

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TESIS DE GRADO

**EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA Y FOLIAR EN EL CULTIVO
DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) EN LA LOCALIDAD DE OKINAWA DOS
(CETABOL) SANTA CRUZ DE LA SIERRA BOLIVIA**

PORFIRIO MOLLERICONA HUAYHUA

LA PAZ – BOLIVA

2013

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA Y FOLIAR EN EL CULTIVO
DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) EN LA LOCALIDAD DE OKINAWA DOS
(CETABOL) SANTA CRUZ DE LA SIERRA BOLIVIA**

Tesis de grado presentado como requisito
parcial para optar el Título de
Ingeniería Agronómica

PORFIRIO MOLLERICONA HUAYHUA

Asesores:

Ing. Eddy Ajhuacho Yugar

Ing. Romulo Torrez Elías

Ing. Msc. Yakov Arteaga García

Tribunal Examinador:

Ing.Ph.D. Humberto Sainz M.

Ing.Msc. Celia María Fernández Chávez

Ing. Freddy Porco Chiri

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador:

2013

**A mis padres, Gregorio y Felicidad por su
Permanente respaldo a lo largo de mi vida.
A mis hermanos Miguel, Carmelo, Esmeralda y Cristina
(Todos juntos), y al entorno de toda mi familia**

AGRADECIMIENTO

En primer lugar le doy las gracias a mi Señor Jesús de Nazaret, que gracias a su amor me levanto para culminar esta tesis y que de alguna manera colabore a campesino en su orientación.

Al profesional:

Ing. Eddy Ajhuacho Yugar Asesor de la tesis, por orientación, el tiempo dedicado, capacidad y por brindarme su grata amistad ante todo su gran voluntad hacia mi persona y por ende a la investigación y en especial al Ing. Hisaomi Nakamatsu por su paciencia y comprensión muchas gracias.

A todas las personas que me colaboraron y brindaron incondicionalmente en todo el trabajo realizado en la Tesis de Investigación.

Agradezco a mi tía, la señora Florencia Alejo de Flores que en los momentos más difíciles me dio su apoyo cuando más lo necesitaba.

.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo general.....	3
1.2 Objetivos específicos.....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Importancia del cultivo.....	4
2.2 El cultivo de trigo en Bolivia.....	5
2.3 Origen y Clasificación taxonómica.....	6
2.3.1 Morfología de la planta.....	6
2.3.2 Fases fenológicas.....	7
2.4 Requerimiento climático del cultivo.....	9
2.4.1 Clima.....	9
2.4.2 Temperatura.....	10
2.4.3 Precipitación.....	10
2.5 Requerimiento de suelo del cultivo.....	11
2.6 Densidad de siembra del cultivo.....	12
2.7 Fertilización del cultivo.....	13

2.7.1 Requerimiento de nutriente del cultivo.....	13
2.7.2 Nitrógeno.....	14
2.7.3 Función del nitrógeno en la planta.....	16
2.7.4 Síntomas de adecuada cantidad de nitrógeno en la planta.....	17
2.7.5 Síntomas de deficiencia nitrogenada en la planta.....	17
2.7.6 Urea.....	18
2.7.7 Manejo de la fertilización nitrogenada.....	19
2.7.8 Aspectos relevantes de la fertilización nitrogenada.....	19
2.7.9 Fertilizante foliar.....	20
2.7.10 Rendimiento en grano.....	22
3. MATERIALES Y METODOS.....	27
3.1 Ubicación geográfica.....	27
3.1.2. Características Climáticas.....	27
3.1.3. Características Edáficas.....	27
3.2 Materiales.....	29
3.2.1 Material vegetal.....	29
3.2.2 Fertilizante Químico.....	29

3.2.3 Fertilizante Foliar.....	29
3.2.4 Material de campo.....	29
3.2.5 Material de laboratorio.....	29
3.2.6 Maquinaria agrícola.....	30
3.3 Métodos.....	30
3.3.1 Análisis físicos - químicos de suelo.....	30
3.3.2 Preparación de la cama de siembra.....	30
3.3.3 Tratamiento fitosanitario de la semilla.....	30
3.3.4 Siembra.....	30
3.3.5 Aplicación de Fertilizante nitrogenado y Foliar.....	30
3.3.6 Labores culturales.....	31
3.3.6.1 Control de malezas.....	31
3.3.6.2 Control de insectos.....	31
3.3.6.3 Control de enfermedades.....	31
3.3.7 Cosecha.....	31
3.3.8 Diseño experimental.....	32
3.3.8.1 Modelo lineal aditivo.....	32

3.3.8.2 Factores de estudio.....	32
3.4 Variables de respuesta.....	34
3.4.1 Altura de planta.....	34
3.4.2 Número de macollos por plantas.....	34
3.4.3 Número de granos por espiga.....	34
3.4.4 Peso de 1000 semillas.....	34
3.4.5 Peso hectolitrico.....	34
3.4.6 Rendimiento final del cultivo.....	35
3.4.7 Análisis económico.....	35
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
4.1 Condiciones meteorológicas.....	36
4.2 Análisis Físico - Químico de suelo.....	37
4.2.1 Análisis Físico de suelo.....	37
4.2.2 Análisis Químico de suelo.....	38
4.3 VARIABLE DE RESPUESTA.....	40
4.3.1 Altura de planta.....	40
4.3.1.1 Altura de planta para la fertilización nitrogenada.....	41

4.3.2 Número de macollos por planta.....	43
4.3.2.1 Numero de macollos por planta para la fertilización.....	
Nitrogenada.....	44
4.3.3 Número de granos por espiga.....	45
4.3.3.1 Número de granos por espigas para la fertilización.....	
nitrogenada.....	46
4.3.4 Peso de 1000 granos en cultivo de trigo.....	48
4.3.4.1 Peso de 1000 granos de semilla para la fertilización	
nitrogenada.....	49
4.3.5 Peso hectolitrico.....	51
4.3.5.1 Peso hectolitrico con la fertilización nitrogenada.....	51
4.3.6 Rendimiento final del cultivo.....	53
4.3.6.1 Rendimiento de grano con fertilización nitrogenada... ..	54
4.3.7 Análisis de costos parciales para el cultivo de trigo.....	56
5. Conclusión.....	61
6. Recomendación.....	63
7. Bibliografía.....	64

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Bolivia: Superficie, Producción y Rendimiento	23
Figura 2.Santa Cruz: Superficie, Producción y Rendimiento.....	24
Figura 3. Plano de Ubicación del Área de Estudios.....	28
Figura 4. Datos climáticos registrados durante el ensayo en la localidad Okinawa – Il del departamento de Santa Cruz invierno 2009.....	36
Figura 5. Altura de planta con Fertilización nitrogenado en el cultivo de trigo (<i>Triticum aestivum L.</i>).....	41
Figura 6. Numero de macollos con Fertilización nitrogenada en el cultivo de trigo (<i>Triticum aestivum L.</i>).....	44
Figura 7. Numero de grano por espiga con fertilización nitrogenada en el cultivo de trigo (<i>Triticum aestivum L.</i>).	47
Figura 8. Peso de 1000 granos con Fertilización nitrogenada en el cultivo de trigo (<i>Triticum aestivum L.</i>).....	49
Figura 9. Peso hectolitrico con Fertilización Nitrogenada en el cultivo de trigo (<i>Triticum aestivum L.</i>).....	52
Figura 10. Rendimiento de grano con fertilización nitrogenada en el cultivo de trigo (<i>Triticum aestivum L.</i>).....	54

INDICE DE CUADRO

Cuadro 1. BOLIVIA: Superficie cultivada, Producción y Rendimiento.....	23
Cuadro 2.STA CRUZ: Superficie cultivada, Producción y Rendimiento.....	24
Cuadro 3. Rendimiento en diferentes departamentos.....	25
Cuadro 4. Formulación de Tratamientos.....	33
Cuadro 5. Resultados e interpretación del análisis físico de Suelos.....	38
Cuadro 6. Resultados e interpretación del análisis químico de Suelos.....	39
Cuadro 7. Análisis de varianza para la variable altura de planta (cm) en el cultivo de trigo.....	40
Cuadro 8. Análisis de varianza del número de macollos por Planta en el cultivo de trigo.....	43
Cuadro 9. Análisis de varianza del número de granos por espiga en el cultivo de trigo.....	46
Cuadro 10. Análisis de varianza de la variable peso de 1000 granos en el cultivo de trigo.....	48
Cuadro11. Análisis de varianza del Peso hectolitrico en el cultivo de trigo.	51

Cuadro 12. Realizado el análisis de varianza para el rendimiento de grano en el cultivo de trigo.....	53
Cuadro 13. Presupuesto parcial de análisis económico para el ensayo Fertilización Nitrogenada y Foliar en el cultivo de trigo (<i>Triticum aetivum</i>).....	57
Cuadro 14. Análisis de dominancia para el ensayo Fertilización Nitrogenada y Foliar en el cultivo de trigo (<i>Triticum aetivum</i> L.).....	58
Cuadro 15. Análisis marginal de costos variables para el ensayo Fertilización Nitrogenada y Foliar en el cultivo de trigo (<i>Triticum aetivum</i> L.).....	59

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Registro de Temperatura (°C), Precipitación (mm) y Humedad Relativa (%) durante el ciclo del cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.)

ANEXO 2. Descripción del perfil del suelo (horizonte)

ANEXO 3. Análisis de suelo

ANEXO 4. Prueba de Duncan al 5%, comparación de medias para altura de planta (cm) en el cultivo de trigo.

ANEXO 5. Prueba de Duncan al 5% comparación de medias para numero de macollos por planta.

ANEXO 6. Prueba de Duncan al 5% comparación de medias para numero de granos por espiga.

ANEXO 7. Prueba de Duncan al 5% comparación de medias para el peso de 1000 (g) granos de semillas de trigo.

ANEXO 8. Prueba de Duncan al 5% comparación de medias para el peso hectolítrico (Kg/Hl) granos de semillas de trigo.

ANEXO 9. Prueba de Duncan al 5% comparación de medias para el rendimiento en (kg/ha) de trigo.

ANEXO 10. Prueba de Duncan al 5% comparación de medias para altura de planta (cm) en trigo con fertilizante foliar.

ANEXO 11. Prueba de Duncan al 5% comparación de medias para numero de macollos por planta con fertilizante foliar.

ANEXO 12. Prueba de Duncan al 5% comparación de medias para numero de granó por espiga en trigo con fertilizante foliar.

ANEXO 13. Prueba de Duncan al 5% comparación de medias para peso de 1000 semillas en trigo con fertilizante foliar.

ANEXO 14. Prueba de Duncan al 5% comparación de medias para el peso hectolitrico en trigo con fertilizante foliar.

ANEXO 15. Prueba de Duncan al 5% comparación de medias para el rendimiento de grano en trigo con fertilizante foliar.

ANEXO 16. Croquis del experimento

ANEXO 17. Tratamiento de semilla en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.)

ANEXO 18. Distribución de los diferentes tratamientos en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.)

ANEXO 19. Altura de planta en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.)

ANEXO 20. Peso hectolitrico en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.)

ANEXO 21. Cosecha en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.)

1. INTRODUCCIÓN

El trigo (*Triticum aestivum* L.) es el cultivo de mayor importancia en el mundo con aproximadamente 209 millones de ha y una producción de 556 millones de toneladas en el año 2005 (García F. y A. Berardo, 2006).

El cultivo de trigo es el principal rubro de alimentos para fomentar su producción en el país, debido a su importancia para mejorar la seguridad alimentaria de la población boliviana y disminuir los niveles de dependencia de la importación de trigo, proveniente de países vecinos. Debido a su importancia social y económica, el trigo es uno de los cultivos potenciales para incrementar su producción en el Departamento de Santa Cruz, además constituye una de las principales alternativas de rotación de cultivos de invierno para los agricultores.

En Bolivia la superficie sembrada en la gestión de 2010 fue de 189.736 hectáreas con un promedio de 1.29 toneladas hectárea (CAO, 2012), sin embargo en Santa Cruz en la época de invierno 2010 la superficie sembrada fue de 107.221 hectárea con un promedio de 1.67 tonelada hectárea (ANAPO, 2010), en la zona de Okinawa en la campaña de invierno 2010 se sembraron 22.838 hectáreas obteniendo un rendimiento promedio de 2.26 toneladas hectárea (CAICO, 2010), lo que muestra que en la zona se siembra el 21.3% de la superficie total de Santa Cruz.

En Santa Cruz el 83% de la producción se destina al mercado, 9% al autoconsumo, 5% es para la transformación y 3% para semilla. De esta manera se refleja la orientación y prioridad del destino de la producción de trigo en estos dos espacios geográficos. En los Valles principalmente para el consumo y en el oriente para el mercado.

En el oriente boliviano, este cultivo fue desarrollado por agricultores menonitas a partir de los años 60 y los estudios de adaptación, fueron realizados en los años 70, por el Instituto Nacional del Trigo. Desde entonces hasta hoy, el cultivo de trigo fue creciendo espontáneamente.

A través de los años la práctica ha demostrado que Santa Cruz posee un potencial productivo para trigo bastante grande, después del cultivo de la soya de verano, sin mayores inversiones utilizando la misma maquinaria y el terreno que se deja en el invierno (ANAPO, 2010).

Los sistemas productivos agropecuarios de la región de Okinawa de Santa Cruz han evolucionado en los últimos años como consecuencia de una profunda transformación del sector. Entre otros cambios, se han difundido prácticas tendientes a incrementar la eficiencia productiva de los cultivos extensivos. Entre aquéllas, se destaca la de la fertilización mineral en el trigo (*Triticum aestivum L.*) a fin de incrementar los rendimientos en el cultivo de trigo (CETABOL, 2008).

Es por eso que la fertilización es una alternativa para elevar la producción, y brindar al cultivo la oportunidad de desarrollar todo su potencial ya que este puede proporcionar la rápida disponibilidad de los nutrientes necesarios para las plantas, cubriendo así el déficit nutricional existente en la zona.

Con el fin de hacer conocer a los productores de la zona sobre la importancia de de la aplicación de los fertilizantes, así permitiendo la factibilidad del rendimiento productivo del cultivo de trigo.

Por lo descrito, el presente trabajo fue dirigido a evaluar los factores referidos a la Fertilización Nitrogenado y Foliar en cultivo de trigo (*Triticum aestivum L.*), destinado a mejorar el rendimiento de este cultivo, permitiendo establecer una alternativa de uso que pueda responder al alcance del productor.

1.1. Objetivo general

Determinar el efecto de la fertilización nitrogenada y fertilizante foliar en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum L.*) en la localidad de Okinawa Dos Centro Tecnológico Agropecuario de Bolivia (CETABOL).

1.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum L.*) en la localidad de Okinawa - II.
- Estudiar los efectos del fertilizante foliar en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum L.*) en la localidad de Okinawa - II.
- Realizar un análisis económico en el ensayo.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Importancia del cultivo

El trigo (*Triticum*) es un cereal de la familia de las gramíneas cuyo centro de domesticación fue el actual Medio Oriente y que ocurrió a principios del Neolítico. A partir de este punto en el tiempo, el cultivo rápidamente se impuso en Europa, África y el Asia, usando como carta de presentación su valor nutritivo y sus cualidades asociadas a su alto contenido de gluten con relación a otros cereales (García, 2005).

Andrade (1999), afirma que el trigo es el cereal cultivado más importante del mundo, su importancia se deriva de las propiedades físicas y químicas del gluten, que permiten la producción de una hogaza de pan de buen volumen. Además de su uso para la fabricación del pan, se utiliza grandes cantidades de trigo para pastelería y sémolas.

Moreno y Plana (1997), indica que el cultivo de trigo es uno de los más importantes, pues este cereal, el arroz y el maíz constituyen la trinidad agrícola del mundo, además se constituye la base estratégica para la autosuficiencia económica de todos los países, es un componente indispensable en la dieta humana y también se emplea como alimento verde en la dieta animal en forma de forraje.

El trigo (*Triticum spp*) es el término que designa al conjunto de cereales, tanto cultivados como silvestres, que pertenecen al género *Triticum*; pero el trigo que se cultiva es de la variedad *triticum aestivum* son plantas anuales de la familia de las gramíneas. El trigo (de color amarillo) es uno de los tres granos más ampliamente producidos globalmente, junto al maíz y el arroz, y el más ampliamente consumido por el hombre en la civilización occidental desde la antigüedad. (ANAPO, 2008).

