de plantas en el ensayo estuvo influenciado definitivamente por la condición climática y el bajo nivel de germinación en el caso de la variedad INIAP-Zhalao-2003.

Estos resultados en conjunto nos permiten corroborar lo manifestado por (Velásquez, Monteros, & Tapia, 2008) quienes afirman que *actualmente se reconoce que el conjunto de características que determinan el potencial fisiológico de la semilla está influenciado por las condiciones del ambiente y el potencial fisiológico para la germinación.*

De igual manera (Rawson, 2001), menciona que *el número de plantas de un cultivo de trigo, depende de la densidad de siembra, la viabilidad de la semilla, el porcentaje de emergencia y la sobrevivencia de las plantas.*

Cuadro 4. Promedios para el factor Manejo Nutricional de las variables Porcentaje de Emergencia y Número de Plantas/m² en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.

Porcentaje de Emergencia			Número de Plantas/m ²		
ns			ns		
Manejos		Promedios	Manejos		Promedios
Orgánico	M3	57,14	Testigo	M1	130,81
Testigo	M1	56,67	Orgánico	M3	129,95
Químico	M2	49,52	Químico	M2	115,05

Fuente: La investigación
Elaborado por: el Autor

Para el factor manejo nutricional (Cuadro 4), así como para la interacción variedades x manejos (VxM) de las dos variables mencionadas, no se presentó significancia estadística, demostrándose con estos resultados que en esta etapa el factor nutrición no influye directamente en los resultados de estas variables, lo cual se corrobora con lo manifestado por (García, 1997), quien afirma que *en las primeras etapas del desarrollo, mientras no hay disponibilidad de productos de la fotosíntesis, la planta de trigo utiliza reservas del endospermo.* Agrega además que el requerimiento de nutrientes como el nitrógeno (N) anterior al inicio del macollaje es bajo y comúnmente satisfecho por el aporte del suelo.

7.1.2. Número de macollos/planta

El análisis de varianza para el Número de macollos por planta (Cuadro 1) presenta significancia estadística para el factor Variedades, mientras que para los Manejos nutricionales presenta alta significancia estadística. Para la interacción Variedad x Manejos (VxM) no existe significancia estadística. El coeficiente de variación de 22,83% permite confiar en los resultados obtenidos ya que se mantiene en niveles aceptables para trabajos a nivel de campo.

Según (García, 1997), el Número de macollos por planta es un carácter varietal, muy influenciado por las condiciones ambientales como luz, humedad, temperatura y el nivel nutricional del suelo. Un adecuado suministro de nitrógeno (N) es esencial para incrementar la proporción de macollos que llegarán a producir espigas.

De ahí que las recomendaciones de fertilización nitrogenada apuntan al macollaje como la fase en que la competencia intra-y/o inter-planta por los nutrientes llega a ser más fuerte, demandando la disponibilidad de asimilados para el crecimiento de todos los macollos potenciales (Slafer, 2012).

Cuadro 5. Prueba de Tukey al 5% del factor variedades para la variable Número de macollos/planta en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.

Número de macollos/planta				
*				
Variedades		Promedios	Rangos de Significancia	
Pisán (local)	V1	2,00	a	
INIAP-Vivar 2010	V5	1,67	a	b
INIAP-Cojitambo 92	V2	1,56	a	b
INIAP-Imbabura	V7	1,56	a	b
INIAP-San Jacinto 2010	V3	1,44		b
INIAP-Zhalao 2003	V4	1,44		b
INIAP-Mirador 2010	V6	1,33		b

Fuente: La investigación
Elaborado por: el Autor

En la prueba de Tukey al 5%, (Cuadro 5) para el factor variedades en la variable Número de macollos/planta, se establecen 2 rangos de significancia: a y b; aparece en primer lugar la variedad Pisán V1 (local) ubicada en el rango a; con una media de 2,00 macollos/planta, mientras que en el último lugar del rango b se ubica la variedad INIAP-Mirador 2010 V6 con una media de 1,33 macollos por planta; las demás variedades tuvieron valores intermedios.

Cuadro 6. Prueba de Tukey al 5% para el factor Manejo nutricional en la variable Número de macollos/planta en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012.

Número de macollos/planta				
**				
Manejos nutricionales		Promedios	Rangos de significancia	
Químico	M2	2,00	a	
Orgánico	M3	1,43		b
Testigo	M1	1,29		b

Fuente: La investigación

Elaborado por: el Autor

En el Cuadro 6, aparece los resultados de la Prueba de Tukey al 5% para el factor manejo nutricional en la variable Número de macollos/planta, en donde se aprecian dos rangos de significancia, el a y el b, en el rango a se ubica el manejo Químico con una media de 2 macollos por planta, mientras en el último lugar aparece en el rango b el manejo nutricional Testigo (sin adición de fuente nutricional), con una media de 1,29 macollos/planta.

Por lo observado en el ensayo y en los resultados obtenidos en la evaluación de Número de macollos por planta, se determina que en esta etapa se vió afectado el potencial de macollaje o ahijamiento de las variedades, debido principalmente a los cambios meteorológicos presentados, por una parte lluvia intensa en un período de 15 días (2 semanas) con una precipitación acumulada de 153 mm, que provocó saturación por exceso de agua en el suelo de cultivo. Por otra parte al término de esta etapa de lluvia se presentó sequía y ausencia de lluvia que provocó encostramiento del suelo.

Un suelo encostrado para (Martino, 1997) *tiene dos consecuencias para el trigo: en primer lugar la disponibilidad de agua para el cultivo disminuye, lo cual de por sí puede afectar la productividad, y en segundo lugar provocar una resistencia mecánica del suelo al desarrollo de raíces, y lógicamente el macollaje.*

Según (Maldonado, 2004), en el suelo de cultivo es importante que haya un equilibrio entre las distintas fases: agua, suelo y aire. Al alterarse una de ellas se afectará el desarrollo de las raíces y el funcionamiento de la planta en su conjunto, por ejemplo, en un suelo inundado solo habrá agua y partículas sólidas con ausencia de aire, afectando la respiración de las raíces; en tanto un suelo seco sólo tendrá partículas sólidas, aire y no agua, causando un estrés hídrico. Ambas situaciones son dañinas para el desarrollo de las plantas.

En el gráfico 2 (Diagrama de precipitación y temperatura) se puede apreciar el comportamiento climático previo y durante la fase de ahijamiento del cultivo que afectó el normal desarrollo de las plantas registrado en la variable número de macollos por planta.

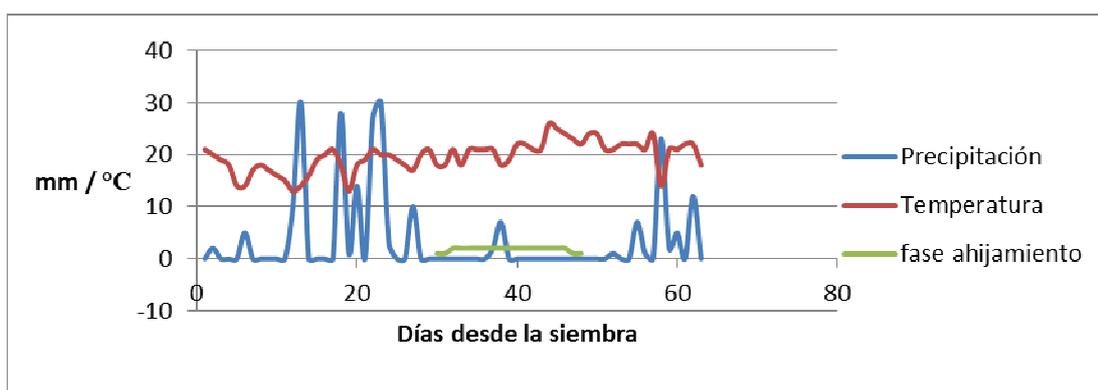


Gráfico 2. Diagrama de precipitación y temperaturas máximas diarias en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012.

7.1.3. Número de espigas/m²

En el análisis de varianza (Cuadro 1) se observa que para la variable Número de Espigas por metro cuadrado, se presenta alta significancia estadística para el factor Variedades, mientras que para el factor Manejo nutricional y para la interacción Variedad x Manejos (VxM) no existe significancia estadística. El coeficiente de variación es de 32,82%.

Cuadro 7. Prueba de Tukey al 5% para el factor Variedades en la variable Número de espigas/m² en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”

Número de espigas/m ²				
**				
Variedades		Promedios	Rango de Significancia	
Pisán (local)	V1	250,56	a	
INIAP-Imbabura	V7	229,11	a	b
INIAP-Cojitambo 92	V2	226,78	a	b
INIAP-Vivar 2010	V5	214,22	a	b
INIAP-San Jacinto 2010	V3	173,22	a	b
INIAP-Mirador 2010	V6	147,67		b
INIAP-Zhalao 2003	V4	147,33		b

Fuente: La investigación
Elaborado por: el Autor

En la prueba de Tukey al 5%, (Cuadro 7) para el factor variedades en la variable Número de espigas/m², se establecen 2 rangos: a y b. Ubicada en el rango a, aparece la variedad local Pisán (V1) en primer lugar con una media de 250,56 espigas/m², mientras que en el último lugar del rango b aparece la V4 (INIAP-Zhalao 2003), con un promedio de 147,33 espigas/m²; las demás variedades tuvieron valores intermedios.

Como podemos observar, a nivel general los resultados del comportamiento de las variedades en el número de espigas/m² (Cuadro 7) al parecer presentan una relación directa entre el número de macollos por planta (variable anterior) y el número de espigas por metro cuadrado. Este es el comportamiento presentado por la variedad V1 (Pisán), la cual se ubicó en el primer lugar en número de macollos por planta y también con el mayor número espigas/m².

En cuanto a los manejos nutricionales el análisis de varianza presentó no significancia estadística, por lo que en el Cuadro 8, se presentan los valores medios para los manejos, destacándose el manejo químico como el de mejor valor, posiblemente por la demanda y aprovechamiento de nutrientes en esta fase del cultivo.

Cuadro 8. Promedios para el factor manejo nutricional de la variable Número de espigas/ m² en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.

Número de espigas por metro cuadrado		
ns		
Manejos		Promedios
Químico	M2	221,33
Orgánico	M3	197,10
Testigo	M1	176,81

Fuente: La investigación
Elaborado por: el Autor

7.1.4. Evaluación de Enfermedades Foliare

No se presentaron enfermedades foliares durante el ensayo de esta investigación.

7.1.5. Longitud de Espiga, Número de espiguillas/espiga y Número de granos /espiga.

Considerando el comportamiento de los resultados de estas tres variables se tomó la decisión de presentar sus resultados en un solo acápite para relacionar el comportamiento de los mismos.

En el análisis de varianza (Cuadro 1) se puede observar que para las variables Longitud de Espiga, Número de espiguillas / espiga y Número de granos /espiga, se presenta alta significancia estadística para el factor Variedades y para el factor manejo nutricional, mientras que para la interacción Variedad x Manejo (VxM) se presenta ninguna significancia estadística. Los valores de los coeficientes de variación que también se muestran en el cuadro 5, permite confiar en los resultados obtenidos ya que se mantiene en niveles aceptables para trabajos a nivel de campo.

Cuadro 9. Prueba de Tukey al 5% para el factor Variedades en las variables: Longitud de espiga, Número de espiguillas por espiga y Número de granos por espiga en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.

Longitud de espiga				Número de espiguillas por espiga				Número de granos por espiga			
**				**				**			
Variedades		Medias (cm)	Rangos de significancia	Variedades		medias	Rangos de significancia	Variedades		medias	Rangos de significancia
INIAP-Cojitambo 92	V2	10,56	a	INIAP-Cojitambo 92	V2	23,33	a	INIAP-Cojitambo 92	V2	54,33	a
INIAP-Zhalao 2003	V4	9,11	b	INIAP-Zhalao 2003	V4	20,89	b	INIAP-San Jacinto 2010	V3	49,22	a b
INIAP-Mirador 2010	V6	9,00	b	INIAP-San Jacinto 2010	V3	20,22	b	INIAP-Mirador 2010	V6	49,11	a b
INIAP-Imbabura	V7	9,00	b	INIAP-Imbabura	V7	20,11	b	INIAP-Vivar 2010	V5	47,56	a b
Pisán (local)	V1	8,67	b	INIAP-Mirador 2010	V6	19,44	b c	INIAP-Zhalao 2003	V4	46,00	a b
INIAP-San Jacinto 2010	V3	8,67	b	INIAP-Vivar 2010	V5	18,67	b c	INIAP-Imbabura	V7	44,22	b
INIAP-Vivar 2010	V5	8,22	b	Pisán (local)	V1	17,56	c	Pisán (local)	V1	35,11	c

Fuente: La investigación

Elaborado por: el Autor

En la prueba de Tukey al 5%, (Cuadro 9) para el factor variedades en las 3 variables evaluadas se pueden apreciar los siguientes resultados:

Para la variable Longitud de espiga, se observa dos rangos de significancia, el a y el b, ubicándose en el rango a, la variedad V2 (INIAP-Cojitambo-92) con una media de 10,56 cm de longitud de la espiga, mientras en el último lugar del rango b se observa a la variedad V5 (INIAP-Vivar-2010) con una media de 8,22 cm de longitud de la espiga.

Para la variable Número de espiguillas/espiga, se presenta tres rangos de significancia, el a, b y c, en el rango a, se ubica la variedad INIAP-Cojitambo-92 (V2) con una media de 23,33 espiguillas por espiga, mientras en el último lugar aparece en el rango c la variedad local Pisán (V1) con una media de 17,56 espiguillas/espiga.

Para la variable Número de granos/espiga, se pueden apreciar tres rangos de significancia, el a, b y c, en el rango a, se ubica la variedad INIAP-Cojitambo-92 (V2) con una media de 54,33 granos por espiga, mientras en último lugar se presenta la variedad local Pisán (V1) con una media de 35,11 granos por espiga.

Cuadro 10. Prueba de Tukey al 5% para el factor Manejo de la nutrición en las variables: Longitud de espiga, Número de espiguillas por espiga y Número de granos por espiga en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.

Longitud de espiga (cm)				Número de espiguillas por espiga				Número de granos por espiga						
**				**				**						
Manejo nutricional		medias	Rango de significancia		Manejo nutricional		medias	Rango de significancia		Manejo nutricional		medias	Rango de significancia	
Químico	M2	10,10	a		Químico	M2	21,90	a		Químico	M2	52,14	a	
Orgánico	M3	9,00		b	Orgánico	M3	19,24		b	Orgánico	M3	46,29		b
Testigo	M1	8,00		c	Testigo	M1	18,95		b	Testigo	M1	41,10		c

Fuente: La investigación
Elaborado por: el Autor

En la prueba de Tukey al 5%, (Cuadro 10) para el factor manejo nutricional en las 3 variables evaluadas se pueden apreciar los siguientes resultados:

Para la variable Longitud de espiga se establecen 3 rangos de significancia: a, b y c, observándose que en el rango a se ubica el M2 (manejo químico) con una media de 10,10 cm de longitud de espiga, mientras que en el rango c se ubica el M1 (manejo testigo, sin fuente nutricional), con una media de 8 cm de longitud de la espiga.

Para la variable Número de espiguillas/espiga se muestran dos rangos de significancia, el a y el b, en donde en el rango a se ubica el M2 (manejo químico) con una media de 21,90 espiguillas por espiga, mientras en el rango b se ubican tanto el M2 (manejo orgánico), como el M1 (manejo testigo, sin adición de fuente nutricional), con medias de 19,24 y 18,95 espiguillas por espiga respectivamente.

En cuanto a la variable Número de granos/espiga, en el mismo Cuadro 10 se establecen 3 rangos de significancia: a, b y c, observándose que en el rango a se ubica el M2 (manejo químico) con una media de 52,14 granos por espiga, mientras que en el rango c se ubica el M1 (manejo testigo, sin adición nutricional), con una media de 41,10 granos por espiga.

La longitud de espiga es un carácter varietal relacionado con la eficiencia fisiológica del cultivar para asimilar la fertilización nitrogenada, pues este elemento estimula el crecimiento vegetativo en la fase de espigado. La eficiencia agronómica con la que las plantas utilizan el nitrógeno entonces depende de la disponibilidad de agua, las características de la especie y la disponibilidad de fertilizante nitrogenado (Díaz, 1992) citado por (Orta & Pisuña, 2012)

A manera de resumen podemos decir que los resultados de la evaluación de estas tres variables, hasta el momento nos estarían mostrando que para el caso de la localidad de Juan Montalvo, la variedad que mejor comportamiento muestra en cuanto a longitud de la espiga, número de espiguillas/espiga y número de granos/espiga es la variedad V2 (INIAP-Cojitambo-92). Más adelante analizaremos las variables de rendimiento para corroborar o no los resultados presentados hasta el momento.

7.1.6. Altura de Planta

En el análisis de varianza (Cuadro 1) para la variable altura de planta, se presenta alta significancia estadística para los factores Variedades y Manejo nutricional, mientras que para la interacción Variedad-Manejo (VxM) se muestra no significancia estadística. El coeficiente de variación de 7.66% permite confiar en los resultados obtenidos ya que se mantiene en niveles aceptables para trabajos a nivel de campo.

Cuadro 11. Prueba de Tukey al 5% para el factor Variedades en la variable Altura de planta en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.

Altura de planta					
**					
Variedades		Medias	Rangos de significancia		
Pisán (local)	V1	94,33	a		
INIAP-Cojitambo 92	V2	69,44		b	
INIAP-Vivar 2010	V5	66,67		b	c
INIAP-Mirador 2010	V6	65,11		b	c
INIAP-Imbabura	V7	63,89		b	c
INIAP-San Jacinto 2010	V3	62,56		b	c
INIAP-Zhalao 2003	V4	61,33			c

Fuente: La investigación
Elaborado por: el Autor

El resultado de la prueba Tukey al 5 % (Cuadro 11) para el factor variedades de la variable altura de planta nos muestra tres rangos de clasificación a, b y c; en donde se determina que la variedad local Pisán ubicada en el rango a, es la de mayor altura con un promedio de 94,33 cm, mientras que la variedad INIAP-Zhalao 2003 es la de menor altura en el rango c, con una media de 61.33 cm.

La altura de planta es una característica varietal que se ve potenciada por la fertilización nitrogenada. Las variedades de crecimiento elevado por lo general presentan problemas de acamado.

Cuadro 12. Prueba de Tukey al 5% para el factor Manejo nutricional en la variable Altura de planta en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.

Altura de planta					
**					
Manejos		Medias	Rango de significancia		
Químico	M2	76,00	a		
Orgánico	M3	68,95		b	
Testigo (Sin fuente nutricional)	M1	62,19			c

Fuente: La investigación
Elaborado por: el Autor

En la prueba de Tukey al 5%, (Cuadro 12) para el factor manejo nutricional de la variable altura de planta, de mayor a menor se establecen 3 rangos de significancia: a, b y c, en el rango a, se ubica el M2 (manejo químico) con una media de 76,00 cm de altura, en el rango b se ubica el M3 (manejo orgánico) con una media de 68,95 cm, mientras que en el rango c se ubica el M1 (manejo Testigo sin adición de fuente nutricional) con una media de 62,19 cm de altura.

7.1.7. Acame de tallo

Cuando el cultivo estuvo en fase de espigado hasta madurez fisiológica, se inspeccionó cada parcela neta en busca de plantas caídas o acamadas. No hubo tallos acamados en estas fases mencionadas.

El acame de tallo afecta especialmente a variedades con mayor altura de planta. Es muy importante tomar en cuenta esta variable ya que en los actuales momentos, factores climáticos como el caso de las lluvias y los vientos fuertes provocan acame en los cultivos.

Para (Mateo, 2005) factores atmosféricos como vientos fuertes pueden ocurrir en las distintas fases del ciclo, pero el más grave y más frecuente es en la fase de espigado afectando el buen desarrollo de llenado de grano y su calidad.

7.1.8. Días a la Cosecha

En el análisis de varianza (Cuadro 1) para la variable Días a la cosecha, se observa alta significancia estadística para el factor Variedades, mientras que para el factor Manejo nutricional se presenta no significancia estadística. La interacción Variedad x Manejo (VxM) muestra ninguna significancia estadística. El coeficiente de variación de 1,07% permite confiar en los resultados obtenidos.

Cuadro 13. Prueba de Tukey al 5% para el factor Variedades en la variable Días a la Cosecha en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.

Días a la Cosecha				
**				
Variedades		Medias	Rangos de significancia	
INIAP-Zhalao 2003	V4	174,44	a	
INIAP-Mirador 2010	V6	174,44	a	
INIAP-Imbabura	V7	174,44	a	
INIAP-Cojitambo 92	V2	174,44	a	
INIAP-Vivar 2010	V5	175,00	a	
INIAP-San Jacinto 2010	V3	175,00	a	
Pisán (local)	V1	179,44		b

Fuente: La investigación
Elaborado por: el Autor

En la prueba de Tukey al 5%, (Cuadro 13) para esta variable se establecen 2 rangos de significancia: a y b, las variedades con menor número de días a la cosecha fueron, (V4) INIAP-Zhalao 2003, (V6) INIAP-Mirador 2010, (V7) INIAP-Imbabura, (V2) INIAP-Cojitambo 92, (V5) INIAP-Vivar 2010 y (V3) INIAP-San Jacinto 2010, ubicadas en el rango (a) con una media de 174 días en promedio, mientras que con mayor número de días a la cosecha aparece la variedad Pisán (local) ubicada en el rango b con una media de 179 días.

Para (Monar, 2009) citado por (Zaruma, 2011) la variable Días a la Cosecha depende fuertemente de la interacción genotipo ambiente, son determinantes la época de siembra, temperatura, humedad, el fotoperiodo, y la sanidad de las plantas a lo largo del ciclo de cultivo.

Cuadro 14. Promedios para el factor Manejo Nutricional de la variable Días a la Cosecha en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.