2.2. El cultivo de trigo en Bolivia

El Centro Internacional de mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT 1998), señala que el trigo en Bolivia se cultiva principalmente en dos grandes regiones, como las tierras altas de los andes y las llanuras en las tierras bajas. Los factores más importantes que determinan el rendimiento son la carencia de agua y la degradación donde los productores afrontan carencias de nutrientes en el suelo y problemas de maleza.

El trigo ha sido cultivado en Bolivia, desde las épocas coloniales, llegando a ser uno de los principales cultivo de pequeños productores de las áreas más secas y marginales de los valles bolivianos.

Desde esa época a la actual los productos derivados del trigo han asumido una gran importancia en la dieta de la población, consumiéndose anualmente alrededor de 65 kg. De trigo per cápita, siendo la demanda interna de este grano aproximadamente 650 mil toneladas/año, de lo cual la producción del país solo cubre un 25 %, siendo necesaria la importación de este producto para poder cubrir nuestra demanda interna.

El cultivo de trigo es el principal rubro de alimentos para fomentar su producción en el país, debido a su importancia para mejorar la seguridad alimentaria de la población boliviana y disminuir los niveles de dependencia de la importación de trigo, proveniente de países vecinos. Debido a su importancia social y económica, el trigo es uno de los cultivos potenciales para incrementar su producción.

PROTRIGO (2001), señala que en los últimos años se implemento el Programa Nacional de Investigación y Transferencia de Tecnología para el Cultivo de Trigo (PROTRIGO), Involucrando a los departamentos de Cochabamba, Santa Cruz, Chuquisaca, Potosí y Tarija, iniciando sus actividades en 1998.

2.3. Origen y Clasificación taxonómica

El trigo es originario de la región montañosa y árida del sudeste de Asia, era cultivado en Siria ya 5000 a.c. y fue muy importante en la alimentación del pueblo de Babilonia, ya hace unos 6000 años el trigo era conocido, cultivado y utilizado por los egipcios en la época de los faraones, de ahí su cultivo y consumo se extendió al resto del mundo antiguo. Hoy en día es la gramínea mas cultivada. El trigo tiene sus orígenes en la antigua Mesopotamia. Las más antiguas evidencias arqueológicas del cultivo de trigo vienen de Siria, Jordania, Turquía e Irak.

El trigo tiene la siguiente clasificación taxonómica (Robles, 1990)

- División :Magnoliophyta
- Clase :Liliopsida
- Subclase:Commelinidae
- Orden :Cyperales
- Familia :Poaceae
- Género :Triticum
- Especie: *Triticum aestivum* L.

2.3.1. Morfología de la planta

Raíz: el trigo posee una raíz de tipo fibrosa, suelen alcanzar más de un metro, situándose la mayoría de ellas en los primeros 25 cm. El crecimiento de las raíces comienza en el periodo de ahijado, estando todas ellas poco ramificadas, el desarrollo de las raíces se considera completo al final del "encañado".

Tallo: de tipo colmo o culmo, es hueco (caña), con 6 nudos. Su altura y solidez determinan la resistencia al encamado. El tallo del trigo es una caña hueca con 6 nudos que se alargan hacia la parte superior, es poco ramificado. 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.

Hojas: Las hojas del trigo tienen una forma linear lanceolada (alargadas, rectas y terminadas en punta) con vaina, lígula y aurículas bien definidas.

Inflorescencia: es una espiga compuesta de un tallo central de entrenudos cortos, llamado raquis, en cada uno de cuyos nudos se asienta una espiguilla. Cada espiguilla presenta nueve flores, de las cuales aborta la mayor parte, quedando dos, tres, cuatro y a veces hasta seis flores.

Flor: consta de un pistilo y tres estambres. Está protegida por dos brácteas verdes o glumillas, de la cual la exterior se prolonga en una arista en los trigos barbados.

Fruto: Los granos(frutos) son cariósides que presentan forma ovalada con sus extremos redondeados.

2.3.2. Fases fenológicas

Durante el ciclo vegetativo de las plantas a partir del nacimiento hasta su muerte, las plantas sufren continuas transformaciones de volumen, peso, forma y estructura.

Mariscal (1992) menciona que, la aparición, transformación o desaparición rápida de los órganos vegetales se llama fase. La germinación de las plantas pequeñas, el espigamiento del trigo, la maduración del trigo, etc., son verdaderas fases

fenológicas las mismas que están atribuidas al espacio de tiempo que requieran los vegetales para alcanzar la evolución de sus distintas fases vegetativas.

El mismo autor menciona que, para pasar de una fase a otra dentro del ciclo biológico, se requiere de cierta “energía”, que constituye la fuerza con que se produce la aparición de nuevos órganos, esta representada por el número de días que tardan en aparecer desde el primero hasta el último órgano de la fase. Entre estas fases se pueden distinguir:

Emergencia; no debe confundirse con germinación ya que es una fase oculta, en realidad es la aparición de los primeros tejidos de la planta sobre la superficie del suelo con una a dos hojas.

Macollamiento; cuando el 50% de las plantas han macollado, es decir tiene brotes o retoños; momento en que las yemas auxiliares que tiene las hojas se transforman en macollas. El primer macollo efectivo proviene de la yema auxiliar de la segunda hoja preformada en el embrión. Se ha establecido la conveniencia de anotar la fecha en que se produce en la planta la aparición de la cuarta hoja, por ser bien visible y coincidir con el macollamiento.

Encañado; consiste en la emergencia sobre la superficie, de brotes en la parte más alta, del fruto tallo porta espigas. Esta es la primera manifestación del proceso de floración, los cuales pueden ser observados directamente en el campo.

Embuchamiento; la espiga evidente envuelto dentro de la hoja superior formando la llamada hoja bandera.

Espigado; se aprecia cuando las espigas se libran de la última de las hojas envolventes y sobresale sobre la planta.

Floración; la floración implica la aparición de las anteras más allá de las espigas, después de que la fertilización ha sucedido dentro.

Grano lechoso; cuando los granos en las espigas se pueden aplastar con los dedos con liberación de fluido (líquido de color blanco).

Grano pastoso; cuando los granos se pueden aplastar entre los dedos y adquieren cierta maleabilidad. El contenido del ovario se solidifica.

Madurez fisiológica; cuando el grano ha perdido agua hasta el punto en que pueden partirse con los dedos y las plantas presentan pedúnculo de color amarillo.

2.4. Requerimiento climático del cultivo

2.4.1. Clima

Mariscal (1992), indica que el trigo se adapta a las más variadas condiciones climáticas, este cultivo se extiende desde las regiones montañosas ecuatoriales a las regiones subtropicales más allá del círculo Ártico con 20 °C y en Karteum (Sudan) con temperaturas medias de 31 °C.

Robles (1990), sostiene que el trigo, se produce en regiones templadas, frías y calidas desde 15 a 60 °C de latitud norte 27 a 40 °C de latitud sur, pero esto no quiere decir que no se puede cultivar en otras regiones que tiene una altura de 2500 a 3000 msnm.

2.4.2. Temperatura

Díaz (1998), menciona que todas las plantas requieren cierto grado de temperatura para que germine la semilla y se produzcan todos los procesos vegetativos y reproductivos hasta lograr la cosecha; la semilla puede germinar desde una temperatura de 0 °C como límite inferior y 40 °C como límite superior, la temperatura óptima es de 28 °C. Entre los 6 y 10 °C, el trigo tiene un desarrollo lento emitiendo hojas y brotes pequeños; lo que se traduce en un alto grado de ahijamiento o macollamiento, cuando la temperatura se eleva por encima de los 10 °C los brotes toman una dirección vertical para formar los tallos y posteriormente la floración. Durante la formación del grano se requiere de mayor temperatura; siendo ideal 18 °C, como temperatura media.

El trigo requiere una temperatura mínima de 3 °C y máxima de 30 a 33 °C, siendo una temperatura ideal para el crecimiento y desarrollo del cultivo de trigo está entre 10 y 25 °C (ANAPO, 2007).

Según Alpi (1991) indica que, la temperatura ejerce mucha influencia sobre el crecimiento y el metabolismo de la planta, y no hay tejido o proceso fisiológico que no esté influenciado. La respuesta a la temperatura es, además sustancialmente diferente según el proceso metabólico o el tejido considerado y un proceso fisiológico por ejemplo, la fotosíntesis o la respiración responde a la temperatura según modalidades diferentes de acuerdo con el estado de desarrollo de las plantas.

2.4.3. Precipitación

Aykard y Dought (1998), en relación a la precipitación, que el trigo prospera en zonas secas que reciben 250 - 500 mm de lluvia al año y en lugares húmedos donde las precipitaciones llegan a 500- 750 mm, aunque puede cultivarse en

zonas donde la precipitación pluvial alcanza o sobre pasa los 1000 mm o donde es menor a 250 mm.

Se ha demostrado en años secos que un trigo puede desarrollarse bien con 300 a 400 mm de lluvia, siempre que la distribución de esta lluvia sea escasa en invierno y abundante en primavera. El trigo es moderadamente tolerante a la sequía, logrando buenos rendimientos con precipitaciones bien distribuidas, especialmente durante su desarrollo vegetativo (CETABOL, 2006).

Según Alpi (1991), para el crecimiento de las plantas, el agua es la que se utiliza en mayor medida, que penetra en las plantas es retenida en los tejidos, la mayor parte pasa a la atmosfera por medio de la transpiración de las hojas. El agua interviene en la constitución del protoplasma; actúa como disolvente de los gases los iones minerales y otros solutos que penetran se desplazan por el interior de la planta; constituyen el ingrediente necesario para asegurar la turgencia de las células; representa el reactivo principal en muchos procesos fisiológicos fundamentales. Aumento de humedad puede producir cambios en el crecimiento de las plantas, en la incidencia de las enfermedades fúngicas.

2.5. Requerimiento de Suelo del cultivo

Berlijn (1996), señala que el cultivo de trigo requiere un suelo de perfil cultivable de hasta 30 cm, para su enraizamiento adecuado, así mismo los mejores resultados se obtienen con un pH alrededor de 7, pero existen variedades que tienen mejor comportamiento en suelos salinos, en suelos pesados, es decir arcillosos.

ANAPO (2008), El suelo es un recurso básico para la producción agrícola, por tanto, el mantenimiento y el mejoramiento de su fertilidad debe ser encarado por

el agricultor de manera consciente, mediante el uso de tecnologías conservacionistas, fundamentalmente, con el establecimiento de sistemas de cultivos en siembra directa sobre cobertura permanente de rastrojos, que conllevará en el mediano y largo plazo a un aumento de la productividad agrícola, de manera sustentable.

CIAT-ANAPO (2003), manifiesta que una buena disposición de suelo es de fundamental importancia para lograr los siguientes beneficios; un buen ambiente físico para el desarrollo normal de las raíces, buen control de las malezas, plagas y enfermedades, mejora de la infiltración y retención del agua de lluvia, presencia de rastrojos en el suelo, buena germinación de las semillas, resultados plantas vigorosas y una producción a costo favorable.

El trigo requiere algunas condiciones específicas de suelo para tener buenos rendimientos. Entre estas características se citan las siguientes:

- Suelos no compactados.
- Suelos sin limitaciones de nutrientes y con texturas que varían de mediana a ligeramente pesada (franco arenoso, franco limoso, franco arcillo arenoso y franco arcillo limoso).

2.6. Densidad de Siembra del cultivo

ANAPO - CIAT (2007), indica que para la siembra debe realizarse siempre después de una lluvia para aprovechar la humedad del suelo, para una buena siembra debe considerarse los aspectos como la siembra directa y época de siembra recomendada es el mes de mayo, para todas las zonas trigueras del departamento de Santa Cruz. Sin embargo la época óptima de siembra es del 10 al 20 de mayo, las densidades adecuadas con un espaciamiento de 12 a 20 cm entre surco, y una profundidad de 3 a 5 cm. siendo la densidad de 140 kg/ ha de semilla.

2.7 Fertilización del cultivo

La fertilización del cultivo de trigo, los nutrientes representan factores de producción fundamentales para todos los cultivos.

Darwich (2005) indica que, la fertilización tiene como objeto reponer al suelo los nutrientes que han sido extraídos por los cultivos a través de sus años de uso, la utilización de fertilizantes en las cantidades adecuadas dará el mayor retorno, pero sin disminuir la fertilidad del suelo, es un aspecto de gran importancia económica para el productor.

Para Conti (2000), la fertilización es indispensable para todo cultivo agrícola, pero es solo uno más entre los factores de producción; ésta solo puede cumplir su objetivo solo cuando se combina con un adecuado laboreo, siembra, cuidado del cultivo, empleo de semillas certificadas y otras medidas productivas y fitosanitarias.

Cuellar (1999), señala que la fertilización es la acción de aplicar abonos o fertilizantes al suelo, con los elementos nutritivos que son requeridos por el cultivo a implantar, una fertilización es un proceso de utilizar nutrientes minerales, su absorción total, activa y más pasiva y la utilización de estos nutrientes aporta a la planta a fin de subsidiar la deficiencia. CIAT - ANAPO (2003), también existen otros factores que reducen la respuesta a la fertilización como, la falta de humedad en invierno y la degradación física de los suelos (compactación).

2.7.1 Requerimiento de nutriente del cultivo

Rodríguez (2001) menciona que, los nutrientes se clasifican de acuerdo a la cantidad absorbida por las plantas, así se pueden clasificar en macronutrientes y micronutrientes, donde los macronutrientes primarios son el nitrógeno, fósforo y potasio, estos pueden absorberse en grandes cantidades sin efectos nocivos.

Migliorini (1994) La disponibilidad de macro nutrientes provenientes del suelo o de los fertilizantes aplicados al momento de la siembra afecta la condición nutricional de los cultivos. Sin embargo, este estado nutricional también puede ser mejorado por el agregado de macro o micro nutriente por vía foliar, en el momento en que el cultivo está definiendo su rendimiento.

El trigo es considerado como una especie exigente en Nitrógeno (N) y Fosforo (P), y habitualmente se debe recurrir a la fertilización para suplir la necesidad de estos nutrientes.

Rodríguez (2001) menciona que, los nutrientes se clasifican de acuerdo a la cantidad absorbida por las plantas, así se pueden clasificar en macronutrientes y micronutrientes, donde los macronutrientes primarios son el nitrógeno, fosforo y potasio, estos pueden absorberse en grandes cantidades sin efectos nocivos.

2.7.2 Nitrógeno

Gross (1991) señala que, el nitrógeno es un factor que determina los rendimientos por lo tanto es la base del abonado. La absorción tardía de nitrógeno retrasa la maduración al estimular el desarrollo vegetativo, la aplicación de nitrógeno en la época adecuada acelera el crecimiento desde el comienzo y aumenta la precocidad.

Así mismo se presentan dificultades por la aplicación de dosis más altas a los requerimientos necesarios para el cultivo. En los cereales tienen requerimiento de nitrógeno hasta su madurez y toda deficiencia en la nutrición nitrogenada durante su vegetación se traduce a una reducción de uno de los factores de rendimiento.

Bidwell (1993) menciona que, el nitrógeno es un elemento que se utiliza en la síntesis de proteína por ello se constituye un elemento esencial para el crecimiento de las plantas, siendo un compuesto que ingresa a la planta en forma de nitrato, responde de varias maneras a suministros altos y bajos de nitrógeno

Según Rodríguez (2001) en todas las plantas, el nitrógeno desempeña el papel de regulador en la asimilación del fósforo, potasio y otros elementos, aunque su función principal es la de estimular el crecimiento vegetativo. Su deficiencia se manifiesta con un crecimiento lento, tornándose las hojas amarillas, comenzándose a secar las puntas, este elemento se encuentra en mayores cantidades en las partes jóvenes de la planta. Da color verde característico especialmente en las hojas, este elemento es muy móvil en el suelo, en comparación con el fósforo y el potasio.