Días a la Cosecha		
ns		
Manejos		Promedios
Testigo	M1	175,71
Químico	M2	175,71
Orgánico	M3	174,52

Fuente: La investigación
Elaborado por: el Autor

La no significancia estadística presentada en el Manejo Nutricional de la variable Días a la Cosecha (Cuadro 14), ratifica la no influencia de los manejos nutricionales en esta variable.

7.1.9. Rendimiento en g/parcela y Rendimiento en Kg/ha.

En el análisis de varianza (Cuadro 1) para las variables Rendimiento por parcela (expresado en gramos) y Rendimiento en kilogramos por hectárea (expresado en kg/ha), se observa significancia estadística para el factor Variedades en ambos casos, mientras que para el factor manejo nutricional de las dos variables se presenta alta

significancia estadística. Para la interacción Variedad x Manejo (VxM) no se presenta significancia estadística en las dos variables. El coeficiente de variación en el caso de Rendimiento por parcela es de 37,7%, mientras que para Rendimiento en kilogramos por hectárea es de 37,55%.

Cuadro 15. Prueba de Tukey al 5% para el factor Variedades en las variable Rendimiento por parcela y Rendimiento en kilogramos por hectárea en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.

Rendimiento en g/parcela					Rendimiento en Kg/ha				
*					*				
Variedades		Medias	Rangos de significancia		Variedades		Medias	Rangos de significancia	
INIAP-Cojitambo 92	V2	1253,33	a		INIAP-Cojitambo 92	V2	2462,11	a	
INIAP-San Jacinto 2010	V3	942,56	a	b	INIAP-San Jacinto 2010	V3	1852,44	a	b
INIAP-Vivar 2010	V5	934,44	a	b	INIAP-Vivar 2010	V5	1832,33	a	b
INIAP-Imbabura	V7	904,00	a	b	INIAP-Imbabura	V7	1783,56	a	b
INIAP-Mirador 2010	V6	756,56		b	INIAP-Mirador 2010	V6	1490,00		b
Pisán (local)	V1	751,67		b	Pisán (local)	V1	1478,78		b
INIAP-Zhalao 2003	V4	690,33		b	INIAP-Zhalao 2003	V4	1355,00		b

Fuente: La investigación
Elaborado por: el Autor

Como se puede observar en la prueba de Tukey al 5% en el cuadro 15 para el factor variedades tanto para la variable Rendimiento en g/parcela, como el Rendimiento en Kg/ha los rangos son similares, ya que se realizó una transformación de unidades en este caso de g/parcela a Kg/ha.

Se presentan entonces para las dos variables, 2 rangos de significancia a y b. en el rango a, aparece la variedad INIAP-Cojitambo 92 como la mejor en rendimiento con una media de 1253,33 g/parcela y 2462,11 kg/ha respectivamente, mientras que la variedad INIAP-Zhalao 2003 ubicada en el rango b aparece como la de menor rendimiento con una media de 690,33 g/parcela y 1355,00 Kg/ha respectivamente.

Cuadro 16. Prueba de Tukey al 5% para el factor Manejo nutricional en la variable Rendimiento/parcela y Rendimiento en kg/ha en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.

Rendimiento en g/parcela				Rendimiento en Kg/ha			
**				**			
Manejos		Medias	Rango de significancia	Manejos		Medias	Rango de significancia
Químico	M2	1136,19	a	Químico	M2	2236,19	a
Orgánico	M3	847,52	b	Orgánico	M3	1666,33	b
Testigo	M1	687,52	b	Testigo	M1	1349,29	b

Fuente: La investigación
Elaborado por: el Autor

El Cuadro 16, muestra los resultados de la prueba de Tukey al 5% para el factor manejo nutricional en las variables Rendimiento en g/parcela y en Rendimiento en Kg/ha. Donde se puede observar dos rangos de significancia estadística: el a y el b en los dos casos. En el rango a se encuentra el manejo M2 (manejo químico) con una media de 1136,19 gr/parcela y 2236,19 Kg/ha respectivamente, mientras que el rango b lo comparten el M3 (Manejo orgánico) y el M1 (Manejo testigo, sin adición de fuente nutricional), con medias de 847,52 y 687,52 gr/parcela en la primera variable, mientras que 1666,33 y 1349,29 Kg/ha en la segunda variable respectivamente.

Como vemos en estos resultados, la variedad V2 INIAP-Cojitambo 92 alcanzó un rendimiento promedio alrededor de las 2,4 Tm, sin embargo ninguna de las variedades alcanzó los valores de rendimiento potencial manifestados en los boletines informativos elaborados por los Técnicos del Programa de Cereales del INIAP, que dan cuenta de rendimientos de hasta 4,0 T/ha de grano cosechado.⁷

Estos resultados corroboran lo manifestado por (Mundstock, 1998), respecto al hecho de que “cuando lo períodos de condiciones climatológicas desfavorables coinciden con etapas críticas de desarrollo, puede haber alteración en el rendimiento, aunque en el resto del ciclo las condiciones sean favorables para el crecimiento”. Como se vió anteriormente, en el caso de este experimento el factor humedad debido a la ausencia de lluvia afectó en etapas críticas del cultivo como fueron el proceso de emergencia de plantas, periodo de macollaje y periodo de espigamiento.

⁷ Información de boletines emitidos por el programa de cereales INIAP: Plegables 130, 210, 331, 332, 333, Boletín divulgativo N° 411 y otros constan en la bibliografía.

7.2. Variables de Calidad de Grano

7.2.1. Porcentaje de Humedad de grano

En el análisis de varianza (Cuadro 1) para la variable Porcentaje de humedad de grano, se observa alta significancia estadística para el factor Variedades, mientras que para el factor manejo nutricional se presenta no significancia estadística. La interacción Variedad x Manejo (VxM) muestra ninguna significancia estadística. El coeficiente de variación es de 3,19%.

Cuadro 17. Prueba de Tukey al 5% para el factor variedades en la variable Porcentaje de humedad de grano en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.

Porcentaje de Humedad de grano					
**					
Variedades		Medias	Rangos de Significancia		
INIAP-Vivar 2010	V5	11,59	a		
INIAP-San Jacinto 2010	V3	11,68	a	b	
INIAP-Cojitambo 92	V2	11,97	a	b	
INIAP-Mirador 2010	V6	12,17		b	c
Pisán (local)	V1	12,22		b	c
INIAP-Zhalao 2003	V4	12,23		b	c
INIAP-Imbabura	V7	12,67			c

Fuente: La investigación
Elaborado por: el Autor

El Cuadro 17, muestra los resultados de la prueba de Tukey al 5% para el factor variedades en la variable Porcentaje de humedad del grano, en donde se muestran tres rangos de significancia: el a, b y c. En el rango a en primer lugar aparece la variedad V5 (INIAP-Vivar-2010) con una media de 11,59% de humedad. En último lugar en el rango b aparece la variedad V7 (INIAP-Imbabura) con una media de 12,67 % de humedad.

Cuadro 18. Medias para Manejo nutricional en la variable Porcentaje de humedad de grano en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.

Porcentaje de humedad de grano		
ns		
Manejos		Promedios
Químico	M2	12,04
Orgánico	M3	12,09
Testigo	M1	12,10

Fuente: La investigación
Elaborado por: el Autor

En cuanto al manejo nutricional en la variable porcentaje de humedad, no se presentó significancia estadística, por lo cual en el Cuadro 18, se muestran los valores de medias en este caso para los tres tipos de manejo nutricional. Los valores de medias en los tres manejos oscilan alrededor del 12% de humedad, lo cual es adecuado para su almacenamiento y conservación.

7.2.2. Peso hectolítrico (PH)

El análisis de varianza (Cuadro 1) para peso hectolítrico presenta alta significancia estadística para los factores Variedades y manejos nutricionales, mientras que para la interacción Variable x Manejos (VxM) se muestra ninguna significancia estadística. El coeficiente de variación de 1,09% permite confiar en los resultados obtenidos ya que se mantiene en niveles aceptables para este tipo de evaluaciones.

Cuadro 19. Prueba de Tukey al 5% para el factor variedades en la variable Peso Hectolítrico en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.

Peso Hectolítrico						
**						
Variedades		Medias	Rango de significancia			
INIAP-Imbabura	V7	80,11	a			
INIAP-Zhalao 2003	V4	79,07	a	b		
Pisán (local)	V1	78,54		b		
INIAP-Mirador 2010	V6	78,30		b	c	
INIAP-Cojitambo 92	V2	77,26			c	d
INIAP-San Jacinto 2010	V3	76,60				d e
INIAP-Vivar 2010	V5	75,46				e

Fuente: La investigación
Elaborado por: el Autor

En la prueba de Tukey al 5%, (Cuadro 19) para el factor variedades se observan 5 rangos de significancia: a, b, c, d y e. La variedad con mayor puntuación es la variedad V7 (INIAP-Imbabura) ubicada en el rango a, con una media de 80,1 Kg/hl, mientras que la variedad con menor puntaje es la variedad V5 (INIAP-Vivar 2010) ubicada en el rango e, con una media de 75,5 Kg/hl. Las demás variedades se ubicaron en rangos intermedios como se aprecia en la mencionada tabla.

Estos resultados nos dan la pauta para inferir que sobre la calidad del grano obtenido de cada una de las variedades, ya que como se conoce el peso hectolítrico es un parámetro que está directamente relacionado con la fase de llenado de grano y las condiciones ambientales sucedidas en dicha etapa.

Cuadro 20. Prueba de Tukey al 5% para Manejo nutricional en la variable Peso Hectolítrico en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.

Peso Hectolítrico				
**				
Manejos		Medias	Rango de significancia	
Químico	M2	78,57	a	
Orgánico	M3	77,81		b
Testigo	M1	77,33		b

Fuente: La investigación

Elaborado por: el Autor

En la prueba de Tukey al 5%, (Cuadro 20) para el factor Manejo nutricional se establecen 2 rangos de significancia, el a y b, en el rango a se ubica el manejo M1 (testigo sin adición de fuente nutricional) con una media de 78,57 Kg/hl, mientras el rango b lo comparten los manejos M3 (Químico) y M2 (Orgánico) con medias de 77,81 y 77,33 Kg/hl respectivamente.

Los resultados de la evaluación de esta variable concuerdan con los rangos descritos en la literatura de las variedades proporcionadas por el INIAP y que fueron evaluadas en este ensayo experimental, en donde se manifiesta que los valores de peso hectolítrico de estas variedades a excepción de la variedad identificada como INIAP-

Imbabura (de la cual todavía no hay información oficial al momento) oscilan entre los 75 y 79 Kg/hl. Cabe mencionar que la variedad INIAP-Imbabura de la cual manifestamos no tener información oficial, supera este rango con 80,1 kg/hl en los resultados de este ensayo.

Para (Hewstone, 1988) el peso hectolítrico máximo alcanzable por una variedad depende significativamente de las condiciones ambientales y otros factores externos no controlables especialmente desde el término del encañado e inicio del espigado (entre los 80 a 90 días desde la siembra), en este caso los registros de precipitación muestran una favorable disponibilidad de agua para esta fase (ver Gráfico 3) por lo que se corrobora estos resultados que podríamos catalogar como muy buenos en relación a los requerimientos de calidad para la comercialización.