El nitrógeno según Visser (2001), ocupa uno de los primeros lugares entre los elementos nutritivos para las plantas; por esta razón el papel del nitrógeno y de los fertilizantes nitrogenados en el progreso de la agricultura moderna, es grande y decisivo. Al respecto Chilon (1997), señala que el nitrógeno es absorbido tanto en forma nítrica como en forma amoniacal siendo ambos metabolizados por la planta; sin embargo, es la forma nítrica la que es absorbida preferentemente.

La carencia de nitrógeno se manifiesta en las plantas con una disminución y parada del desarrollo y con el progresivo amarillamiento de los órganos verdes por insuficiente síntesis de clorofila y de proteínas. Un exceso de nitrógeno, determina un menor desarrollo de los tejidos colenquimáticos predisponiendo a las plantas a los ataques parasitarios (Alpi,1991).

Savoini (1995) indica que, el nitrógeno es un elemento muy soluble en su forma nítrica y amoniacal, por lo tanto es muy móvil en el suelo, teniendo como ventaja una fácil asimilación por parte de las plantas, siendo su inconveniente su fácil lavado por un exceso de agua en el suelo.

2.7.3. Función del nitrógeno en la planta

Terrazas (1997) indica que, los compuestos nitrogenados constituyen una parte importante del peso total de las plantas así una planta que tiene 1.6 por ciento de nitrógeno, posee el 10 por ciento de su peso en verde proveniente del aporte de componentes nitrogenados.

Por su parte Gonzales (2006) indica que, un planta adecuadamente provista de nitrógeno brota pronto, adquiere un gran desarrollo de hojas, tallos y toma un color verde oscuro debido a la abundancia de clorofila. Una buena vegetación hace prever una intensa actividad asimiladora es decir un crecimiento activo y una cosecha grande por ello el nitrógeno es el factor que determina los rendimientos por unidad.

Coinciden en señalar el papel del nitrógeno como esencial en la planta teniendo efectos rápidos y mayores sobre la planta, el color verde intenso en las gramíneas es un rasgo característico de la influencia del nitrógeno no solo para la construcción de la clorofila sino también para sus funciones de ahí que se denomina el motor vital de la planta (Chilon, 1997).

La mayor parte de las plantas, en efecto, recurren a su propia nutrición nitrogenada mediante la absorción de los iones nítricos y amoniacales presentes en el terreno que se derivan de la fijación no simbiótica del nitrógeno atmosférico y de la mineralización del nitrógeno orgánico por medio de microorganismo (Alpi, 1991).

2.7.4. Síntomas de adecuada cantidad de nitrógeno en la planta

Rodríguez (2001) indica que, el nitrógeno se encuentra en la planta cumpliendo importantes funciones bioquímicas y biológicas; cuando hay suficiente cantidad de nitrógeno se producen los siguientes efectos:

- Mayor cantidad de clorofila y mayor asimilación de síntesis de productos orgánicos.
- Existe un mayor vigor vegetativo; aumento en el volumen y peso debido a los alargamientos celulares y a la multiplicación celular.
- Color verde intenso de la masa foliar (mayor densidad y clorofila).
- Mayor producción de hojas, frutos y semillas.

2.7.5. Síntomas de deficiencia nitrogenada en la planta

La deficiencia de nitrógeno generalmente se manifiesta por el amarillamiento (clorosis) de la planta, desarrollo lento y escaso, secado y quemado de las hojas que comienza en la base de la planta y prosigue hacia arriba; en plantas, tales como el maíz, en cereales menores y en los pastos, el quemado empieza en el centro o a lo largo de la vena central (Rodríguez, 2001).

La deficiencia nutricional, de trigo en la etapa vegetativa se traduce en la reducción de los factores de rendimiento como ser: disminución en la densidad de la espiga, reducción del número de granos por espiga y menor tamaño de grano (Terrazas, 1997).

Bear (1996) coincide, con los anteriores autores al mencionar que las plantas son raquíticas con colores verde pálidos o amarillos en su follaje, marchitándose o muriéndose las hojas inferiores especialmente en condición de sequia. La carencia de nitrógeno se manifiesta en las plantas con una disminución y parada del desarrollo y con el progresivo amarillamiento de los órganos verdes por in suficiente síntesis de clorofila y de proteínas.

2.7.6. Urea

Gutiérrez y Scheiner (2006), indica que la absorción de urea que contiene 46% nitrógeno depende de su disponibilidad en forma asimilable, como consecuencia puede dar lugar a una absorción excesiva, debido a condiciones adversas; como puede ser: la prolongación de la fase vegetativa, retraso de la maduración, disminución de la resistencia al frío y al encamado y mayor sensibilidad a las enfermedades.

Los mayores rendimientos se logran cuando se aporta una mayor cantidad de nitrógeno al comienzo del macollado o durante el mismo y una mayor cantidad durante el crecimiento de los tallos. El aporte de nitrógeno demasiado temprano produce un exceso de espigas de reducido tamaño y estériles.

La urea es una fuente de fertilizante nitrogenado excelente, pero debe ser utilizada con las siguientes precauciones: se hidroliza rápidamente, es posible que cantidades apreciables de amoniaco se pierden por volatilización, si esta se aplica en superficies cálidas, descubiertas o suelos con gran cantidad de vegetación en la superficie. La incorporación en el suelo o aplicaciones en forma de banda de fertilizante de base pueden ayudar al control de este problema (Manual de fertilizante de suelos).

2.7.7. Manejo de la fertilización nitrogenada

Echeverría y García (2005), indica que la eficacia de los fertilizantes nitrogenados depende del método y del momento de aplicación. Cuando el Nitrógeno es incorporado, todos los fertilizantes nitrogenados presentan eficiencias de uso similares. Aplicaciones superficiales de urea o fertilizantes que lo contengan pueden resultar en reducciones significativas en la eficiencia de uso del Nitrógeno aplicado por la ocurrencia de pérdidas por volatilización de amoníaco.

Estos mismos autores plantearon que en caso de la fertilización nitrogenada, es importante incorporarla rápidamente al suelo, ya que si permanece destapada, se puede perder una parte cualquiera del fertilizante nitrogenado sobre todo la urea; es conveniente que se aplique en dos etapas, uno al momento de macollamiento y la otra mitad durante la fase de embuche.

Para Picone (2006) menciona que, serían más recomendables las aplicaciones fraccionadas, donde se garantice una gran parte de la necesidad total de nitrógeno a la siembra (70 a 80 %), regulando luego la cantidad de nitrógeno restante en función de la evolución de la campaña y de las posibilidades ofrecidas por las condiciones climáticas. Una recomendación intermedia en este sentido es fraccionar en dos veces, pero aplicando en lugar de la siembra la mayor proporción del Nitrógeno y en estadios.

2.7.8. Aspectos relevantes de la fertilización nitrogenada

Para Conti (2000), entre los factores que determinan la respuesta a los fertilizantes tenemos los siguientes:

Factores climáticos, entre los cuales merecen destacarse a la lluvia y la temperatura, estos influyen en la respuesta a la fertilización y constituyen variables fundamentales, inciden negativamente en la respuesta al fertilizante.

También los sistemas de labranza influyen en la respuesta al fertilizante, estas son mayores a medida que más conservacionista es el sistema de labranza.

Así mismo las variedades de mayor potencial de rendimiento manifiestan mejor la respuesta a la fertilización, y se la relaciona significativamente con la población de plantas, ya que la respuesta a la fertilización con bajo número de plantas es menor que con una población óptima.

Sin embargo Darwich (1989), dice que la competencia de las malezas es un factor determinante para la eficiencia de la fertilización, ya que demostraron que hay una fuerte interacción entre el control de malezas y la respuesta al fertilizante nutrientes.

García y Berardo (2006) indica que, la época de aplicación de un fertilizante y la elección de la forma de abonado, vendrán determinados por el sistema de cultivo y por la necesidad de evitar pérdidas de nutrientes para maximizar la absorción de estos por el cultivo. La extracción de nutrientes, en cuanto a su época y cantidad, depende de la variedad, la fecha de siembra y la rotación, así como de factores externos como el suelo y las condiciones climáticas.

La fertilización debe hacerse después de considerar la información disponible en cuanto clima y a suelo, así como las técnicas de cultivo y debe establecerse una tecnología o manejo alternativo en la aplicación del abono, que pudiera minimizar las pérdidas de nutrientes bajo condiciones adversas.

2.7.9 Fertilizante foliar

Según Laca (1998) dice que, las aplicaciones foliares involucran el uso de líquidos solubles en pulverizaciones sobre el follaje. Los nutrientes se absorben rápidamente de manera que la deficiencia nutricional puede ser corregida inmediatamente. La fertilización foliar no permite aplicar grandes

cantidades de nutrientes, por lo tanto se la considera suplementaria dentro del programa de fertilización.

El uso más común se da para la aplicación de micronutrientes que son requeridos en bajas cantidades y en momentos específicos del desarrollo de los cultivos, y que presentan problemas de fijación en aplicaciones al suelo (por ejemplo Fe y Mn). La fertilización foliar permite una aplicación uniforme y la combinación de nutrientes con la de otros agroquímicos.

Las aplicaciones foliares son muy utilizados en diferentes cultivos, en trigo la fertilización foliar permite incrementar los contenidos de proteína en grano (Regis y García, 1995).

Domínguez (2003) y Ajhuacho (1997). La fertilización foliar consiste en la aplicación de nutrientes solubles en agua directamente a la porción aérea de las plantas. Los nutrientes deben penetrar la cutícula de la hoja a través de las estomas y luego entrar en las células.

Este método proporciona una más rápida utilización de los nutrientes y permite la corrección de deficiencias observadas en menos tiempo del que sería requerido por el cultivo; sin embargo la respuesta es a menudo solamente temporal. Álvarez (2000) señala que, los fertilizantes foliares son mezclas de nutrientes requeridas para incrementar la producción de los cultivos o para mantener niveles adecuados de nutrientes en las plantas sujetas a condiciones desfavorables: sequias, heladas, inundaciones excesivas; formulados con las formas más convenientes de los elementos principales para una rápida y eficaz absorción por las plantas. Además de contener elementos básicos (nitrógeno, potasio y fosforo) también tienen elementos menores.

Los fertilizantes foliares son aplicados sobre las hojas mediante aspersores, estos al entrar en contacto con las hojas, penetran a la planta gracias a la presión osmótica, pero en este proceso, al parecer sencillo existen una serie de barreras naturales que impiden que el fertilizante llegue al interior de la planta en su totalidad (Pardo, 2006).

El fertilizante foliar contiene, en su formulación Macro y Micro nutrientes y alta concentración de aminoácidos esenciales para las plantas. Los aminoácidos poseen un tamaño suficientemente pequeño para que sean absorbidos y son activadores del metabolismo de las plantas.

La fertilización foliar consiste en la aplicación de una solución nutritiva al follaje de las plantas, con el fin de complementar la fertilización realizada al suelo, o bien, para corregir deficiencias específicas en el mismo período de desarrollo del cultivo. Esta técnica, ha tomado actualmente mayor relevancia, por las altas exigencias tecnológicas de los cultivos, lo cual implica un óptimo manejo y control de la variable nutricional (Laca, 1998).

2.7.10 Rendimiento en grano

El rendimiento del cultivo de trigo en una región determinada es la resultante de la interacción entre factores nutricionales, ecológicos, tecnológicos y genéticos. La potencialidad del cultivo de trigo difiere entre distintas regiones productivas debido a factores fundamentales climáticos, sin embargo en muchos casos, los rendimientos potenciales del cultivo no se alcanzan debido a la oferta reducida de recursos. La nutrición del cultivo y su manejo a través de la fertilización, constituye uno de los principales recursos que limitan la producción de trigo en muchas regiones (Bragachini y Peiretti, 2007).

CIAT (1998), indica que el rendimiento en grano tiene mucha importancia ya que determina los ingresos totales del productor. En el rendimiento influyen

todas las condiciones ambientales que afecten al crecimiento de la planta así como la herencia de la misma. La capacidad intrínseca de rendimiento puede quedar expresada por características morfológicas de la planta, como el macollamiento, la longitud y densidad de espiga, el número de granos por espiguilla o el tamaño del grano, sin embargo, ninguno de estos componentes físicos puede considerarse como índice de rendimiento. El rendimiento de una variedad se mide en kg o en hectolitro por ha.

Cuadro 1. BOLIVIA: SUPERFICIE CULTIVADA, PRODUCCION Y RENDIMIENTO

Año	2006	2007	2008	2009	2010
Superficie ha	139,769	134,795	156,670	176,458	189,736
Producción ton/ha	162,72	161,553	201,508	255,356	245,367
Rdto ton/ha	1.16	1.19	1.28	1.44	1.29

Fuente: Asociación de Productores de oleaginosas y Trigo-ANAPO

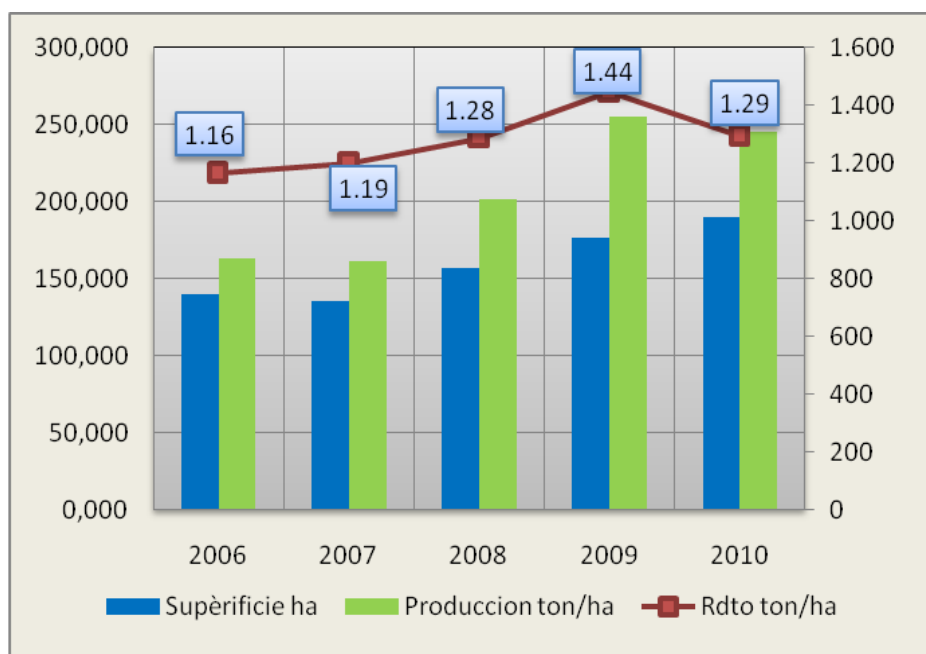


Figura 1. Bolivia: Superficie, Producción y Rendimiento

En Bolivia la superficie sembrada en la en la gestión de 2010 fue de 189. 736 hectáreas con un rendimiento promedio de 1.29 toneladas hectárea (CAO, 2011), sin embargo en Santa Cruz en la época de de invierno de 2010 la superficie sembrada fue de 107.221 hectárea con un promedio de 1.7 tonelada hectárea.