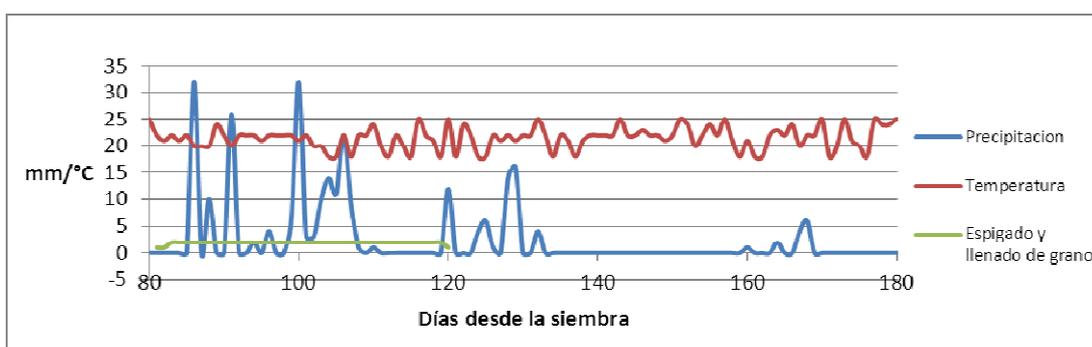


Gráfico 3. Diagrama del comportamiento climático en cuanto a precipitación y temperatura en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.

7.2.3. Peso de 1000 granos en gramos.

El análisis de varianza (Cuadro 1) para Peso de 1000 granos presenta alta significancia estadística para el factor Variedades mientras que para el factor manejo nutricional y la interacción Variable x Manejo (VxM) se muestra ninguna significancia estadística. El coeficiente de variación de 3,43% permite confiar en los resultados obtenidos ya que se mantiene en niveles aceptables para este tipo de evaluaciones.

Cuadro 21. Prueba de Tukey al 5% para el factor variedades en la variable Peso de 1000 granos en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.

Peso de 1000 granos					
**					
Variedades		Medias	rango de significancia		
INIAP-Vivar 2010	V5	48,44	a		
INIAP-Zhalao 2003	V4	47,72	a	b	
INIAP-Imbabura	V7	47,22	a	b	c
INIAP-Cojitambo 92	V2	47,17	a	b	c
Pisán (local)	V1	46,17	a	b	c
INIAP-Mirador 2010	V6	45,89		b	c
INIAP-San Jacinto 2010	V3	45,22			c

Fuente: La investigación
Elaborado por: el Autor

En la prueba de Tukey al 5%, (Cuadro 21) para el factor variedades en la variable peso de 1000 granos en gramos, se observan 3 rangos de significancia: a, b, c. En el rango a se ubica la variedad V5 (INIAP-Vivar 2010) con una media de 48,44 g mientras que en último lugar en el rango c se ubica la variedad V3 (INIAP-San Jacinto 2010) con una media de 45,22 gramos.

Desde el punto de vista de la producción de semillas, la variable Peso de 1000 granos es una característica utilizada para informar el tamaño y el peso de la semilla puesto que nos permite calcular dosis y densidades de semilla para la siembra mecanizada. (Velásquez, Monteros, & Tapia, 2008)

Para (Hewstone, 1988) el peso del grano es un importante componente del rendimiento pero muy dependiente de las condiciones ambientales en fase de llenado de grano. Estos resultados pueden estar relacionados a una mejor condición climática en la fase de llenado de grano corroborado con los datos de precipitación y temperaturas observados anteriormente en el Gráfico 3.

Cuadro 22. Promedios para el factor Manejo nutricional en la variable Peso de 1000 granos en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.

Peso de 1000 granos		
ns		
Manejos		Promedios (g)
Químico	M2	47,36
Orgánico	M3	46,74
Testigo	M1	46,40

Fuente: La investigación
Elaborado por: el Autor

A pesar de que el factor nutricional no tuvo significancia estadística, como se observa en el cuadro 22, los valores de medias para el factor manejo nutricional en la variable peso de 1000 granos expresado en gramos, tienen al manejo químico en primer lugar con una media de 47,36 g.

7.2.4. Porcentaje de Proteína

Cuadro 23. ADEVA para la variable Porcentaje de proteína en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.

F.V.	GL	CM
Total	20	
Variedades	6	0,3865 ns
Manejos	2	1,1586 ns
Error	12	0,3491
CV (%)	4,08	

Fuente: La investigación
Elaborado por: el Autor

El análisis estadístico Cuadro 23 para la variable Porcentaje de proteína nos indica que no hay significancia estadística para los factores variedades y manejos. El coeficiente de variación es de 4,08%

Cuadro 24. Promedios para el factor Variedades en la variable Porcentaje de proteína en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.

Porcentaje de proteína		
ns		
Variedades		Promedios
Pisán (local)	V1	14,97
INIAP-Vivar 2010	V5	14,70
INIAP-Zhalao 2003	V4	14,63
INIAP-Imbabura	V7	14,57
INIAP-San Jacinto 2010	V3	14,50
INIAP-Mirador 2010	V6	14,13
INIAP-Cojitambo 92	V2	13,90

Fuente: La investigación
Elaborado por: el Autor

Según (Peña, 1988) el contenido de proteína del grano de trigo suele variar entre 9 y 17% dependiendo de los factores genéticos y factores asociados con el cultivo. La práctica de efectuar aplicaciones divididas de urea en macollaje y espigado ha resultado ser muy eficiente en la acumulación de Nitrógeno en el grano.

Cuadro 25. Promedios para el factor Manejo nutricional en la variable Porcentaje de proteína en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.

Porcentaje de proteína		
ns		
Manejos		Promedios
Químico	M2	14,9
Testigo	M1	14,4
Orgánico	M3	14,1

Fuente: La investigación
Elaborado por: el Autor

Según estos resultados, todas las variedades obtienen un porcentaje de proteína similar y aceptable a los requerimientos de calidad de grano. El manejo con mejor incidencia en estos resultados es el Químico.

7.3. Análisis Económico

Para este análisis se utilizó la metodología del presupuesto parcial que es una herramienta de análisis económico para la investigación y desarrollo agropecuario a

partir de datos experimentales, permite comparar los costos y beneficios de los tratamientos considerados en el ensayo.

- **Análisis de Dominancia**

El Análisis de Dominancia (Cuadro 25) permitió identificar los tratamientos T4, T6 y T5, en ese orden, correspondientes a la variedad INIAP-Cojitambo 92 en sus respectivos manejos: Testigo (sin fuente nutricional), Orgánico y Químico, con los mejores Beneficios Netos (BN), a ser evaluados en el Análisis marginal.

Cuadro 26. Análisis de Dominancia de tratamientos en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional, a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo Cayambe 2013”

Tratamiento	TCV \$/ha	BN \$/ha	Dominancia
T1	85,20	430,03	✓
T4	132,00	574,02	✓
T7	132,00	573,77	D
T10	132,00	246,36	D
T13	132,00	453,29	D
T16	132,00	363,41	D
T19	132,00	287,74	D
T3	316,20	541,70	D
T6	363,00	783,40	✓
T9	363,00	448,88	D
T12	363,00	452,55	D
T15	363,00	654,34	D
T18	363,00	342,11	D
T21	363,00	661,69	D
T2	393,20	511,33	D
T5	440,00	903,89	✓
T8	440,00	820,38	D
T11	440,00	643,08	D
T14	440,00	685,44	D
T17	440,00	796,62	D
T20	440,00	873,76	D

- **Tasa de Retorno Marginal (TRM)**

El análisis marginal determinó que el T5 es el mejor tratamiento y corresponde a la variedad INIAP-Cojitambo 92 con el manejo Químico con una TRM de 133,60 %.

Cuadro 27. Análisis marginal para tratamientos no Dominados en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional, a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo Cayambe 2013”.

Tratamiento	TCV \$/ha	TCV marginal	BN \$/ha	BN marginal	TRM %
T1	85,2		430		
		354,8		473,9	133,6
T5	440		903,9		

Esto quiere decir que el agricultor en función del Total de costos que varían por cada dólar que invierta en el cultivo de la variedad V2 con el aporte de la nutrición química podría recibir el dólar que invirtió y ganaría 33,6 centavos de dólar.

7.4. Evaluación de variedades con la participación de agricultores.

Cuadro 28. Resultados a la evaluación de variedades con la participación de agricultores en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.

Características observadas por los agricultores	Calificación a Variedades							Valoración
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	
Uniformidad de parcela	3	5	3	3	3	3	4	5=excelente 4=muy bueno 3=normal 2= malo 1= muy malo
Altura de planta	3	4	4	4	4	4	4	
Tallos resistentes	4	4	4	4	4	4	4	
Tamaño de espiga	3	5	4	4	3	3	5	
Tamaño de grano	3	5	4	4	4	4	5	
Color de grano	4	4	4	4	4	4	3	
Uniformidad de madurez	2	4	3	3	3	3	3	
Total puntos	22	31	26	26	25	25	28	

Para los agricultores de la zona las características más importantes a la hora de evaluar las variedades de trigo fueron el tamaño de la espiga y el tamaño del grano, siendo las variedades INIAP-Cojitambo 92 y la variedad INIAP-Imbabura las que más aceptación tuvieron según los resultados de la encuesta.

8. CONCLUSIONES

- Las condiciones ambientales de precipitación desfavorables fueron un limitante en el desarrollo normal de las variedades cultivadas, situaciones de escasez y exceso de agua lluvia en el suelo de cultivo, afectaron los porcentajes de emergencia y el ahijamiento de las variedades evaluadas.
- A pesar de las circunstancias climáticas, estadísticamente existieron diferencias entre variedades, que pudieron expresar su mejor rendimiento de acuerdo a esas condiciones, por ejemplo el rendimiento más alto lo registró la variedad V2 (INIAP-Cojitambo 92) con una media de 2462,11 kg/ha
- Las pruebas de significancia para los manejos nutricionales en cada variable ponen al manejo nutricional químico como el de mejor respuesta a nivel general del ensayo y especialmente en lo que respecta a las características de calidad de las variedades, pues todas las variedades en estudio presentan valores en peso hectolítrico, peso de 1000 granos y porcentaje de proteína superiores a los registrados oficialmente por el INIAP, destacándose la variedad INIAP-Imbabura con 80,1 kg/hl, y un porcentaje de proteína de 14,5.
- Los manejos nutricionales orgánico y testigo (sin adición de fuente nutricional) siempre se mantuvieron en similar rango, y con resultados inferiores al manejo químico, lo que aducimos se debió al volumen de materia orgánica utilizada y al tiempo insuficiente de descomposición de la misma previo a la siembra.
- La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos utilizando la metodología del Presupuesto parcial determinó que la variedad INIAP-Cojitambo con el manejo nutricional químico es la mejor alternativa desde el punto de vista económico, debido a una mayor TRM (Tasa de Retorno Marginal) en este caso de 133,60%
- Para los agricultores de la zona los factores más importantes a la hora de evaluar las variedades de trigo fueron el tamaño y la conformación de la espiga, el llenado de la espiga, el tamaño y color del grano, siendo las variedades INIAP-Cojitambo 92 y la variedad INIAP-Imbabura las de mayor aceptación.

9. RECOMENDACIONES

- Ampliar la investigación referente a fuentes nutricionales para el cultivo de trigo, que permitan tener alternativas al manejo químico de la nutrición.
- Difundir entre los agricultores de la zona la variedad INIAP-Cojitambo 92 para que pueda ser cultivada bajo condiciones comerciales en los lotes de los productores y así validar los resultados de la presente investigación.
- Realizar estudios tendientes a determinar un mejor manejo agronómico aprovechando el potencial de rendimiento de las variedades estudiadas.
- Ampliar la investigación en cuanto a características de calidad se refiere, como es el caso de rendimiento en harina de las variedades evaluadas, volumen de pan, aptitud panadera, etc.
- Continuar con estudios en la zona de preferencia cultivando trigo bajo condiciones de riego, para mejorar los niveles de germinación y desarrollo en general de las plantas, que permitan mejorar los rendimientos actuales.

10. RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo verificar además del comportamiento agronómico de variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.), las características de calidad de los granos producidos en las condiciones agroclimáticas del cantón Cayambe parroquia de Juan Montalvo a 2890 m.s.n.m., con seis variedades proporcionadas por el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP y una variedad utilizada por los agricultores de la localidad con tres tipos de manejo de la nutrición. Para esto se implementó un ensayo en un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con arreglo factorial variedades x manejos (7x3) con 3 repeticiones. Las variedades evaluadas fueron INIAP-Cojitambo 92, INIAP-Zhalao 2003, INIAP-San Jacinto 2010, INAP-Vivar 2010, INIAP-Mirador 2010 e INIAP-Imbabura. Como testigo se utilizó la variedad recolectada de los agricultores de la localidad Pisán. Se evaluaron variables cuantitativas y cualitativas relacionadas con los componentes del rendimiento y de calidad de los granos.

La variedad con el mejor comportamiento agronómico fue INIAP-Cojitambo 92 debido a un mejor rendimiento promedio de 2,46 Tm/ha., en este ensayo, una mejor longitud de espiga (10,5cm), número de espiguillas por espiga (23,3 espiguillas/espiga) y número de granos por espiga (54,3). En cuanto al factor manejos nutricionales la fertilización química obtuvo los mejores resultados.

En la evaluación participativa con agricultores de la zona, las variedades de mayor aceptación fueron INIAP-Cojitambo 92 e INIAP-Imbabura principalmente por su tamaño de espiga y buena conformación de grano.

El análisis económico del presupuesto parcial, para la formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos determina que la variedad INIAP-Cojitambo 92 con el manejo nutricional químico es el mejor tratamiento para su recomendación debido básicamente a su mejor rendimiento.

11. SUMMARY

This research aimed to further verify the agronomic performance of wheat varieties (*Triticum aestivum* L.), the quality characteristics of the grain produced in the growing conditions of the canton Cayambe parish Juan Montalvo to 2890 msnm, with six varieties provided by the Autonomous National Agricultural Research Institute INIAP and a variety used by local farmers with three types of nutrition management. Design completely randomized (DBCA) was applied block factorial varieties x dealings (7x3) with 3 replications. The varieties were evaluated INIAP-Cojitambo 92, INIAP-Zhalao 2003, INIAP-San Jacinto 2010, INIAP-Vivar 2010, INIAP-Mirador 2010 and INIAP-Imbabura. As witness the variety collected from local farmers Pisán was used. Quantitative and qualitative variables related to yield components and grain quality were evaluated.

The variety with the best agronomic performance was INIAP-Cojitambo 92 due to a better average of 2.46 t / ha., In this test, better spike length (10.5 cm), number of spikelets per spike (23, 3 spikelets / spike) and number of grains per spike (54.3). As for the nutritional factor handling chemical fertilization obtained the best results.

In participatory evaluation with farmers in the area, the varieties were more accepting INIAP- Cojitambo 92 and INIAP-Imbabura mainly for its size and good conformation pin grain.

Economic analysis of the partial budget for the formulation of recommendations from agronomic data determines the INIAP-Cojitambo 92 chemical nutritional management is the best treatment for your recommendation basically due to its better performance.

12. BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, J. B., & otros. (2000). Uso de especies y cultivos infrautilizados en la mejora de la calidad en cereales. En A. De Ron, & M. Santalla, *Actas de Mejora Genética Vegetal* (pág. 85). Córdoba: Gráficas SOGAL-Pontevedra.
- Beltrán, J. (2008). *Biometría I, Módulo de Estudio*. UPS-Cayambe, Ecuador.
- Benítez, A. (2005). *Avances Recientes en Biotecnología vegetal e Ingeniería genética de plantas*. Barcelona-España: Editorial Reverté, S.A.
- Carrera. (2005). *Prontuario de Agricultura Cultivos Agrícolas*. Madrid: Editorial Mundi-Prensa.
- CIMMYT. (2011). *Análisis de riesgo para el trigo genéticamente modificado*. Recuperado el 2013, de Consulta Pública: <http://start.iminent.com/StartWeb/3082/homepage/#q=clasificacion%20trigos%20CIMMYT&p=3>
- CONCEJO PROVINCIAL DE PICHINCHA. (2002). *Plan general de desarrollo provincial 2002-2022 Tomo II (Vol. II)*. Quito, Ecuador: Editorial: AH.
- Cuarán, F., Otavalo, C., & Tafur, G. (2010). *Manual de Cultivos Andinos, Guía práctica para el cultivo de Cebada (Hordeum sp.), Trigo (Triticum sp.), Maíz (Zea mays), Haba (Vicia faba), Arveja (Pisum sativum) y Lenteja (Lens culinaris)*. Cayambe-Ayora: 58 p.
- Cubero, J. I. (2003). *Introducción a la mejora genética vegetal* (2da ed.). Madrid: Mundi-Prensa.
- García, A. (1997). Fertilización con N y Potencial de Rendimiento en Trigo. En M. Kohli, & D. Martino, *Explorando altos rendimientos de trigo* (págs. 209-248). Colonia, Uruguay: CIMMYT-INIA.
- Garófalo, J., Ponce, L., & Abad, S. (2011). *Guía del Cultivo de Trigo*. Boletín Divulgativo N° 411, INIAP-Ecuador, 20p.
- Gómez, H. (1997). *Estadística Experimental con Aplicaciones a las Ciencias Agrícolas*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Guerrero, A. (1999). *Cultivos Herbáceos Extensivos*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Hewstone, C. (1988). Los cambios genéticos y agronómicos que incrementan el rendimiento de trigo. En M. Kohli, & D. Martino, *Explorando altos rendimientos de trigo* (págs. 21-46). Colonia, Uruguay: Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur.
- Hirzel, J. (2004). Fertilización del Cultivo. En M. Mellado Z., *Boletín de Trigo 2004 Manejo Tecnológico* (págs. 49-75). Chillán: Trama Impresores S.A.

- Infoagro. (2000). *Infoagro Systems S.L. Toda la agricultura en internet*. Recuperado el 15 de Octubre de 2012, de Sitio web de Agricultura, El cultivo de trigo 1ª parte: <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/trigo.htm>
- INIAP. (2008). *Plan de Recuperacion y fomento del Cultivo de Trigo en Ecuador*. Recuperado el 1 de Octubre de 2012, de sitio web de www.iniap.ec: <http://www.google.com.ec/search?q=plan+fomento+trigo>
- Kass, D. (1995). *Fertilidad de Suelos*. Torrialba, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia, Disponible en <http://books.google.es/books?q=fertilidad+de+suelos>.
- Maldonado, I. (2004). Requerimientos de agua en la producción de trigo. En M. Mellado, *Boletín de trigo 2004 manejo tecnológico* (págs. 143-158). Chillán: Boletín INIA N° 114.
- Martino, D. (1997). Restricciones físicas del suelo para la expresión de altos rendimientos de trigo. En M. Kohli, & L. Martino, *Explorando altos rendimientos de trigo* (págs. 149-166). Colonia-Uruguay: CIMMYT-INIA.
- Mateo, J. (2005). *Prontuario de Agricultura Cultivos Agrícolas*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Matus, I., & Vega, A. (2004). Capítulo 1 Variedades. En M. Mellado Z., *Boletín de Trigo 2004 Manejo Tecnológico* (págs. 7-26). Chillán, Chile: Trama Impresores S.A.
- Mundstock, C. (1998). Relaciones entre el crecimiento y desarrollo para la determinación del rendimiento de trigo. En M. Kohli, & D. Martino, *Explorando altos rendimientos del trigo* (págs. 59-70). Colonia, Uruguay: CIMMYT-INIA.
- Orta, I., & Pisuña, L. (2012). *Evaluación agronómica de la eficiencia de uso del nitrógeno en el cultivo de trigo harinero (Triticum vulgare L.) variedades UEB Carnavaleiro e INIAP-Mirador con cinco niveles de fertilización nitrogenada en la Granja Laguacoto III cantón Guaranda-Bolívar*. Tesis, Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda 2012.
- Peña, R., Ortiz, J., & Sayre, K. (1988). Estrategias para mejorar o mantener la calidad panadera en trigo de alto potencial de rendimiento. En M. Kohli, & D. Martino, *Explorando altos rendimientos del trigo* (págs. 294-303). Colonia, Uruguay: CIMMYT-INIA.
- Prescott, J. P. (1986). *Enfermedades y plagas del Trigo: Una guía para su identificación en campo*. Mexico, D.F.: CIMMYT.
- Rawson, H., & Gomez, H. (2001). *Trigo Regado Manejo del Cultivo*. Roma: FAO.
- Riquelme, J. (2004). Sistemas de preparación de suelo para el establecimiento del trigo. En M. Mellado Z., *Boletín de trigo 2004/Manejo Tecnológico* (págs. 27-47). Chillán: Boletín INIA N°114.

- Rivadeneira, M., Ponce, L., & Abad, S. (2004). Liberación de nuevas variedades de Cebada y Trigo para áreas marginales en Ecuador, Como lo hicimos? *Conferencia internacional sobre mejoramiento genético* (págs. 1-2). disponible en www.preduza.org/miguel.htm.
- Romero, G. (1970). *El Cultivo de Trigo en el Ecuador, Boletín Divulgativo*. Quito: imprenta del INIAP.
- Slafer, G. (2012). Desarrollo del trigo: su papel en la caracterización fenotípica y en el mejoramiento de la adaptación del cultivo. En M. Reynolds, A. Pask, D. Mullan, & P. Chavez D., *Fitomejoramiento fisiológico I: Enfoques interdisciplinarios para mejorar la Adaptación del cultivo* (págs. 109-123). Mexico.
- Soto, F., Plana, R., & Hernández, N. (2009). Influencia de la temperatura en la duración de las fases fenológicas del trigo harinero y triticale y su relación con el rendimiento. *Cultivos Tropicales 2009, vol. 30*, 32-36.
- Velásquez, J., Monteros, A., & Tapia, C. (2008). *Semillas, Tecnología de Producción y Conservación*. Quito: editorial Chiriboga Quito-Ecuador.
- Zaruma, A., & Jarrín, A. (2011). *Caracterización morfoagronómica de 29 accesiones de trigo duro (Triticum turgidum L.) en las localidades de Laguacoto II y San Miguel, Provincia de Bolívar*. Guaranda: Tesis U.E.B. 2011.