Cuadro 2. SANTA CRUZ: SUPERFICIE CULTIVADA, PRODUCCION Y RENDIMIENTO

Año	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Superficie has	44	58,7	55,2	74	92,25	107,221
Producción ton	76,12	100,81	102,74	140,6	192,887	179,179
Rdto ton/ha	1,73	1,72	1,86	1,9	2,09	1,67

Fuente: Asociación de Productores de oleaginosas y Trigo-ANAPO

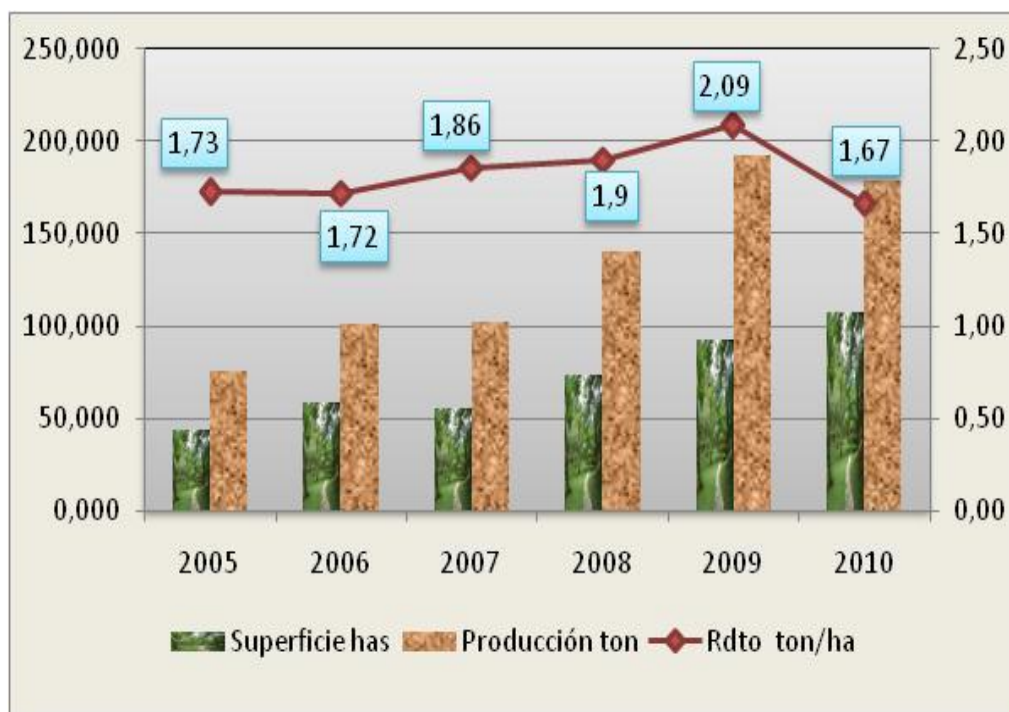


Figura 2. Santa Cruz: Superficie, Producción y Rendimiento

De acuerdo al Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT, 2011) se menciona que, en términos de rendimiento de trigo, están los siguientes principales departamentos, son Santa Cruz (1.7 tn/ha), Chuquisaca (0.8 tn/ha), La Paz (0.7 tn/ha), Oruro (0.3 tn/ha) Potosí (0.7 tn/ha), Tarija (0.9 tn/ha) y Cochabamba (0.8 tn/ha).

En la región occidental, los rendimientos no superan los 900 kg/ha, mismos que pueden ser explicados por el estrés hídrico, el bajo contenido de materia orgánica y de fósforo asimilable en el suelo, (PROTRIGO, 2001), baja densidad de plantas. Entre las variedades de trigo de mayor difusión en Tierras Altas tenemos a las siguientes: Australiana, Florentino, Chajilla, Astillano, Chinoli 70, Saguayo y la Totorá 80.

Cuadro 3. Rendimiento en diferentes departamentos

Departamento	Rendimiento Ton/ha
Chuquisaca	813,44
La Paz	705,35
Cochabamba	899,52
Oruro	310,85
Potosí	748,73
Tarija	983,4
Santa Cruz	1,67

Fuente: Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT)

En el oriente boliviano, el cultivo de trigo fue desarrollado por agricultores menonitas a partir de los años 60 y los estudios de adaptación, fueron realizados en los años 70 por el Instituto Nacional del Trigo. Desde entonces hasta 1989 el cultivo de trigo creció espontáneamente. Desde años anteriores hasta hoy en día el departamento de Santa Cruz, ubicado en el oriente de Bolivia, se destacó como la zona de mayor producción de trigo con mayores

superficies de siembra de 107.221 hectáreas, con una producción de 179.179 de cultivo y con un rendimiento de 1.67 toneladas hectárea (ANAPO, 2011).

El rendimiento de trigo en la región oriental es aproximadamente dos veces mayor que el promedio del propio de la región occidental. Esta condición puede ser explicada, en adición a las diferencias en fertilidad de los suelos, por una mayor inversión en infraestructura, tecnologías mejoradas, asistencia técnica dirigida a los productores desde ANAPO (Asociación de Productores de Oleaginosas y Trigo), en el uso de semilla certificada y de productos fitosanitarios para el control de plagas y enfermedades.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación geográfica

El presente ensayo se llevó a cabo en el Centro Tecnológico Agropecuario de Bolivia de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (CETABOL-JICA). El mismo que se encuentra situado a una distancia de 95 Km de la ciudad de Santa Cruz en la provincia Warnes, cantón los chacos del Departamento de Santa Cruz, a una altitud de 280 m.s.n.m. y su ubicación geográfica es 17°20' latitud sur y 62°54' longitud oeste (Figura 3).

3.1.2. Características Climáticas

La zona presenta una precipitación promedio de 1293.9 mm por año, con una precipitación mínima de 47 mm en el mes de julio y una máxima de 118 mm en el mes de enero (CETABOL – JICA, 2004).

La temperatura media anual es de 23.8 °C con una mínima media anual de 18.7 °C y una máxima media anual de 19.6 °C y una humedad relativa anual de 74.7% (CETABOL – JICA, 2004).

3.1.3. Características Edáficas

Los suelos de Okinawa – II son de textura predominante franco arenosos. Estos suelos son de pH neutro a alcalino, que influyen significativamente en las propiedades de estos suelos, ya que tienden a acumular sales de magnesio y sodio; como también influye en la concentración de fósforo, geológicamente corresponde a la llanura de formación aluvial por el depósito de sedimentos del subandino transportados por los principales ríos (CETABOL, 2002).

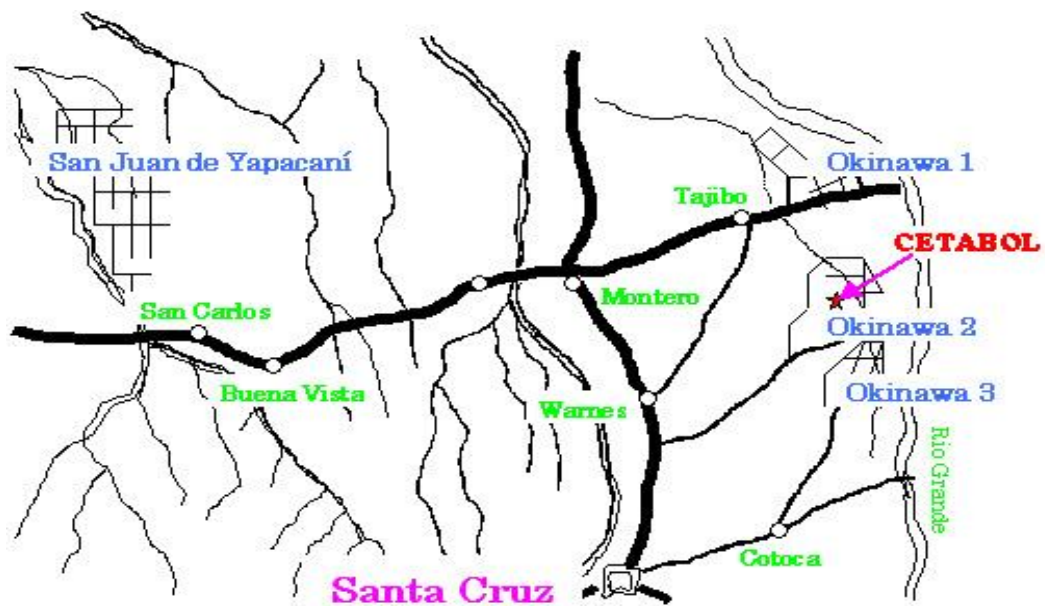
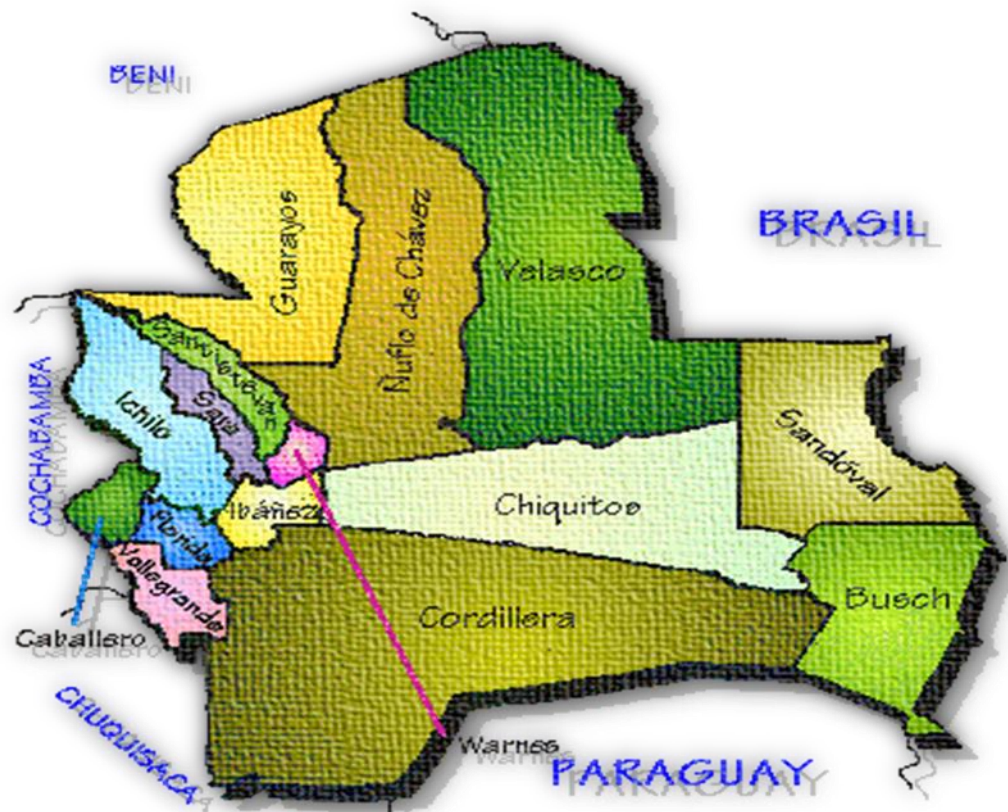


Figura 3. Ubicación geográfica del trabajo de investigación en el Departamento de Santa Cruz.

3.2 Materiales

3.2.1 Material vegetal

El material utilizado en la siembra fue semilla certificada de trigo de la variedad Paragua.

3.2.2 Fertilizante Químico

- Urea

3.2.3 Fertilizante Foliar

- Absolut (5 lt/ha)

3.2.4 Material de campo

- Equipo de aspersion (Mochila)
- Balanza de 5 kg
- Balanza de 1 Kg
- Regla métrica de 1, 50 m.
- Picota
- Pala
- Azadon
- Combo
- Letreros
- Estacas
- Pitas
- Cinta métrica de 50 m.
- Máquina fotográfica y otros.

3.2.5 Material de laboratorio

- Balanza de precisión
- Medidor portátil de humedad.
- Contador de semillas

3.2.6 Maquinaria agrícola

Sembradora tractor de 90 HP

3.3 Métodos

3.3.1 Análisis físicos - químicos de suelo

Se realizó un muestreo de suelo, tomando muestras dentro del área de ensayo siguiendo un diseño de campo en zigzag. El muestreo se efectuó a una profundidad 20 cm, para luego obtener una sola muestra homogénea, para su respectivo análisis en el Laboratorio de Suelos de CETABOL.

3.3.2 Preparación de la cama de siembra

Para la preparación de la cama de siembra se realizo aplicaciones de mezclas de herbicidas (Fluroxipir + 2-4D a una dosis de 0.3 lt /ha).

3.3.3 Tratamiento fitosanitario de la semilla

El tratamiento de semilla se realizo 24 horas antes de la siembra de trigo, con fungicidas (Vitavax a una dosis de 200 ml /100 kg de semilla) que tiene como objetivo general, controlar enfermedades cuyos agentes causales se encuentran asociados a las semillas o presentes en el suelo.

3.3.4 Siembra

La siembra se realizó en la campaña de invierno el 12 de Mayo bajo siembra directa con una maquinaria agrícola para siembra de grano a una densidad de 140 Kg/ha, a una distancia entre surco de 20 cm.

3.3.5 Aplicación de Fertilizante nitrogenado y Foliar

Para la aplicación de fertilizante nitrogenado se utilizó la urea donde, se fertilizo al voleo en Cobertura, en época de macollamiento y embuche, y así mismo se

procedió a la aplicación del fertilizante foliar en los tratamientos establecidos con un equipo aspersadora de precisión.

3.3.6 Labores culturales

Durante el desarrollo del ensayo se realizó las labores culturales que son recomendadas para el manejo de cultivo de trigo.

3.3.6.1 Control de malezas

Para el control de malezas se utilizó una fumigadora de 600 litros marca jacto con una barra de 12 m con 24 boquillas (Turba Teejet), mediante el uso de herbicidas (Fluroxipir + 2-4D a una dosis de 0.3 lt /ha).

3.3.6.2 Control de insectos

El control de insectos se realizó bajo el criterio de evitar daños que pudieran afectar al desarrollo del cultivo y su rendimiento. Para tal efecto se llevó a cabo el control de insecto masticador del follaje y raspadores de hoja, se aplicó (Cypermctrina con dosis de 200 ml/ha).

3.3.6.3 Control de enfermedades

Se realizó aspersiones fitosanitarias preventivas contra Roya (***Puccinia recóndita f. sp.***) en dos oportunidades fungicidas (Tebucur con una dosis 0.50 lt/ha).

3.3.7 Cosecha

Se llevo a cabo cuando empezó a secarse toda la planta después de la floración y termino su madurez fisiológica, tener una coloración de grano de oro.

Para la cosecha se saco muestras representativas de cada unidad experimental para luego proceder al trillado de las muestras.

3.3.8 Diseño experimental

El diseño experimental fue utilizado: Diseño de bloques completos al azar con parcelas divididas (Steel, R. Y Torrie, J. 1992)

3.3.8.1 Modelo lineal aditivo

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \varepsilon_{ik} + \delta_j + (\alpha\delta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = observación cualquiera.

μ = Media poblacional

β_k = efecto del k –esimo bloque

α_i = efecto de la i –esimo nivel del factor A

ε_{ik} = error de la parcela principal

δ_j = Efecto de la j- esimo nivel del factor B

$(\alpha\delta)_{ij}$ = efecto de la interacción

ε_{ijk} = Error experimental

3.3.8.2 Factores de estudio

Los factores de estudio empleados fueron:

Factor A = Fertilizante Foliar

a1 = Con Fertilizante Foliar (+F)

a2 = Sin Fertilizante Foliar (-F)

Factor B = Aplicación de Nitrógeno Kg/ ha

b1 = 0 Kg/ ha de Nitrógeno (Testigo)

b2 = 11 Kg /ha de Nitrógeno

b3 = 21 Kg /ha de Nitrógeno

b4 = 32 Kg /ha de Nitrógeno

b5 = 43 Kg/ ha de Nitrógeno

b6 = 53 Kg/ ha de Nitrógeno

b7 = 64 Kg/ ha de Nitrógeno

b8 = 75 Kg/ ha de Nitrógeno

Cuadro 4. Formulación de Tratamientos

Código	Descripción
a1*b1=T1	Con Fertilizante Foliar * 0 kg/ha Fertilizante Nitrogenado (Testigo)
a1*b2=T2	Con Fertilizante Foliar * 11 kg/ha Fertilizante Nitrogenado
a1*b3=T3	Con Fertilizante Foliar * 21 kg/ha Fertilizante Nitrogenado
a1*b4=T4	Con Fertilizante Foliar * 32 kg/ha Fertilizante Nitrogenado
a1*b5=T5	Con Fertilizante Foliar * 43 kg/ha Fertilizante Nitrogenado
a1*b6=T6	Con Fertilizante Foliar * 53 kg/ha Fertilizante Nitrogenado
a1*b7=T7	Con Fertilizante Foliar * 64 kg/ha Fertilizante Nitrogenado
a1*b8=T8	Con Fertilizante Foliar * 75 kg/ha Fertilizante Nitrogenado
a2*b1=T9	Sin Fertilizante Foliar * 0 kg/ha Fertilizante Nitrogenado (Testigo)
a2*b2=T10	Sin Fertilizante Foliar * 11 kg/ha Fertilizante Nitrogenado
a2*b3=T11	Sin Fertilizante Foliar * 21 kg/ha Fertilizante Nitrogenado
a2*b4=T12	Sin Fertilizante Foliar * 32 kg/ha Fertilizante Nitrogenado
a2*b5=T13	Sin Fertilizante Foliar * 43 kg/ha Fertilizante Nitrogenado
a2*b6=T14	Sin Fertilizante Foliar * 53 kg/ha Fertilizante Nitrogenado
a2*b7=T15	Sin Fertilizante Foliar * 64 kg/ha Fertilizante Nitrogenado
a2*b8=T16	Sin Fertilizante Foliar * 75 kg/ha Fertilizante Nitrogenado

3.4 Variables de respuesta

3.4.1 Altura de planta

Durante la época vegetativa se registro la altura de crecimiento a los, 90 días después de la siembra tomando 20 plantas elegidas al azar por cada unidad experimental, utilizando una regla graduada en centímetro, midiendo desde la base del tallo hasta la punta de la espiga, para luego obtener un promedio.

3.4.2 Número de macollos por plantas

Se hizo el conteo del número de macollos por planta de cada unidad experimental, tomando 20 plantas elegidas al azar; esto se realizo a los 35 días después de la siembra.

3.4.3 Número de granos por espiga

Se obtuvo a partir del conteo del número total de granos de espiga del tallo principal de cada unidad en estudio.

3.4.4 Peso de 1000 semillas

Se sacaron muestras representativas de cada tratamiento, para esto se utilizo un contador de semilla calibrada en 1000 granos que fueron tomados de las muestras, utilizando una balanza de precisión.

3.4.5 Peso hectolitrico

Para determinar el valor del peso hectolitrico se pesaron los granos cosechados de cada unidad experimental y posteriormente la cantidad cosechada se midió en volumen, transformándose ese valor a peso hectolitrico kg/hl, empleándose una balanza Schooper para este propósito de grano limpio libre de impurezas. Es uno de los parámetros que se tienen en cuenta en la comercialización.

3.4.6 Rendimiento final del cultivo

Para evaluar esta característica del rendimiento final del cultivo se hizo de cada unidad experimental, donde se sacaron muestras representativas de 5 m², donde posteriormente se procedió al trillado de estas muestras y luego a continuación al pesado, ajustarlo al 13% de humedad y sacar el rendimiento por hectárea.

3.4.7 Análisis económico

Para el análisis económico se tomaran en cuenta solo los costos variables el incremento al costo del fertilizante rendimiento y beneficio neto para cada unidad experimental.

Se realizó el análisis económico parcial con el fin de determinar el tratamiento más rentable. Este análisis fue realizado bajo el enfoque de presupuestos parciales propuesto por el CIMMYT (1998), en base al rendimiento y costos variables para cada tratamiento.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Condiciones meteorológicas

Los datos de precipitación, temperatura y humedad relativa registrados durante los meses de Mayo a Septiembre correspondiente a todo el ciclo del cultivo, se detalla en la Figura 5 y Anexo 1, donde la temperatura media general registrada fue de 21.82°C, con una media máxima de 24,1 °C en el mes de septiembre y una mínima media de 19,7 °C en el mes de junio. La precipitación total fue de 311,7mm, siendo el mes de julio de más precipitación con 71.8 mm y el mes de junio de menos precipitación con 49.22 mm.

El porcentaje de humedad relativa promedio durante todo el ensayo fue de 76,02%, con una máxima de 80,6% correspondiente al mes de Mayo y la mínima de 72,1% en el mes de Junio.

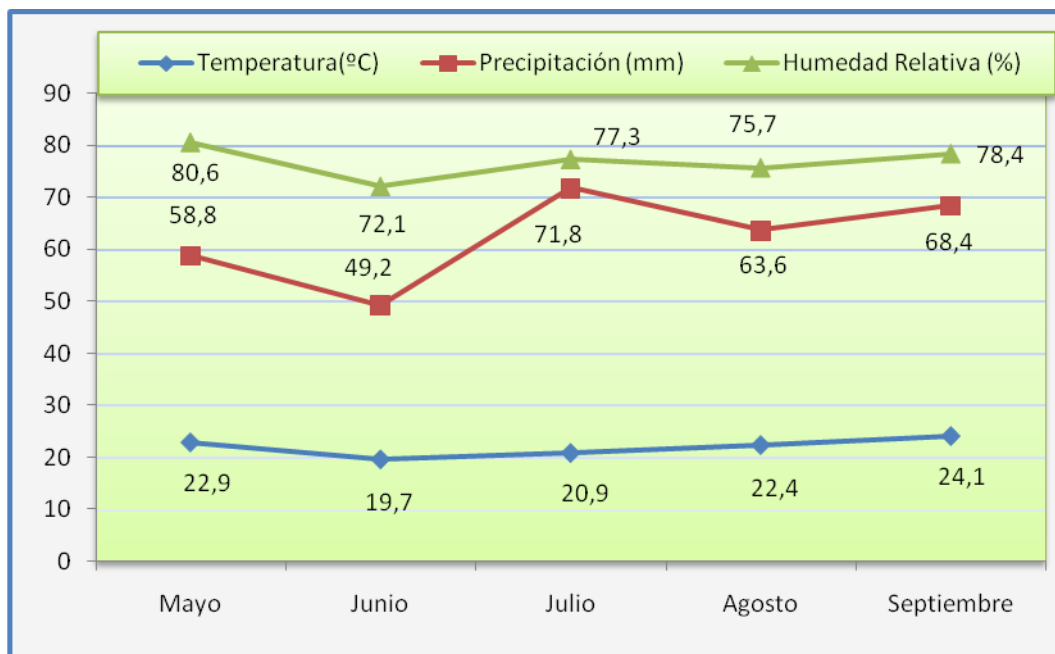


Figura 4. Datos climáticos registrados durante el ensayo en la localidad Okinawa – II del departamento de Santa Cruz.

Segun Fonseca y González (1995), citado por Colque (2000), señalan que la temperatura óptima para el crecimiento y desarrollo del trigo se encuentran entre los 18 a 25 °C, deteniendo su crecimiento al llegar a 0 °C, con requerimiento óptimo para cada estadio, así mencionan que para macollaje requiere 25 °C, y para floración y fecundación de 18 a 24 °C. En el desarrollo de cultivo de trigo requiere una precipitación de 300 y 500 mm. Aunque es un cultivo con parcial resistencia a la sequía, sobre todo en los primeros estadios de crecimiento, no así en el periodo de diferenciación de espiguillas, floración y llenado de granos, donde el déficit hídrico tiene incidencia directa.

Por otra parte CETABOL-CAICO (2008), menciona que la temperatura ideal para el crecimiento y desarrollo del cultivo de trigo esta entre 10 y 24 °C, una temperatura promedio de 21.3 °C estos datos son promedio en los últimos siete años (2000 – 2009) y en los meses de mayo-julio, cuando esta implantado el cultivo. Así mismo se demostró que el trigo puede desarrollarse bien con 200 ó 400 mm de lluvia , en esta zona la cantidad de agua caída en la época de invierno es de 382.8 mm promedio.

4.2 Análisis Físico – Químico del suelo

4.2.1. Análisis físico del suelo

El análisis físico del suelo del área de estudio realizado antes de la siembra, presento una textura de Franco Arenosa, la materia orgánica (M.O.) se encontró relativamente en un nivel bajo con 0.90 %.

En el Cuadro 5, se observa las proporciones de arena, limo y arcilla, juntamente con la materia orgánica presente (Fuente Cetabol Jica).

Cuadro 5. Resultados e interpretación del análisis físico de suelos.

Ensayo	Profundidad (cm)	Resultados				Clase Textura
		M.O. %	Unidad			
			%			
			A	L	Y	
FNF	1-20	0.90	12.7	25.2	62.1	Franco Arenoso (FA)

En el Anexo 2, se puede observar una descripción más detalle de las características físicas del suelo, diferenciándose tres horizontes (0 - 20 cm, 20 – 50 cm y > 50 cm).

Con respecto a la textura se destaca el franco arenoso en los tres horizontes, diferenciándose el segundo con la presencia de limo; la estructura en el primer horizonte presenta un grado moderado de tipo granular, en cambio los siguientes horizontes presentan un grado que va de moderadamente débil a débil de tipo bloques sub angulares. La consistencia del suelo en estado húmedo disminuye de firme a friable hasta muy friable.

4.2.2. Análisis químico del suelo

En el Cuadro 6, se presenta los resultados del análisis químico del suelo (para más detalle ver Anexo 3), en este análisis se observo que el pH del suelo es ligeramente neutro de 6.96, de acuerdo a la escala del Manual de fertilización de suelo (1989), este valor representa una característica lo cual es ventajoso por los requerimientos para el cultivo de trigo, la cual es adaptable a suelos con 5.8 a 7.7 de pH según Coulombe y Apaza (1982).

Este suelo es considerado con deficiencia de Nitrógeno a excepción de Fósforo y Potasio, que se encuentra en niveles moderados.

Así mismo con bajos niveles de Calcio, Magnesio y Sodio, con un CIC (Capacidad Intercambio Cationico) se encuentra una clasificación moderada y CE (Conductividad Eléctrica) indica que este suelo no presenta salinidad.

Cuadro 6. Resultados e interpretación del análisis químico de suelos

	C.E. 01:50 umho/cm	pH 01:50	Base intercambiables meq (100 g) ⁻¹				C.I.C.	N. disponible mg/kg	P Mg/Kg	M.O. g/kg
			Ca	Mg	Na	K				
FNF	43.60	6,96	6,91	0.78	0,18	0,76	9.06	25.43	8.58	14.24

CETABOL y CAICO (2008), afirma que el trigo se desarrolla adecuadamente en suelos francos, arcillosos-franco arenoso-limosos, bien drenados con fertilidad moderada, además de pH que oscile entre 5.5 a 8.2.

Fonseca y Gonzales (1995), menciona que se debe tener presente que los nutrientes ingresan a la planta en solución con el agua del suelo.

Berrado y Borrajo (1999), manifiesta que los suelos más convenientes son los suelos de textura media a pesada, con buena cobertura, contenido de M.O (materia orgánica) moderado de (2 a 4%) y disposición de retención de humedad.

4.3 VARIABLE DE RESPUESTA

4.3.1 Altura de planta

En el siguiente Cuadro 7, se presenta el Análisis de varianza para altura de planta, donde se analiza el efecto de la fertilizante de nitrógeno y fertilizante foliar en el cultivo de trigo.

Cuadro 7. Análisis de varianza para la variable altura de planta (cm) en el Cultivo de trigo.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%
Bloque	2	3,691	1,846	0,2170	19.00 ns
Factor A	1	2,708	2,708	0,3183	18.51 ns
Error	2	17,011	8,506		
Factor B	7	157,023	22,432	2,8298	2.36 *
AB	7	57,353	8,192	1,0329	2,36 ns
Error	28	222,078	7,931		
Total	47				

CV=10.64%

* = Significativo

ns = No significativo

CV = Coeficiente de variación

En el análisis estadístico, se observa que los factor de niveles de fertilizante nitrogenado (B), presento diferencias significativas al 5% de probabilidad estadística en altura de planta.

Mientras que la interacción entre fertilizante nitrogenada y fertilizante foliar(A*B) no presento diferencias significativas para la altura de planta. En el mismo Cuadro 7, se observa que no existen diferencias significativas entre bloques. Por lo tanto significa que los niveles de nitrógeno tienen efectos distintos a la fertilización foliar.

El valor del coeficiente de variación es 10.64%, porcentaje que está ubicado dentro de los rangos de la investigación agrícola.

4.3.1.1 Altura de planta para la fertilización nitrogenada

Mediante los datos alcanzados se realizó la Prueba de Duncan al 5% de probabilidad como se muestra en el Anexo 4.

En la Figura 5, se observa que los niveles de nitrógeno hubo diferencias significativas, N2 (11 kg/ha Nitrógeno), N3 (21 kg/ha Nitrógeno), N4 (32 kg/ha Nitrógeno), N5 (43 kg/ha Nitrógeno), N6 (53 kg/ha Nitrógeno), N7 (64 kg/ha Nitrógeno), N8 (74 kg/ha Nitrógeno) con relación al testigo N1 (0 kg/ha Nitrógeno) de fertilización nitrogenado presentaron promedios de altura de, 81.73 cm, 80.75 cm, 81.07 cm, 82.46 cm, 82.23 cm, 81.05 cm, 82.21cm y 76.43 cm respectivamente (Testigo).

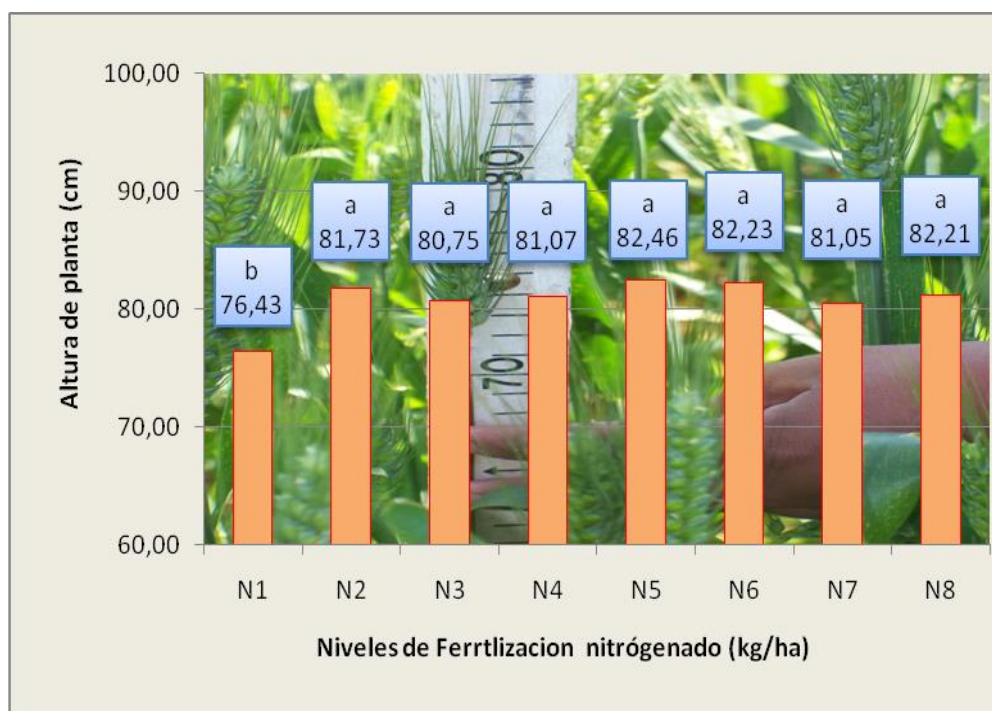


Figura 5. Altura de planta con Fertilización nitrogenado en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum L.*).

Pero sin embargo el nivel 43 kg/ha de nitrógeno con un valor de 82.46 cm de altura, fue superior a la aplicación de 53 kg/ha de nitrógeno que obtuvo un valor de 82.23 cm y además fue superior al testigo que obtuvo un valor de 76.43 cm.

En la Figura 5, se detalla los resultados de los niveles de nitrógeno basados en los datos promedio, se observa que existe un aumento en el crecimiento de altura de planta. Este incremento probablemente puede atribuirse a la rápida asimilación por las raíces, por el contenido de nutriente disponibles en el suelo.

Por su parte García y Berardo (2006), señalan que al observar el crecimiento del trigo sembrado en grupos se nota que las plantas no tienen el mismo tamaño, siendo posiblemente la causa de que la competencia dentro del grupo parece atrasar el crecimiento, por lo menos en alguna de ellas. CETABOL (2006), Indica que la altura de planta del cultivo de trigo de la variedad paragua esta dentro de un rango de 76 a 90 cm, pero en el estudio que se realizó, se obtuvo un promedio de 81 cm, valor que esta dentro del rango en el ensayo realizado.

Al respecto Moreno (1997) y Plana (1997) mencionan que la altura de planta es variable, que depende de la variedad, del suelo, fertilización, clima influenciado por la precipitación en su diferente tasa de crecimiento vegetativo de la planta, existiendo una directa relación entre la cantidad de precipitación y altura de planta.

Por otro lado Montañó (2006) y así mismo ANAPO (2007), quienes indican que para la época de invierno la altura promedio para la variedad paragua del cultivo de trigo es 80 a 82 cm dependiendo de la calidad de semilla, de las características físico-químicas y biológicas del suelo y clima.