13. ANEXOS

Anexo 1. Reporte de los resultados del Análisis de suelo agrícola para la implementación del ensayo en la investigación.

IDENTIFICACION USUARIO	UNIDAD	SUELO AGRICOLA	
CODIGO DE LABORATORIO		LS-12-923	
PARÁMETROS			
pH	NA	6,77	La
CONDUCTIVIDAD	dS/m	0,26	Nsa
TEXTURA	% ARENA	72	
	% LIMO	19	
	% ARCILLA	9	
CLASE TEXTURAL	NA	FRANCO ARENOSO	

MACROELEMENTOS	MATERIA ORGANICA	%	2,1	B
	NITRÓGENO TOTAL	%	0,1	B
	FOSFORO (ASIMILABLE)	ppm P	29,0	A
	POTASIO (ASIMILABLE)	cmol K/kg	0,11	B
	CALCIO (INTERCAMBIABLE)	cmol Ca/kg	5,62	M
	MAGNESIO (INTERCAMBIABLE)	cmol Mg/kg	2,34	A
CAPACIDAD INTERCAMBIO CATIONICO (C.I.C.)		cmol/kg	8,3	B
RELACION ENTRE BASES	Ca/Mg	NA	2,4	Ad
	Mg/K	NA	20,9	A
	Ca+Mg/K	NA	71,1	A

RECOMENDACIONES

La disponibilidad de nutrientes de la(s) muestra(s) analizada(s) se detalla(n) a continuación:

Nutriente	SUELO AGRICOLA
	LS-12-923
Nitrógeno (kg/ha N)	24,0
Fósforo (kg/ha P2O5)	66,4
Potasio (kg/ha K2O)	52,6

Métodos de Conversión:

ppm Ca^m cmol/kg*200,45

ppm Mg^m cmol/kg*121,55


Ing. Agr. Orlando Guadalupe
Técnico de Suelos y Agua


LABORATORIO
BIOAGROPE
SUELOS

Anexo 2. Reporte de resultados al análisis de compost para implementación del ensayo en la investigación.

INFORME DE RESULTADOS

Cantidad de muestras: 1
 Tipo de Cultivo: ...
 Fecha de ingreso: 03/12/2012 Fecha Emisión: 11/12/2012 N° de Informe: 324

Total de pag. 2

IDENTIFICACIÓN USUARIO		UNIDAD	COMPOST
CÓDIGO DE LABORATORIO			LS-12-924
PARÁMETROS			
pH		NA	7,94
CONDUCTIVIDAD		dS/m	16,44
MACROELEMENTOS	MATERIA ORGÁNICA	%	12,01
	NITRÓGENO TOTAL	%	0,60
	FÓSFORO (ASIMILABLE)	P ppm	127,54
	POTASIO (INTERCAMBIABLE)	% K	2,63
	CALCIO (INTERCAMBIABLE)	% Ca	0,36
	MAGNESIO (INTERCAMBIABLE)	% Mg	0,14
RELACIÓN C/N		NA	11,57

Método Análisis: Fósforo y Potasio: Olsen Modificado+EDTA; pH 1:1,25 H₂O; Pasta Saturada; Conductividad Eléctrica, Azufre; Mat.Orgánica:0.1-0.5 K₂Cr₂O₇ 0.8 N; Textura: Hidrómetro Bouyoucos.

Simbología: No Aplica (NA)

Nota Aclaratoria: Los resultados corresponden únicamente a las muestras entregadas por el cliente.


 Ing. Agr. Orlando Guaravisi
 Técnico de Suelos y Agua

RECOMENDACIONES

La disponibilidad de nutrientes de la(s) muestra(s) analizada(s) se detalla(n) a continuación:

Nutriente	COMPOST
	LS-12-924
Nitrógeno (kg/ha N)	135,1
Fósforo (kg/ha P ₂ O ₅)	292,1
Potasio (kg/ha K ₂ O)	1234,6

Métodos de Conversión:
 ppm Ca= cmol/kg*200,45
 ppm Mg= cmol/kg*121,55

Anexo 3. Resultados del conteo de granos presentes en 90 gr de semilla y prueba de germinación para la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional, a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo Cayambe 2012”

Variedades	Denominación	N° Semillas en 90gr.	% de germinación
V1	Pizán (Testigo)	2291	90,3
V2	INIAP-Cojitambo 92	1721	96,6
V3	INIAP-San Jacinto 2010	1830	92,3
V4	INIAP-Zhalao 2003	1731	69
V5	INIAP-Vivar 2010	1657	88,3
V6	INIAP-Mirador 2010	1794	89
V7	INIAP-Imbabura	2027	94,6

Anexo 4. Calculo de fertilización para el manejo nutricional orgánico en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”

Cultivo	N			P			K		
	kg/ha			kg/ha			kg/ha		
	alto	medio	bajo	alto	medio	bajo	alto	medio	bajo
trigo	20-60	60-80	80-100	0-40	40-60	60-90	20-30	30-40	40-60
Interpretación de rangos del contenido de nutrientes (suelos-Región Sierra)			B	A					B
Recomendación de fertilización			90	20					50
disponibilidad según análisis de suelo	24			66,4			52,6		
requerimiento	66 kg/ha de N								

Como podemos observar el cálculo de la cantidad de abono orgánico (compost) fue en base a los requerimientos de nitrógeno.

fuelle fertilizante (compost)	0,60% de N
relación C/N	11,57

0,6 kg de N 100 kg de compost

66 kg de N x = 11000 kg de compost

11000 kg/ha de compost equivale a 1,1 kg/m², entonces la cantidad de compost por parcela utilizada fue de 5,5 kg.

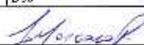
Anexo 5. Cálculos para la dosificación de los nutrientes en el manejo nutricional químico en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe 2012”.

Macro elementos		N	P2O5	K2O
		kg/ha	kg/ha	kg/ha
Recomendación Básica de Nutrientes para el Trigo según INIAP		80	60	40
Disponibilidad según análisis de suelo		24	66,4	52,6
Dosis aplicada de 18-46-0		54	138	
Sulpomag				22
Dosis aplicada en 65g/parcela		35,1	14,3	14,3
Suma fertilizantes aplicados + disponibilidad en suelo		59,1	80,7	66,9
Balance de nutrientes		20,9	-20,7	-26,9
Fertilización nitrogenada complementaria	Al macollaje	10,45	urea 46%	22,7
	Al espigado	10,45		22,7

Anexo 6. Resultados del Análisis contenido de nitrógeno total en granos de trigo de los ensayos, realizados en los laboratorios del INIAP

DATOS DEL PROPIETARIO				DATOS DE LA PROPIEDAD				PARA USO DEL LABORATORIO			
Nombre	: SERGIO PILATAXI PABLO MANANGÓN			Nombre	: SERGIO PILATAXI PABLO MANANGÓN			Cultivo	: TRIGO		
Dirección	: CAYAMBE MAYRA PILATAXI			Provincia	: PICHINCHA MAYRA PILATAXI			Fecha de Muestreo	: 05/08/2013		
Ciudad	: CAYAMBE, QUITO			Cantón	: CAYAMBE, QUITO			Fecha de Ingreso	: 19/08/2013		
Teléfono	:			Parroquia	: OLMEDO, JUAN MONTALVO, CONDOCO			Fecha de Salida	: 09/09/2013		
Fax	:			Ubicación	: TO						

N° Muestr. Laborat.	Identificación del Lote	Nitrógeno total (%)								Otros nutrientes (ppm)						
		N	P	K	Ca	Mg	S	M.O.	B	Zn	Cu	Fe	Mn	Mo	Na	
24955	A 22	2,73														
24956	A 23	2,66														
24957	A 24	2,56														
24958	A 25	2,73														
24959	A 26	2,55														
24960	A 27	2,58														
24961	A 28	2,51														
24962	B 29	2,58														
24963	D 30	2,39														
24964	B 31	2,54														
24965	H 32	2,41														
24966	D 33	2,66														
24967	B 34	2,49														
24968	H 35	2,61														
24969	C 36	2,56														
24970	C 37	2,27														
24971	C 38	2,53														
24972	C 39	2,57														
24973	C 40	2,53														
24974	C 41	2,37														
24975	C 42	2,55														
24976	A 43	2,60														
24977	A 44	2,72														
24978	A 45	2,41														
24979	A 46	2,03														
24980	A 47	2,94														
24981	A 48	2,94														
24982	A 49	2,49														
24983	B 50	2,57														

 RESPONSABLE LABORATORIO	 LABORATORISTA
---	---

Anexo 7. Cuestionario de Evaluación participativa de variedades de trigo con agricultores de la zona.

Evaluación participativa de 7 variedades de Trigo (*Triticum aestivum*) en la Parroquia Juan Montalvo-Cantón Cayambe.

Nombre del Agricultor/a: _____

Edad del agricultor/a: _____ Fecha: _____

Nombre de las variedades	PUNTAJE Y RAZONES	
	BUENO 3 	MALO 1 
V1		
V2		
V3		
V4		
V5		
V6		
V7		

- ¿Luego de haber evaluado las variedades, le gustaría sembrar alguna de ellas?
SI NO ¿Cuál de ellas? _____
- ¿Cree usted que se podría volver a sembrar trigo en esta zona?
SI NO ¿Por qué? _____
- ¿Qué cree usted que hace falta para volver a sembrar trigo en esta Parroquia?
.....
.....
- ¿Dispone usted de tierra para sembrar?
SI NO
- ¿Qué cantidad de tierra dispone? _____
- ¿Sabe si hay algún molino de granos cerca y en dónde?
.....
- A que destinaria su cosecha?
Consumo propio
Venta a tiendas de granos
Venta a molinos artesanales
.....

Muchas gracias

Anexo 8. Cuadros de resultados del análisis económico mediante la metodología del presupuesto parcial.

Anexo 8.1. Ordenamiento de Tratamientos alternativos en el ensayo de variedades y manejos nutricionales, para el cálculo del análisis económico, en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional, a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo Cayambe 2012”

Trat.	Semilla	densidad de siembra	Variedad	Manejo Nutricional
T1	agricultor	180 kg/ha	V1	Sin Fuente Nutricional
T2	agricultor	180 kg/ha	V1	Fertilizacion Quimica
T3	agricultor	180 kg/ha	V1	Fertilización Orgánica
T4	certificada	180 kg/ha	V2	Sin Fuente Nutricional
T5	certificada	180 kg/ha	V2	Fertilizacion Quimica
T6	certificada	180 kg/ha	V2	Fertilización Orgánica
T7	certificada	180 kg/ha	V3	Sin Fuente Nutricional
T8	certificada	180 kg/ha	V3	Fertilizacion Quimica
T9	certificada	180 kg/ha	V3	Fertilización Orgánica
T10	certificada	180 kg/ha	V4	Sin Fuente Nutricional
T11	certificada	180 kg/ha	V4	Fertilizacion Quimica
T12	certificada	180 kg/ha	V4	Fertilización Orgánica
T13	certificada	180 kg/ha	V5	Sin Fuente Nutricional
T14	certificada	180 kg/ha	V5	Fertilizacion Quimica
T15	certificada	180 kg/ha	V5	Fertilización Orgánica
T16	certificada	180 kg/ha	V6	Sin Fuente Nutricional
T17	certificada	180 kg/ha	V6	Fertilizacion Quimica
T18	certificada	180 kg/ha	V6	Fertilización Orgánica
T19	certificada	180 kg/ha	V7	Sin Fuente Nutricional
T20	certificada	180 kg/ha	V7	Fertilizacion Quimica
T21	certificada	180 kg/ha	V7	Fertilización Orgánica

Fuente: La investigación
Elaborado por: el Autor

Anexo 8.2. Costo de insumos en el ensayo de variedades y manejos nutricionales para el cálculo del análisis económico en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional, a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo Cayambe 2013”.

Precio Semilla agricultor:	0,44 \$/kg		a \$20 qq
Precio Semilla certificada:	0,70 \$/kg	incluye transp. Desde EESC.	
Precio fertilización Química:	47 \$/saco	18-46-00	3 sacos
	38 \$/saco	Sulpomag	1 saco
Precio fertilización Orgánica:	0,9 \$/saco	compost	200 sacos
Precio Urea:	39 \$/saco	urea	2 sacos
Jornal:	15 \$/día		
Flete insumos	12 \$/flete		
1 jornal aplica 2 sacos de fertilizante por día			

Fuente: La investigación
Elaborado por: el Autor

Anexo 9. Total de costos que varían en el ensayo de variedades y manejos nutricionales en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional, a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo Cayambe 2013”.

Costos que Varían (\$/ha)	Tratamientos																				
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21
Semilla agricultor	79,2	79,2	79,2																		
Semilla Certificada				126,0	126,0	126,0	126,0	126,0	126,0	126,0	126,0	126,0	126,0	126,0	126,0	126,0	126,0	126,0	126,0	126,0	126,0
Precio fertilización Química:																					
18-46-00		141,0			141,0			141,0			141,0			141,0			141,0			141,0	
Sulpomag		38,0			38,0			38,0			38,0			38,0			38,0			38,0	
Precio fertilización Orgánica:																					
Jornales aplicación 18-46-00+sulpomag		30,0			30,0			30,0			30,0			30,0			30,0			30,0	
Jornales aplicación compost			45,0			45,0			45,0			45,0			45,0			45,0			45,0
Urea		78,0			78,0			78,0			78,0			78,0			78,0			78,0	
Jornales aplicación Urea		15,0			15,0			15,0			15,0			15,0			15,0			15,0	
Flete insumos	6,0	12,0	12,0	6,0	12,0	12,0	6,0	12,0	12,0	6,0	12,0	12,0	6,0	12,0	12,0	6,0	12,0	12,0	6,0	12,0	12,0
Total Costos que Varían (\$/ha)	85,2	393,2	316,2	132,0	440,0	363,0	132,0	440,0	363,0	132,0	440,0	363,0	132,0	440,0	363,0	132,0	440,0	363,0	132,0	440,0	363,0

Fuente: La investigación
Elaborado por: el Autor

Anexo 10. Cálculo del rendimiento ajustado en la determinación del tratamiento alternativo en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional, a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo Cayambe 2013”.

Datos		Tratamientos																				
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21
Rendimiento Medio	(kg/ha)	1170,7	1392,0	1474,7	1562,7	2460,7	2132,7	1562,0	2233,3	1222,0	670,7	1750,7	1232,0	1234,0	1866,0	1781,3	989,3	2168,7	931,3	783,3	2378,7	1801,3
Ajuste de rendimiento	-0,05	-58,5	-69,6	-73,7	-78,1	-123,0	-106,6	-78,1	-111,7	-61,1	-33,5	-87,5	-61,6	-61,7	-93,3	-89,1	-49,5	-108,4	-46,6	-39,2	-118,9	-90,1
Rendimiento ajustado	(kg/ha)	1112,1	1322,4	1400,9	1484,5	2337,6	2026,0	1483,9	2121,7	1160,9	637,1	1663,1	1170,4	1172,3	1772,7	1692,3	939,9	2060,2	884,8	744,2	2259,7	1711,3

Fuente: La investigación
Elaborado por: el Autor

Anexo 11. Cálculo del beneficio bruto en la determinación del tratamiento alternativo en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional, a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo Cayambe 2012”.

Datos		Tratamientos																				
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21
Rendimiento Ajustado	kg/ha	1112,1	1322,4	1400,9	1484,5	2337,6	2026,0	1483,9	2121,7	1160,9	637,1	1663,1	1170,4	1172,3	1772,7	1692,3	939,9	2060,2	884,8	744,2	2259,7	1711,3
Precio de campo	\$/kg	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
Beneficio Bruto	\$/ha	430,0	511,3	541,7	574,0	903,9	783,4	573,8	820,4	448,9	246,4	643,1	452,6	453,3	685,4	654,3	363,4	796,6	342,1	287,7	873,8	661,7

Fuente: La investigación

Elaborado por: el Autor

Anexo 12. Cálculo del beneficio Neto en la determinación del tratamiento alternativo en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional, a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo Cayambe 2012”.

Datos		Tratamientos																				
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21
Beneficio Bruto	\$/ha	430,0	511,3	541,7	574,0	903,9	783,4	573,8	820,4	448,9	246,4	643,1	452,6	453,3	685,4	654,3	363,4	796,6	342,1	287,7	873,8	661,7
TCV	\$/ha	85,2	393,2	316,2	132,0	440,0	363,0	132,0	440,0	363,0	132,0	440,0	363,0	132,0	440,0	363,0	132,0	440,0	363,0	132,0	440,0	363,0
Beneficio Neto	\$/ha	344,8	118,1	225,5	442,0	463,9	420,4	441,8	380,4	85,9	114,4	203,1	89,6	321,3	245,4	291,3	231,4	356,6	-20,9	155,7	433,8	298,7

Fuente: La investigación

Elaborado por: el Autor

Anexo 13. Análisis marginal para tratamientos no dominados en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional, a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo Cayambe 2012”.

Tratamiento	TCV \$/ha	TCV marginal	BN \$/ha	BN marginal	TRM %
T1	85,2		430,03		
		46,8		143,99	307,68
T4	132		574,02		
		231		209,38	90,64
T6	363		783,40		
		77		120,49	156,47
T5	440		903,89		

Fuente: La investigación
Elaborado por: el Autor

Anexo 14. Análisis marginal para tratamientos no dominados que superaron el 100% de la TRM en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional, a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo Cayambe 2012”.

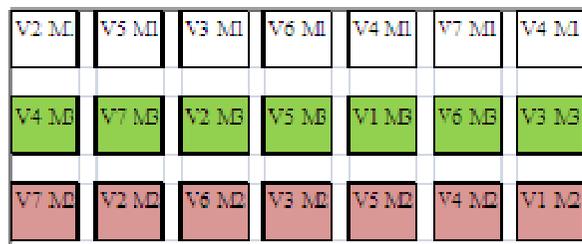
Tratamiento	TCV \$/ha	TCV marginal	BN \$/ha	BN marginal	TRM %
T4	132,00		574,02		
		308,00		329,87	107,10
T5	440,00		903,89		

Fuente: La investigación
Elaborado por: el Autor

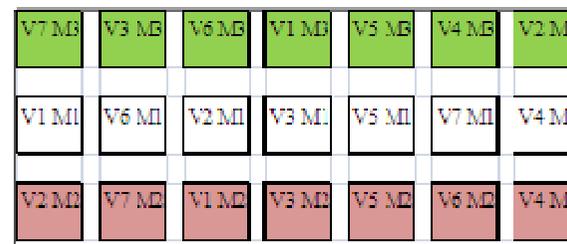
Anexo 15. Base de datos recopilados en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo Cayambe 2012”.