4.3.2 Número de macollos por planta

Para la variable números de macollos se realizó el análisis de varianza para los diferentes tratamientos que se observa en el siguiente Cuadro 8.

La tabulación de datos, lo indica que las varianzas no son homogéneas debiéndose para ello una transformación de datos experimentales $\sqrt{(x+1)}$, para ser válido el análisis de varianza.

Cuadro 8. Análisis de varianza del número de macollos por planta en el cultivo de trigo.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%	
Bloque	2	0,140	0,070	0,1536	19,00	ns
Factor A	1	0,853	0,853	1,8720	18,51	ns
Error	2	0,912	0,456			
Factor B	7	3,2837	0,469	2,8937	2,36	*
AB	7	1,9309	0,276	1,7024	2,36	ns
Error	28	4,5354	0,161			
Total	47					

CV=11,96%

* = Significativo

ns = No significativo

CV = Coeficiente de variación

El Cuadro 8, permite observar que se tiene diferencias significativas al 5 % de probabilidad en el efecto de la fertilización nitrogenado (B), a su vez la interacción de ambos factores no influyen significativamente, es decir que actúan independientemente. No existe diferencia significativa entre el fertilizante foliar (A) y bloques. El coeficiente de variación de 11,96 % indica que los datos manejados en el experimento son confiables por estar en los rangos de ensayos de campo.

4.3.2.1. Numero de macollos por planta para la fertilización nitrogenada

Los resultados obtenidos mediante la Prueba de Duncan, se muestran en el Anexo 5.

El número de macollos por planta reporta que los niveles de fertilización nitrógeno N 7 (64 kg/ha Nitrógeno), N 8 (75 kg/ha Nitrógeno), N 5 (43 kg/ha Nitrógeno), N 4(32 kg/ha Nitrógeno), N 3 (21 kg/ha Nitrógeno), 6 (53 kg/ha Nitrógeno) y N 2 (11 kg/ha Nitrógeno), con valores promedio de 4.0 macollos por planta, con diferencia al testigo N 1 (0 kg/ha Nitrógeno) que tuvo 2 macollos por planta respectivamente, como se muestra en las Figura 6.

En la Figura 6, se observa que los niveles de fertilización nitrogenada existe probablemente un aumento en el número de macollos por planta, esto se debe probablemente al aporte de nitrógeno, las condiciones ambientales y la absorción de este elemento por las raíces. Molina (1994), indica que el desarrollo de los hijuelos o macollos depende de la fertilización nitrogenada aplicada a las gramíneas.

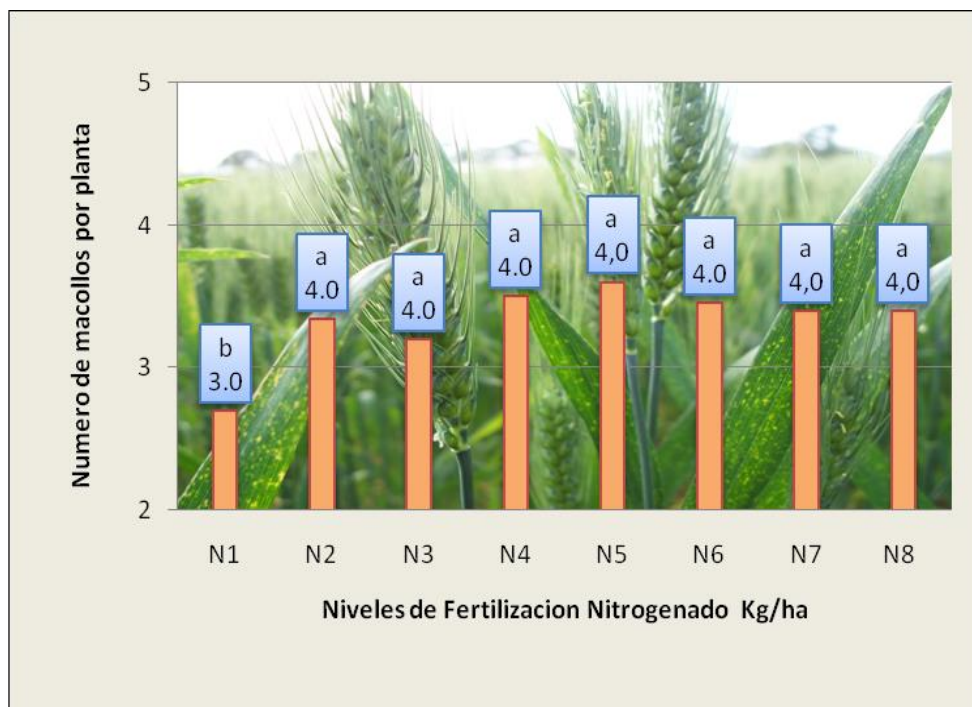


Figura 6. Numero de macollos con Fertilización nitrogenada en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.).

Según Pacari (1997), el nitrógeno es un constituyente fundamental de toda célula viva interviniendo en la multiplicación celular y desarrollo de los órganos. Lo que demuestra que este mineral llega a influir en el número de macollos.

Al respecto Parson (1989), indica que los cereales requieren una mayor cantidad de nitrógeno durante el periodo de macollamiento. Al respecto Robles (1990), indica que el número de macollos por planta está influenciado por las condiciones ambientales, principalmente la humedad, precipitación, fertilidad del suelo y la época de siembra. Por lo tanto, el cultivo requiere agua, labores culturales en el cultivo para desarrollar al inicio de macollaje y así tener macollos de buena envergadura.

Por los resultados obtenidos se evidencia el efecto del uso de fertilizante nitrogenado en el respectivo ensayo al conseguir el mismo número de macollos por planta, al respecto los resultados presentados en la Figura 6, son similares a los encontrados por Estivares (2005) en su estudio de Dosis de Fertilización Foliar y Fosfatada en Dos Variedades de Trigo en el departamento de Santa Cruz, con un promedio 3 macollos por planta respectivamente. También Colque (2005), en su estudio de control químico de enfermedades foliares en el cultivo de trigo obtuvo valores estadísticamente similar de 4 macollos por planta respectivamente, resultados que son prácticamente similares a nuestro estudio. Esto se atribuye al buen manejo del cultivo, varietal genético, labores culturales y factores ambientales de la zona.

Afirma también López (2000), indica que el número de macollos por planta depende de la variedad, el clima, la nutrición de la planta, densidad de siembra y profundidad de siembra.

4.3.3 Número de granos por espiga

Se obtuvo a partir del conteo del número de granos por espiga, a continuación se presenta el análisis de varianza de los tratamientos en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Análisis de varianza del número de granos por espiga en el cultivo de trigo.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%
Bloque	2	9,7916	4,896	1,8820	19,00 ns
Factor A	1	38,861	38,862	14,9393	18,51 ns
Error	2	5,2045	2,6012		
Factor B	7	243,249	34,750	4,1701	2,36 *
AB	7	26,278	3,754	0,4505	2,36 ns
Error	28	233,324	8,3345		
Total	47	556,708			

CV=16,167%

* = Significativo

ns = No significativo

CV = Coeficiente de variación

En el ANVA se puede apreciar que no se tiene diferencias significativas en fertilización foliar (A), existe significancia en el efecto de la fertilización nitrogenada (B) y no así en la interacción característicamente.

El coeficiente de variación de 16,16% indica que los datos manejados en el experimento son confiables por estar en los rangos de ensayo.

4.3.3.1 Número de granos por espigas para la fertilización nitrogenada

La comparación de medias para la fertilización nitrogenada, se realizó mediante la Prueba de Duncan al 5% de probabilidad estadística, el mismo se muestra en el Anexo 6.

Los resultados presentados en el número de granos por espiga mostraron que existe significancia donde reporta que los niveles de nitrógeno N 8 (75 kg/ha Nitrógeno), N 7 (64 kg/ha Nitrógeno), N 6 (53 kg/ha Nitrógeno), N 5 (43 kg/ha Nitrógeno), N 4 (32 kg/ha Nitrógeno), N 3 (21 kg/ha Nitrógeno), N 2 (11 kg/ha Nitrógeno), con referente al testigo N 1 (0 kg/ha Nitrógeno), con valores de 48,

48, 48, 48,47, 47, 45 y 41 número de grano por espiga correspondientemente como se muestra en la Figura 7.

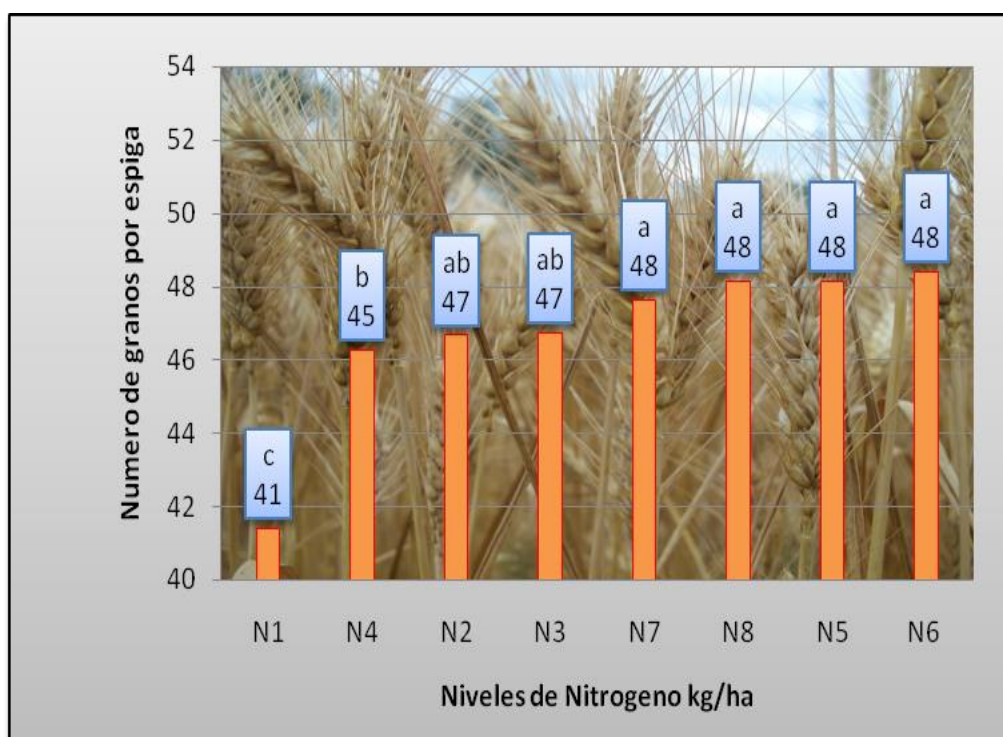


Figura 7. Número de grano por espiga con Fertilización Nitrogenada en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.) en la localidad Okinawa-II

La inadecuada húmeda es uno de los factores limitantes, puesto que una baja húmeda durante la floración y fructificación incide negativamente, disminuyendo la formación de granos (López, 2000).

El abastecimiento adecuado de nutrientes durante el periodo de embuchamiento y emisión de la espiga es un aspecto esencial para lograr un alto número de granos por unidad de área y por lo tanto, altos rendimientos. Los resultados obtenidos son similares por Gonzales (2006), en su estudio utilizando las variedades de BR-18, Ichilo, Pailón y Paragua, encontraron número de granos por espiga con valores promedio de 45, 47,48 y 48 con fertilización de nitrógeno y con seis diferentes fertilizantes foliares un promedio de 45 granos por espiga,

la diferencia puede deberse al uso del fertilizante, fertilidad del suelo, potencial genético, tipo de siembra y época de siembra.

Así también López (2000), menciona que la baja humedad en el cultivo, durante la etapa terminal de la formación de la espiga incide en la reducción del número de granos por espiga. Las deficiencias nutricionales afectan la capacidad de interceptación de radiación y la eficiencia de conversión de la radiación interceptada, afectando al tamaño y forma del grano.

Vivas et al., (2001) indica que, la relación entre el rendimiento del grano y sus componentes particulares varían en forma apreciable según la secuencia de las condiciones ambientales importantes en los diferentes estadios de desarrollo del cultivo ya que el componente dominante puede ser en ciertos casos el número de granos por espiga e incluso el tamaño de lo mismo.

4.3.4 Peso de 1000 granos en el cultivo de trigo

Esta variable se evaluó en condiciones de laboratorio, bajo el principio del conteo de semillas, donde se presenta el análisis de varianza en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Análisis de varianza de la variable peso de 1000 granos en el cultivo de trigo.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%
Bloque	2	0,6786	0,3393	0,4107	19,00 NS
Factor A	1	32,654	32,654	39,5374	18,51 *
Error	2	1,652	0,826		
Factor B	7	48,659	6,951	5,3597	2,36 *
AB	7	12,386	1,769	1,3643	2,36 NS
Error	28	36,315	1,297		
Total	47	132,344			

CV=3,34%

* = Significativo

ns = No significativo

CV = Coeficiente de variación

Según el análisis de varianza Cuadro 10, para el peso de 1000 granos reporto que no existe significancia al 5% de probabilidad estadísticamente para el factor (A) de fertilización foliar, muestra significancia para el factor (B), fertilizante de nitrógeno y no existe significancia para la interacción estadísticamente, mostrando un coeficiente de variación de 3.34%, lo cual demuestra que los datos obtenidos son confiables.

4.3.4.1. Peso de 1000 granos para la Fertilización Nitrogenada

La prueba de comparación de medias Duncan 5% de probabilidades de esta característica se presenta en el Anexo 7 y Figura 8.

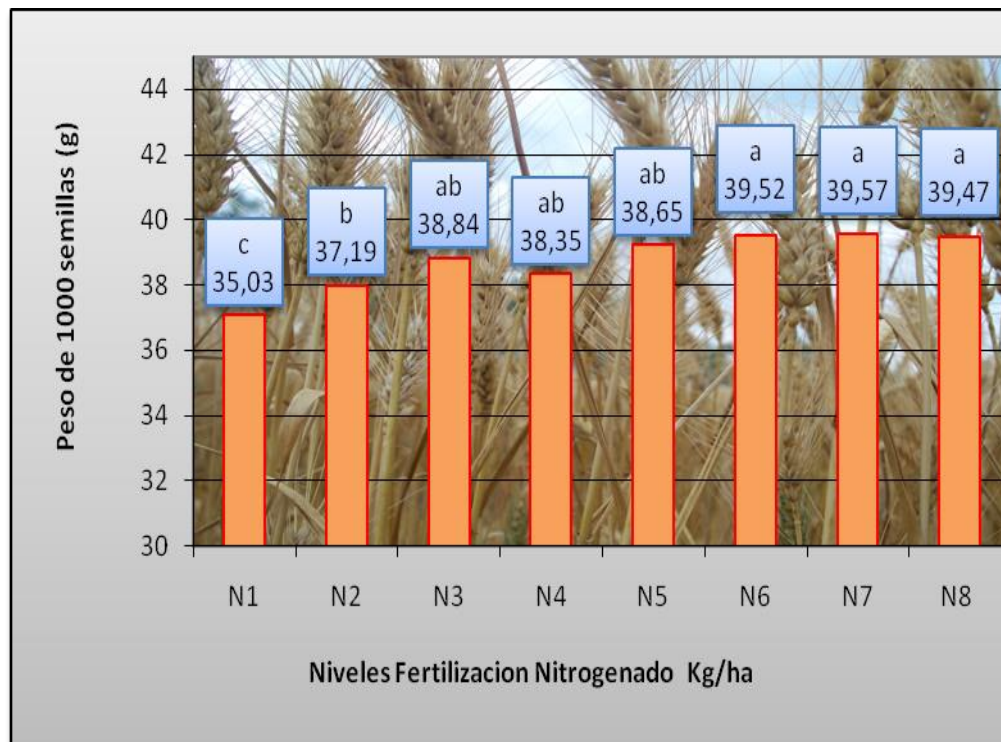


Figura 8. Peso de 1000 granos en Fertilización Nitrogenada en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.).

El resultado, se muestra que los niveles de nitrógeno, N8 (75 kg/ha Nitrógeno), N7 (64 kg/ha Nitrógeno), N6 (53 kg/ha Nitrógeno), N5 (43 kg/ha Nitrógeno), N4 (32 kg/ha Nitrógeno), N3 (21 kg/ha Nitrógeno), N2 (11 kg/ha Nitrógeno), presenta diferencias con referente al testigo N1 (0 kg/ha Nitrógeno) donde muestran valores promedio de 39.47 (g), 39.57 (g), 39.52 (g), 38.65 (g), 38.35 (g), 38.84 (g), 37.19 (g) y Testigo 35.03 (g), cuanto al peso de 1000 granos.

Los resultados presentados en el Figura 8, son similares a los encontrados por Montaña (2005) en su estudio de fertilización química según balance nutricional en el cultivo de trigo en el departamento de Santa Cruz con un valor promedio que obtuvo de 38.8 (g) en peso de 1000 semillas de grano.

López (1991), mencionado por Cantarero y Martínez (2002) confirma lo mencionado por Don, (2008), donde el peso de grano, al igual que a las variedades mencionadas anteriormente, está determinada por la materia orgánica fotosintetizada y las condiciones ambientales, bajo estos factores se observa la capacidad de la planta de trasladar nutrientes al grano en la etapa reproductiva, constituyendo el rendimiento final.

Nora (2007), al realizar el pesado de 1000 semillas de trigo por la aplicación de 80 kg de Nitrógeno en comparación al no aplicar Nitrógeno obtuvo valores, de 38 y 33 gr, donde presentaron diferencias significativas entre sí.

Por tanto Anapo (2007), indica que, el peso de 1000 semillas esta dentro de un promedio de 38 (g) esto se debe a la variedad, al clima, la nutrición de la planta, densidad de siembra y Factores ambientales.

4.3.5 Peso hectolitrico

Se evaluó esta variable en condiciones de laboratorio y los resultados fueron expresados en unidades de kilogramos por cada hectolitro. Donde se presenta el análisis de varianza.

Cuadro 11. Análisis de varianza del Peso hectolitrico en el cultivo de trigo.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%
Bloque	2	101,664	50,8323	1,69881	19,00 NS
Factor A	1	373,972	373,972	12,4982	18,51 NS
Error	2	59,8449	29,9234		
Factor B	7	3289,036	469,862	6,0425	2,36 *
AB	7	985,532	140,7920	1,8095	2,36 NS
Error	28	21277,38	77,738		
Total	47				

CV= 0,89%

* = Significativo

ns = No significativo

CV = Coeficiente de variación

Con una probabilidad del 5 % el análisis de varianza determino que no existen diferencias significativas en los factores de fertilizante foliar, fertilización nitrogenada e interacción, es decir que estos factores se pueden usar indistintamente en el cultivo. Así mismo el coeficiente de variación fue de 1.89% que indica que el trabajo se llevo de buena manera.

4.3.5.1. Peso hectolitrico con la Fertilización Nitrogenada

En consecuencia para establecer diferencias en cada factor se realizó la prueba de comparación múltiple de promedios Duncan al 5% para este variable donde se muestra que los resultados son diferentes, como se observa en la Figura 9 y Anexo 8.

Los resultados se observa que los niveles de nitrógeno N8 (75 kg/ha Nitrógeno), N7 (64 kg/ha Nitrógeno), N6 (53 kg/ha Nitrógeno), N4 (32 kg/ha Nitrógeno), N5 (43 kg/ha Nitrógeno), N3 (21 kg/ha Nitrógeno), N2 (11 kg/ha Nitrógeno) y testigo N1 (0 kg/ha Nitrógeno), obtuvieron valores promedio de 88.81 kg/hl, 88.78 kg/hl, 88.68 kg/hl, 88.51 kg/hl, 88.47 kg/hl, 87.37 kg/hl, 87.28 kg/hl y Testigo 80.01 kg/hl.

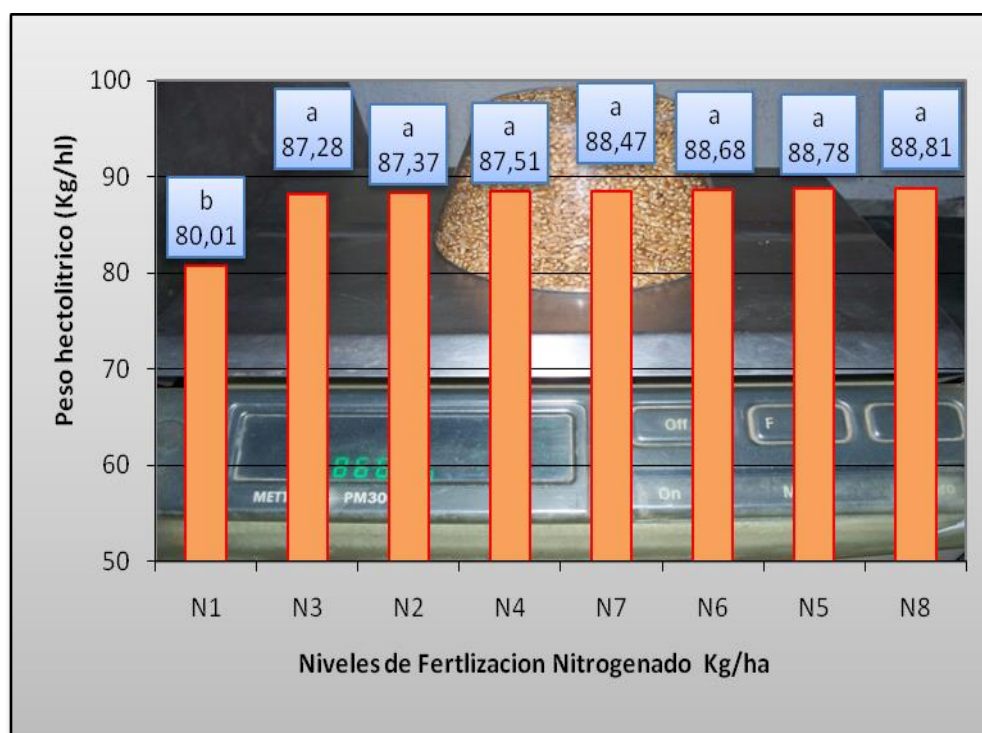


Figura 9. Peso hectolitrico con Fertilizante Nitrogenado en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.).

Es así que en la Figura 9, se observa el incremento en el peso hectolitrico esto, es debido a la disponibilidad y asimilación de los nutrientes, lo cual se refleja en su desarrollo.

Al respecto ANAPO (2007) menciona que, el peso hectolitrico una de las variables empleadas, para las relaciones de variedades promisorias o sobresalientes en rendimiento con fines de obtener harina de trigo de acuerdo a

las condiciones de la industria molinera cuya requerimiento mínimo es de 78 kg/hl en rendimiento en harina. Cabero (1994), destaca la importancia de la evaluación de este carácter agronómico debido a que está estrechamente ligado a la cantidad y calidad de harina que se puede obtener. Este resultados alcanzado del peso hectolitrico por la aplicación del fertilizante nitrogenado en el grano de trigo, se atribuye a la respuesta a los factores genética propia de esta variedad, en respuesta a los factores ambientales y desarrollo del grano

Por su parte CAICO (2004) explica que un lote de semillas maduras y bien seleccionadas, presenta un peso mayor que otro lote con presencia de semillas inmaduras y mal formadas. La información del peso volumétrico además de ser útil en la evaluación de la calidad de dicha semilla para la industria harinera.

4.3.6 Rendimiento final del cultivo

Para la variable rendimiento del cultivo se realizo el análisis de varianza para los diferentes tratamientos que se observa en el siguiente Cuadro 12.

Cuadro 12. Realizado el análisis de varianza para el rendimiento de grano en el cultivo de trigo

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%
Bloque	2	46726,58	23363,29	1,9897	19,00 NS
Factor A	1	114612,763	114612,763	9,7608	18,51 NS
Error	2	23484,234	11742,12		
Factor B	7	1802881,145	257554,4	7,6283	2,36 *
AB	7	52352,716	7478,959	0,2215	2,36 NS
Error	28	945368,934	33763,18		
Total	47	2985426,372			

CV=5,62%

* = Significativo

ns = No significativo

CV = Coeficiente de variación

Puesto que el análisis de varianza Cuadro 12, para el rendimiento de grano mostró que existe significancia a un 5 % de probabilidad para el factor de nivel de fertilización nitrogenada y no así para los factores de fertilizante foliar e interacción donde mostro no significativo, mostrando un coeficiente de 5.62 % lo cual esta dentro de los parámetros estadísticos de aceptación.

4.3.6.1. Rendimiento de grano con Fertilización Nitrogenada

La prueba de Duncan al 5% de probabilidad estadística en rendimiento de grano, muestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos como se muestra en la Figura 10.

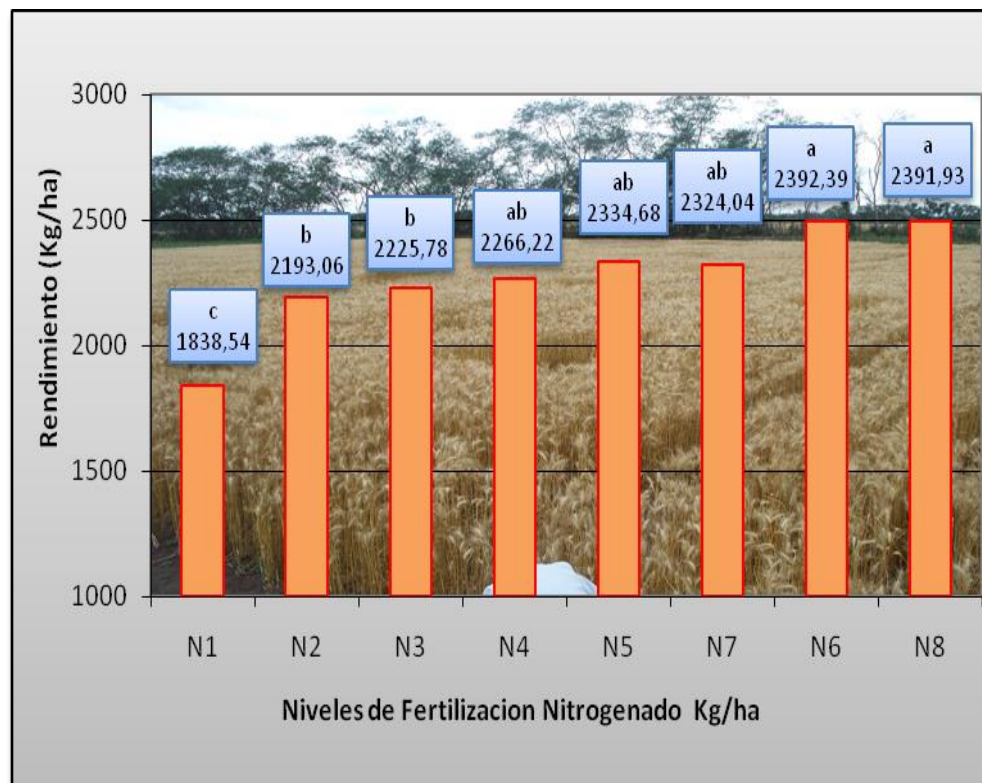


Figura 10. Rendimiento de grano con Fertilización Nitrogenada en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum L.*)

Los resultados comparados en el rendimiento de grano mostraron que no existe significancia entre los niveles de nitrógeno N8 (75 kg/ha Nitrógeno), N7 (64 kg/ha Nitrógeno), N6 (53 kg/ha Nitrógeno), N5 (43 kg/ha Nitrógeno) y N4 (32 kg/ha Nitrógeno) que alcanzaron rendimientos de 2391.93 kg/ha, 2392.39 kg/ha, 2324.04 kg/ha, 2334.68 kg/ha y 2266.22 kg/ha.

De la misma forma los niveles de fertilización nitrogenado N6 (53 kg/ha Nitrógeno), N5 (43 kg/ha Nitrógeno), N4 (32 kg/ha Nitrógeno), N3 (21 kg/ha Nitrógeno) y N2 (11 kg/ha Nitrógeno) presentaron valores similares de 2324.04 kg/ha, 2334.68 kg/ha, 2266.22 kg/ha, 2225,78 kg/ha y 2193,06 kg/ha y por último el nivel de nitrógeno N1 (0 kg/ha Nitrógeno), obtuvo un valor diferente de 1838,54 kg/ha, como se muestra en la Figura 11 y Anexo 9.

Según FAO (1998), se sostiene que para lograr buenos rendimientos en los cereales es el nitrógeno de mayor importancia. Por su parte Satorre (2001), manifiesta que el nitrógeno es el elemento fertilizante que más influye en el desarrollo de las plantas, pero debe ir siempre acompañado de fósforo de forma equilibrada para obtener el máximo rendimiento de grano.

López (2000) señala que, el nitrógeno es un factor que determina el rendimiento, por lo tanto es la base del abonado. En los cereales tienen requerimiento de nitrógeno hasta su madurez y toda deficiencia en la nutrición nitrogenada durante su vegetación se traduce a una reducción en el rendimiento.

Espindola (2002) indica que, el rendimiento en grano tiene mucha importancia ya que determina los ingresos totales del productor. En el rendimiento influyen todas las condiciones ambientales que afecten al crecimiento de la planta así como la herencia de la misma. La capacidad intrínseca de rendimiento puede quedar expresada por características morfológicas de la planta, como el macollamiento, la longitud y densidad de espiga, el número de granos por

espiguilla o el tamaño del grano, sin embargo, ninguno de estos componentes físicos puede considerarse como índice de rendimiento. El rendimiento de una variedad se mide en kg o en hectolitro por ha

Según Vivas et al., (2001) varios factores determinan el rendimiento y la calidad del trigo. La elección de la variedad está relacionada con el destino industrial y las características del suelo y clima. También habrá que establecer la fecha de siembra adecuada. En tanto, el control de malezas, plagas e enfermedades es fundamental en el resultado.

4.3.7 Análisis de costos parciales para el cultivo de trigo

El análisis de costos parciales se realizó: el presupuesto parcial, análisis de dominancia y el análisis marginal del cultivo de trigo (CIMMYT, 1998).

En el cuadro 13 se observa, en la segunda columna se realizó un ajuste del rendimiento medio para todos los tratamientos según recomendaciones de CIMMYT (1998), para el presente caso se utilizó un ajuste porcentual del 13%, esto debido a que los rendimientos que obtenga el productor, y con el fin de reflejar se realizó el descuento porcentual.

Donde existe un mayor rendimiento en el tratamiento T7 con un rendimiento de 2.37 ton/ha, seguida por los rendimientos obtenidos de 2.36 ton/ha del tratamiento T8, 2.33 ton/ha que correspondió al tratamiento T6, 2.35 ton/ha que pertenece al tratamiento T15 y los rendimientos menores corresponden a T3, T1, T9 y T10 con 2.25, 1.95, 1.73 y 2.14 ton/ha respectivamente.

En la cuarta columna se encuentra el beneficio bruto, se obtuvo del producto de los rendimientos ajustados con el precio de venta; una vez descontados los gastos de cosecha, el tratamiento que más rendimiento reportó fue el que registró mayor beneficio bruto debido a que el precio de venta fueron iguales para

todos los tratamientos. El costo total simplemente se expresa la sumatoria de todos los costos variables.

En la columna de los beneficios netos se puede apreciar que el máximo beneficio neto logró el tratamiento T6 lográndose un beneficio de 765,84 \$us/ha y un beneficio neto menor en el trabajo de investigación de 615,26 \$us/ha para el tratamiento T9.

Cuadro 13. Presupuesto parcial de análisis económico para el ensayo Fertilización Nitrogenada y Foliar en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.).