N° Rep.	Variedades	Manejos	Código	PE	NPM	NMP	NEM	LE	NE	NGE	AP	DC	RP	RPH	PHG	PGQ	PH	PMG	
1	1	Pisán (local)	testigo	V1M1	70	179	2	280	9	20	42	99	185	856	1689	12,1	4	78,2	48,0
2	1	INAP-Cojitambo 92	testigo	V2M1	85	211	2	454	12	26	62	85	175	2361	4598	11,6	2	75,8	49,5
3	1	INAP-San Jacinto 2010	testigo	V3M1	70	137	2	338	10	24	57	75	175	2015	3984	12,0	3	76,7	46,5
4	1	INAP-Zhaleo 2003	testigo	V4M1	30	79	1	87	9	23	42	59	175	505	990	11,8	2	77,2	48,0
5	1	INAP-Vivar 2010	testigo	V5M1	65	157	2	278	9	21	50	76	175	1420	2779	11,6	2	75,9	51,0
6	1	INAP-Mirador 2010	testigo	V6M1	60	108	2	203	9	22	51	68	175	1177	2308	12,1	2	77,6	47,5
7	1	INAP-Inhabura	testigo	V7M1	75	186	1	235	9	21	48	63	175	715	1410	12,7	1	78,5	49,5
8	2	Pisán (local)	testigo	V1M1	45	94	1	129	8	18	33	83	180	348	686	12,0	3	79,5	45,0
9	2	INAP-Cojitambo 92	testigo	V2M1	50	76	1	42	7	19	40	50	170	961	1876	12,2	1	77,0	42,0
10	2	INAP-San Jacinto 2010	testigo	V3M1	45	90	1	87	7	19	38	51	175	295	580	12,1	2	78,5	45,0
11	2	INAP-Zhaleo 2003	testigo	V4M1	35	98	1	102	7	18	38	51	175	234	463	12,7	1	80,5	46,0
12	2	INAP-Vivar 2010	testigo	V5M1	55	104	1	125	7	18	41	55	175	368	716	11,2	2	76,5	48,5
13	2	INAP-Mirador 2010	testigo	V6M1	35	57	1	43	8	20	38	50	175	120	236	12,1	1	80,0	43,0
14	2	INAP-Inhabura	testigo	V7M1	60	125	1	120	6	17	32	46	175	164	321	12,5	2	82,0	40,0
15	3	Pisán (local)	testigo	V1M1	70	183	2	280	8	14	31	85	180	731	1441	12,6	1	79,0	47,0
16	3	INAP-Cojitambo 92	testigo	V2M1	60	126	1	128	8	20	43	53	175	315	624	12,5	1	79,5	46,5
17	3	INAP-San Jacinto 2010	testigo	V3M1	50	100	1	130	6	15	30	44	175	246	483	11,9	2	79,0	44,5
18	3	INAP-Zhaleo 2003	testigo	V4M1	80	257	1	226	8	18	35	57	175	398	780	12,5	1	82,0	46,5
19	3	INAP-Vivar 2010	testigo	V5M1	35	96	1	110	7	15	45	54	175	397	774	11,3	1	76,5	49,5
20	3	INAP-Mirador 2010	testigo	V6M1	65	139	1	155	7	15	37	53	175	402	787	11,7	1	79,5	44,0
21	3	INAP-Inhabura	testigo	V7M1	50	145	1	161	7	15	30	49	175	410	810	12,8	1	80,5	47,0
22	1	Pisán (local)	químico	V1M2	50	124	3	320	10	19	39	110	180	990	1951	12,5	4	78,4	46,0
23	1	INAP-Cojitambo 92	químico	V2M2	65	146	2	262	13	28	63	84	170	1622	3185	12,0	1	76,4	48,5
24	1	INAP-San Jacinto 2010	químico	V3M2	60	133	2	311	10	23	55	80	175	2061	4029	11,6	3	76,3	46,0
25	1	INAP-Zhaleo 2003	químico	V4M2	35	73	2	166	11	23	54	70	175	1064	2098	12,3	1	78,3	48,5
26	1	INAP-Vivar 2010	químico	V5M2	60	123	2	276	9	21	48	74	175	1238	2416	11,0	4	74,4	46,5
27	1	INAP-Mirador 2010	químico	V6M2	50	121	2	238	11	21	54	81	175	1635	3218	12,3	2	78,1	49,0
28	1	INAP-Inhabura	químico	V7M2	50	119	3	375	11	23	50	84	175	2143	4203	12,1	2	79,7	49,5
29	2	Pisán (local)	químico	V1M2	45	79	2	142	9	19	37	88	180	500	982	12,2	3	78,6	45,5
30	2	INAP-Cojitambo 92	químico	V2M2	30	82	2	133	12	25	67	67	180	890	1746	11,0	3	76,9	47,5
31	2	INAP-San Jacinto 2010	químico	V3M2	35	47	2	97	10	21	62	64	175	639	1278	11,9	4	76,0	45,5
32	2	INAP-Zhaleo 2003	químico	V4M2	25	43	2	100	10	23	63	63	175	706	1385	12,4	1	78,8	47,5
33	2	INAP-Vivar 2010	químico	V5M2	40	67	2	113	9	20	56	63	175	618	1217	11,5	3	74,9	49,0
34	2	INAP-Mirador 2010	químico	V6M2	30	64	1	92	10	21	61	69	175	646	1275	12,3	3	77,5	47,5
35	2	INAP-Inhabura	químico	V7M2	40	97	2	147	10	22	54	66	175	783	1552	13,0	2	80,5	49,0
36	3	Pisán (local)	químico	V1M2	50	147	2	277	9	18	34	100	180	890	1736	11,4	5	79,2	46,0
37	3	INAP-Cojitambo 92	químico	V2M2	100	298	1	342	11	24	52	76	175	1624	3208	12,1	1	78,6	48,5
38	3	INAP-San Jacinto 2010	químico	V3M2	45	93	2	200	9	22	54	68	175	1052	2075	11,6	2	77,2	46,0
39	3	INAP-Zhaleo 2003	químico	V4M2	60	118	2	239	10	23	44	71	175	1126	2223	12,7	2	79,5	49,0
40	3	INAP-Vivar 2010	químico	V5M2	55	150	2	303	8	20	47	73	175	1314	2598	11,9	3	75,3	46,5
41	3	INAP-Mirador 2010	químico	V6M2	60	134	2	262	10	21	56	79	175	1293	2557	12,3	2	78,9	47,0
42	3	INAP-Inhabura	químico	V7M2	55	158	2	253	10	23	45	66	175	1026	2028	12,7	1	80,6	46,0
43	1	Pisán (local)	orgánico	V1M3	60	153	2	318	9	18	35	106	180	1025	2019	12,5	2	77,6	46,0
44	1	INAP-Cojitambo 92	orgánico	V2M3	65	160	2	264	12	25	55	76	175	1376	2728	12,4	2	76,8	48,0
45	1	INAP-San Jacinto 2010	orgánico	V3M3	55	172	1	244	9	23	50	71	175	1346	2636	12,0	2	75,7	44,0
46	1	INAP-Zhaleo 2003	orgánico	V4M3	55	133	2	233	11	24	62	70	175	1485	2886	11,4	1	77,5	50,0
47	1	INAP-Vivar 2010	orgánico	V5M3	55	105	2	249	9	20	48	74	175	1173	2288	11,6	1	74,8	48,0
48	1	INAP-Mirador 2010	orgánico	V6M3	50	127	1	186	10	21	51	77	175	949	1876	12,4	1	77,6	45,0
49	1	INAP-Inhabura	orgánico	V7M3	65	160	2	282	11	23	49	74	175	1476	2924	13,0	1	80,2	49,0
50	2	Pisán (local)	orgánico	V1M3	65	124	2	195	8	17	34	83	175	697	1359	12,0	1	78,0	46,0
51	2	INAP-Cojitambo 92	orgánico	V2M3	45	97	1	119	10	21	53	58	175	637	1250	11,8	1	76,0	46,0
52	2	INAP-San Jacinto 2010	orgánico	V3M3	40	70	1	70	9	18	51	56	175	403	782	11,2	3	75,0	44,0
53	2	INAP-Zhaleo 2003	orgánico	V4M3	40	83	1	109	9	18	46	57	175	503	992	12,2	1	78,3	47,0
54	2	INAP-Vivar 2010	orgánico	V5M3	60	123	2	188	8	17	47	62	175	866	1706	12,1	2	75,5	50,0
55	2	INAP-Mirador 2010	orgánico	V6M3	40	69	1	78	8	16	47	54	175	305	600	12,2	1	78,0	44,0
56	2	INAP-Inhabura	orgánico	V7M3	60	117	1	149	10	19	51	65	175	671	1319	12,1	1	78,3	47,0
57	3	Pisán (local)	orgánico	V1M3	70	162	2	314	8	15	31	95	175	728	1446	12,7	3	78,4	46,0
58	3	INAP-Cojitambo 92	orgánico	V2M3	75	194	2	297	10	22	54	76	175	1494	2944	12,1	1	78,3	48,0
59	3	INAP-San Jacinto 2010	orgánico	V3M3	45	67	1	82	8	17	46	54	175	426	825	10,8	2	75,0	45,5
60	3	INAP-Zhaleo 2003	orgánico	V4M3	30	65	1	64	7	18	30	54	170	192	378	12,1	1	79,5	47,0
61	3	INAP-Vivar 2010	orgánico	V5M3	85	211	1	286	8	16	46	69	175	1016	1997	12,1	3	75,3	46,5
62	3	INAP-Mirador 2010	orgánico	V6M3	40	63	1	72	8	18	47	55	170	282	553	12,1	3	77,5	46,5
63	3	INAP-Inhabura	orgánico	V7M3	100	274	1	340	7	18	39	62	170	748	1485	13,1	2	80,7	48,0
Promedios					54,44	125,27	1,57	198,41	9,03	20,03	46,51	69,05	175,32	890,41	1750,60	12,07	1,95	77,90	46,83

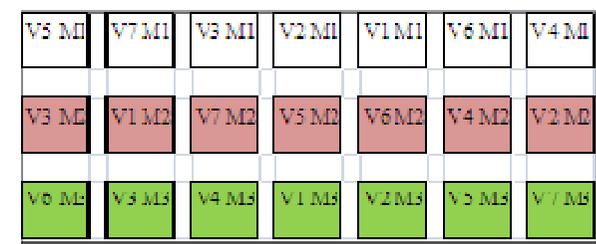
Anexo 16. Croquis de Ensayo



Repetición 1



Repetición 2

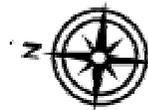


Repetición 3

M1 Sin Fuente Nutricional

M2 Nutrición Química

M3 Nutrición Orgánica



V1 Trigo Pizán

V2 Cojitambo

V3 San Jacinto

V4 Zhaleo

V5 Vivar

V6 Minador

V7 Imbabura



dirección de pendiente

1%

14. REGISTRO FOTOGRÁFICO



Fotografía 1. Preparación de suelo para la implementación del ensayo en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe-2012”.



Fotografía 2. Trazado de parcelas con cal agrícola en la implementación del ensayo en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe-2012”.



Fotografía 3. Proceso de siembra de parcelas experimentales en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe-2012”.



Fotografía 4. Estimación visual y valoración de parcelas para la variable Porcentaje de Emergencia en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe-2012”.



Fotografía 5. Prueba de germinación de las variedades utilizadas en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe-2012”.



Fotografía 6. Determinación de la variable Número de espiguillas/espiga en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe-2012”.



Fotografía 7. Determinación de la variable Longitud de espiga en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe-2012”.



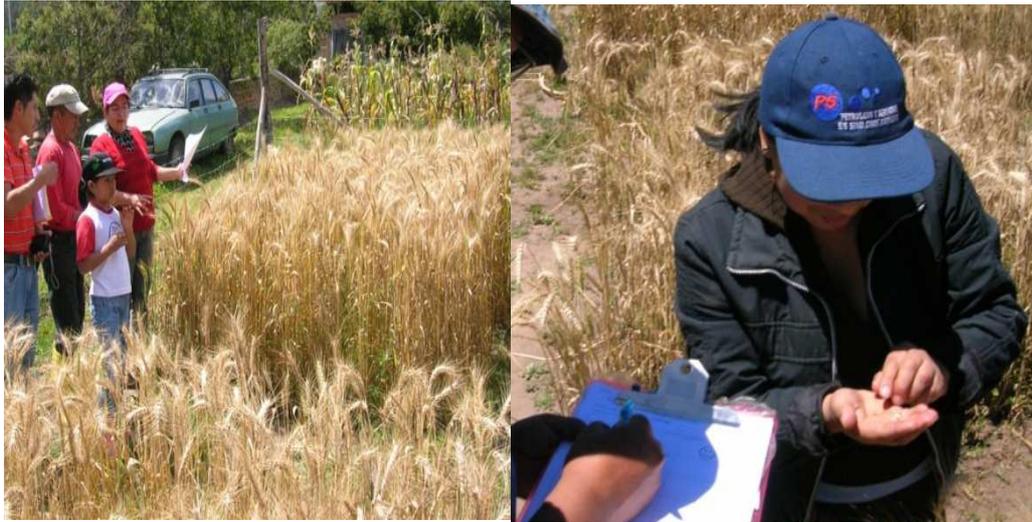
Fotografía 8. Determinación de la variable Altura de planta en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe-2012”.



Fotografía 9. Determinación de la variable Número de granos/espiga en la Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe-2012.



Fotografía 10. Instrumentos para medir precipitación (pluviómetro) y temperaturas máximas y mínimas diarias en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe-2012”.



Fotografía 11. Evaluación de variedades con la participación de agricultores de la zona para la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe-2012”.



Fotografía 12. Cosecha manual del ensayo en sacos etiquetados para trilla en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe-2012”.



Fotografía 13. Proceso de trillado con maquinaria de la estación experimental INIAP-Santa Catalina en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe-2012”.



Fotografía 14. Ventilador experimental para la limpieza de granos y bandejas de secado bajo invernadero en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe-2012”.



Fotografía 15. Determinación de humedad de granos en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe-2012”.



Fotografía 16. Contador de granos (semilla) electrónico utilizado para la determinación de la variable Peso de 1000 granos en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe-2012”.



Fotografía 17. Balanza hectolétrica, utilizada para la determinación de la variable Peso Hectolétrico en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe-2012”.



Fotografía 18. Balanza electrónica utilizada en la “Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe-2012”.