Tratamientos	Rend. Ajust. (ton/ha)	Benef. Bruto (\$us)/ha	Costo Var. (\$us)/ha	Benef. Neto (\$us)/ha
T1 (+ Foliar* 0 Kg N)	1,95	884,39	233,48	688,91
T2 (+ Foliar*11 kg/ha de N)	2,25	975,26	245,38	721,88
T3 (+ Foliar*21 kg/ha de N)	2,25	975,00	257,38	735,62
T4 (+ Foliar*32 kg/ha de N)	2,30	988,70	269,28	737,42
T5 (+ Foliar*43 kg/ha de N)	2,33	1002,81	281,28	739,53
T6 (+ Foliar*53 kg/ha de N)	2,34	1001,94	295,18	759,76
T7 (+ Foliar*64 kg/ha de N)	2,42	1068,22	305,18	765,84
T8 (+ Foliar*75 kg/ha de N)	2,43	1071,37	317,08	762,29
T9 (- Foliar * 0 Kg N)	1,73	818,74	197,48	615,26
T10 (- Foliar *11 kg/ha de N)	2,14	940,57	209,38	687,19
T11 (- Foliar *21 kg/ha de N)	2,20	960,47	227,38	733,09
T12 (- Foliar *32 kg/ha de N)	2,24	971,03	233,28	731,75
T13 (- Foliar *43 kg/ha de N)	2,29	998,00	245,28	735,97
T14 (- Foliar *53 kg/ha de N)	2,31	992,49	257,18	729,31
T15 (- Foliar *64 kg/ha de N)	2,36	1027,46	269,18	749,28
T16 (- Foliar *75 kg/ha de N)	2,35	1024,39	281,08	743,31

En el cuadro 14 se observa, que los tratamientos T8, T16, T5, T14, T4, T3, T12, T2 y T1 son dominados porque los tratamientos T7, T15, T6, T9, T13, T11 y T10 presentan mayor beneficio neto y menores costos variables. Según (CIMMYT, 1998), el análisis del presupuesto parcial se la realiza para comparar alternativas de producción con las técnicas tradicionales del agricultor.

Cuadro 14. Análisis de dominancia para el ensayo Fertilización Nitrogenada y Foliar en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.).

Tratamientos	Costo Var.	Benef. Neto
T9 (- Foliar * 0 kg N)	197,48	615,26
T10 (- Foliar *11 kg/ha de N)	209,38	687,19
T11 (- Foliar *21 kg/ha de N)	227,38	733,09
T12 (- Foliar *32 kg/ha de N)	233,28	731,75 Dom
T1 (+ Foliar* 0 Kg N)	233,48	688,91 Dom
T13 (- Foliar *43 kg/ha de N)	245,28	735,97
T2 (+ Foliar*11 kg/ha de N)	245,38	721,88 Dom
T14 (- Foliar *53 kg/ha de N)	257,18	729,31 Dom
T3 (+ Foliar*21 kg/ha de N)	257,38	735,62 Dom
T15 (- Foliar *64 kg/ha de N)	269,18	749,28
T4 (+ Foliar*32 kg/ha de N)	269,28	737,42 Dom
T16 (- Foliar *75 kg/ha de N)	281,08	743,31 Dom
T5 (+ Foliar*43 kg/ha de N)	281,28	739,53 Dom
T6 (+ Foliar*53 kg/ha de N)	295,18	759,76
T7 (+ Foliar*64 kg/ha de N)	305,18	765,84
T8 (+ Foliar*75 kg/ha de N)	317,08	762,29 Dom

En el Cuadro 15 se realizó, el cálculo de la Tasa de Retorno Marginal (TRM), indicando lo que el agricultor puede esperar a ganar en promedio con su inversión, cuando dice cambiar una práctica (o conjunto de prácticas) por otra.

Se observa que la tasa marginal de retorno de haber cambiado del T11 a T10 es de 604.4 % esto significa que esta muy por encima del 100% que es la Tasa de Retorno Mínima estimada y aceptable para los agricultores del dominio de recomendación (CIMMYT, 1988). La TRM de cambiar de T6 a T15 es solo del 50.69 %, lo que significa que por cada boliviano invertido el productor puede esperar recobrar 0.51 \$us adicionales.

Los tratamientos T8, T16, T5, T14, T4, T3, T12 y T2 registraron mayor costo por lo que fueron dominados y no se los toma en cuenta en el proceso productivo.

Cuadro 15. Análisis marginal de costos variables para el ensayo Fertilización Nitrogenada y Foliar en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.).

Tratamientos	Costo Variables \$us/ha.	Costo Marginales \$us/ha	Beneficio Neto \$us/ha	Beneficio marginal \$us/ha	TMR (%)
T9 (- Foliar * 0 kg N)	197,48		615,26		
T10 (- Foliar *11 kg/ha de N)	209,38	11,9	687,19	71,93	604.45
T11 (- Foliar *21 kg/ha de N)	227,38	18,01	733,09	45,9	16.08
T13 (- Foliar *43 kg/ha de N)	245,28	17,9	735,97	2,88	40.19
T15 (- Foliar *64 kg/ha de N)	269,18	23,91	749,28	13,31	50.69
T6 (+ Foliar*53 kg/ha de N)	295,18	26,07	759,76	10,48	60.81
T7 (+ Foliar*64 kg/ha de N)	305,18	10.01	765,84	6,08	

Los tratamientos T 15 a T13 la tasa de retorno marginal es de 40.19 % lo que significa para el agricultor recobrar el dólar invertido y obtener 0.41 \$us adicionales, el tratamiento T7 a T6 la tasa de retorno marginal es de 60.81 % lo que significa para el agricultor recobrar el dólar invertido de 0.61 \$us adicionales, y por último la TRM de haber cambiado del T 13 a T11 es de 16.08 % este parámetro esta por muy debajo del 100%, por consiguiente los tratamientos recomendados al agricultor serán T13, T6, T13 y T7.

5. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados y a los resultados obtenidos, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. La fertilización nitrogenada tuvo una respuesta positiva en el rendimiento de grano, obteniendo rendimientos de 2.19 ton/ha con (11 kg/ha N), 2.22 ton/ha con (21 kg/ha N), 2.26 ton/ha con (32 kg/ha N), 2.33 ton/ha con (43 kg/ha N), 2.32 ton/ha con (53 kg/ha N), 2.39 ton/ha con (64 kg/ha N) y 2.39 ton/ha con (75 kg/ha N).

2. El mayor rendimiento de grano se obtuvo con la adición de 64 kg/ha de Nitrógeno, con relación al 0 Kg/ha de nitrógeno.

3. Las diferentes dosis de aplicación de nitrógeno no tuvieron diferencias en el efecto de altura de planta, número de macollos por planta y peso de 1000 semillas, peso hectolitrico, y número de granos por espiga en el cultivo de trigo.

4. Acerca del fertilizante foliar no se observó ninguna diferencia estadísticamente de las variables evaluadas de altura de planta, número de macollos por planta y peso de 1000 semillas de grano, peso hectolitrico, y número de granos por espiga.

5. Con respecto a los T7 (64 kg/ha N) Y T8 (75 kg/ha N) se obtuvieron los mismos rendimientos y no así con los demás tratamientos.

6. De acuerdo a los resultados económicos por medio de la Tasa de Retorno Marginal, se evidencia que los T7 (64 kg/ha N), T15 (43 kg/haN), no presentaron dominancia.

7. Se debe tener en cuenta que la fertilización foliar es específica en términos de cultivo, época de aplicación durante el ciclo de crecimiento y sitio de la aplicación en la planta. En muy pocos casos se puede generalizar, y aun en estas condiciones las técnicas de aplicación pueden variar.

6. RECOMENDACIONES

Una vez visto los resultados y las conclusiones emitidas podemos emitir las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda hacer trabajos de investigación más específicos con aplicaciones de fertilizantes nitrogenados en forma fraccionada y momento oportunos de aplicación en la zona norte.
- Se debería realizar trabajos similares en diferentes zonas de Okinawa – II para sí establecer una recomendación a los agricultores en condiciones de suelo de la zona.
- Para aplicar fertilizantes nitrogenado en trigo se recomienda realizar análisis químico de suelo.
- Es importante realizar trabajos del mismo ensayo tomando en cuenta diferentes dosificaciones que optimizarán los costos de producción.

7. BIBLIOGRAFÍA

Alpi, A. 1991. Cultivo en invernadero. Tercera Edición. Ediciones Mundi Prensa, Madrid, 45-79 p.

Álvarez, R. S. 2000. Fertilización Foliar de trigo y maíz. Cuadernillo de Actualización Técnica No. 63. Puno- Peru. 40-45 p.

Aykard, W. R. y Dought, J. 1998. El trigo en la alimentación humana. FAO, Estudio sobre nutrición N°4 2. Roma. 185 p.

Andrade, F.H. O. 1999. Ecofisiología del cultivo de trigo, Balcarce, AR. Editorial Medica Panamericana S.A. 292 p.

ANAPO. (Asociación de Productores de Oleaginosas Trigo), 2008. Departamento Técnico y Servicios. Estadísticos de la evolución de la superficie, rendimiento, producción y precio del cultivo de trigo en Santa Cruz. 15-20 p.

ANAPO (Asociación de productores de oleaginosas y trigo). 2008. Guía de recomendaciones Técnicas en el Trigo. Santa Cruz, Bolivia. 73 p.

ANAPO – CIAT, (Asociación de productores de oleaginosas y trigo – centro de investigación Agrícola Tropical). 2007. Recomendaciones técnicas. Santa Cruz, Bolivia. 48 p.

Bragachini, M. y Peiretti, J. 2007. Aumento de la eficiencia de cosecha de trigo. Proyecto PRECOP.INTA EEA. Manfredi. 26 p.

Berardo, A. y Borrajo, G. 1999. Fertilización fosfatada de trigo y forma de aplicación en el Est. Exp. INTA. Boletín Técnico. Buenos Aires. Argentina. 28 p.

Bear, J. G. 1996. Los suelos en relación con el crecimiento de cultivos. Editorial Omega. Barcelona España. 62-80 p.

Berlinj, J. 1996. Cultivos forrajeros. Editorial Trillas. Impreso en México. 80 p.

Bidwell. D. 1993. Fisiología Vegetal. Editorial AGT. Mexico DF. 86-87 p.

Camaño, A. Y Melgar, R.1998. Fertilización con Nitrógeno, fósforo y azufre en maíz de alta productividad. Est. Exp. Ag. Pergaminito Rev. Tecnología agropecuaria N° 5 11-14 p.

Capire, E y Merazo,O. 1999. Nutrición en los cultivos y su mejoramiento de suelo, México D.F. 67 p.

CAO. (Cámara Agropecuaria del Oriente), 2008. Sistema de Información de producción, precios y mercados, numero de nuestra Tierra. Bolivia Agrícola. Santa Cruz- Bolivia. 45 p.

Cargill, H. 1995. Manual de fertilidad de los suelos. Santa Cruz – Bolivia. 85 p.

CAICO. (Cooperativa Agropecuaria Integral Colonia Okinawa), 2009. Resumen de la producción agrícola en la campaña de invierno. Santa Cruz – Bolivia. 25 p.

CALZADA, J. 1998. Métodos Estadísticos para la investigación. 5 ed. Lima, Perú. Ed Milagros. 611 p.

CETABOL. (Centro Tecnológico Agropecuario en Bolivia), 2000. Estudio de cinco variedades de siembra de las principales variedades de trigo, Santa Cruz, Bolivia.56 p.

CETABOL (Centro Tecnológico Agropecuario en Bolivia). 2006. Resultados de ensayos de fertilización química en el cultivo de trigo. Inv/06. Santa Cruz, Bolivia. p. 20

CETABOL-CAICO (Centro Tecnológico Agropecuario en Bolivia-Cooperativa Agropecuaria Integral Colonias Okinawa). 2008. Manual Técnico de la Fertilización Química en el cultivo de trigo. Santa Cruz, Bolivia. 26 p.

CIAT. (Centro Investigación de agricultura Tropical) ,1998. Recomendaciones practicas para el cultivo de trigo. Santa Cruz, Bolivia. 15-17 p.

CIAT – ANAPO, (Centro de Investigación Agrícola Tropical – Asociación de Productores de Oleaginosas y Trigo), 2003. TRIGO Recomendaciones Técnicas, Santa Cruz, Bolivia. 56 p.

CIMMYT. 1986. Instrucciones para el manejo y registro de resultados de los ensayos internacionales del Programa de Trigo, CIMMYT. México. DF.

CIMMYT. (Centro Internacional de mejoramiento de Maíz y Trigo), 1991. Ampliar el círculo de colaboradores, sistema sostenible de maíz y de trigo para los pobres. México D.F. CIMMYT. 36-37 p.

CIMMYT. (Centro Internacional de mejoramiento de Maíz y Trigo), 1998. Hechos y tendencias mundiales relacionados con el trigo. La producción de trigo y cebada en ambientes marginales de temporal del mundo en desarrollo. México D.F. 5 p.

CIMMYT, 2006. Recuperar la diversidad del trigo. CIMMYT E-Boletín, vol 3. No. 6. DF. México.

CIMMYT, 2006. En el CIMMYT seguimos mejorando trigo. CIMMYT E-Boletín, vol 3. 10. DF. México.

Colque J. F. 2005. Control químico de enfermedades foliares en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum L.*), Tesis de grado presentada en la Facultad de Ciencias Agrícolas U.A.G.R.M. Santa Cruz – Bolivia.

Conti, M. E. 2000. Dinámica de liberación y fijación de potasio en el suelo. Informaciones Agronómicas del Cono Sur. INPOFOS N° 8. Diciembre de 2000. 25-37 p.

Cuellar, O. 1999. Texto Base de Asignatura de Fertilidad y Fertilizante. 1^{ra} Edición. Trinidad, Beni, Bolivia. 105 p.

Chilon, E. 1997. Fertilidad de Suelos y Nutrición de las plantas. Calculo dosis de fertilizante. Ed. CIDAT. Primera edición. La Paz- BO. 185 p.

Darwich, A.N. 1989. Manual de fertilización de suelos. Ed. Balcarce. Buenos Aires. Argentina. 187p.

Darwich, N. A. 2005. Manual de fertilidad de suelos y uso de fertilizantes. 2^{da} Edición Pampeana. Argentina. 189-205 p.

Díaz, P. Q. 1998. Cereales de primavera. 3^{ra} Ed. Cuba. 191-228 p.

Domínguez, O. y Ajhuacho, E. 2003. Manejo de suelos en sistemas de producción de trigo. In Séptima Reunión Boliviana de Leguminosas. (2004, Beni, BO). Memoria. Santa Cruz, BO. 139-143 p.

Echeverría H. y F. García. 2005. Fertilidad de suelos y fertilización de cultivos. Ed INTA. Buenos Aires, Argentina 525 p.

Espindola, H.J. 2002. Estudio de componentes directos e indirectos del rendimiento en trigo (*Triticum aestivum* L.) Tesis de Grado.U.A.G.R.M. Santa Cruz- Bolivia. 80 P.

Estivares, M.A.2005. Dosis de Fertilización Foliar y Fosfatada en Dos Variedades de Trigo (*Triticum aestivum* L.), en la Localidad de San Pedro (Provincia Santisteban), Tesis de Grado.U.A.G.R.M. Santa Cruz- Bolivia. 87 P.

FAO (Organización de Naciones Unidas y la Alimentación). 1998. 2^{do} Seminario Nacional sobre Fertilidad de Suelos y Uso De Fertilizantes en Bolivia. 75-82 p.

FAO (Organización de Naciones Unidas y la Alimentación). 1996. La baja fertilidad de los suelos en Bolivia. In: Tierra y hombres. Informes FERTISUELO. Potosí. Bolivia.

Fonseca y Gonzales. 1995. Producción de Trigo, cuaderno de actualización técnica N° 32, 2da Edición, Buenos Aires, Argentina. 55 p.

Herbas R. 2007. El trigo en los Valles de Bolivia. Crisis sectorial, dependencia alimentaria y nuevas propuestas. Asociación Nacional de Pequeños Productores de Trigo. Editorial Kipus. Cochabamba, Bolivia. 35-38 p.

García F. y Berardo A. 2006. Fertilizantes aplicados superficialmente bajo siembra directa y labranza convencional en Argentina. Actas Congreso Latinoamericano de la ciencia del Suelo. 25-28 p.

García, M. 2005. Perfil descriptivo de la cadena de trigo. Secretaria de Agricultura, Ganadería Pesca y alimentos. República de la Argentina. 18-20 p.

Gómez, M. I. 2003. Nutrición foliar de minerales y solutos orgánicos. Documento interno. Dirección de Investigación. Microfertisa. Bogotá. 31 p.

González, E. D. 2006. Estudio de Fertilización de Base y Foliar con tres variedades en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum L.*), Tesis de grado presentada en la Facultad de Ciencias Agrícolas U.A.G.R.M. Santa Cruz – Bolivia. 52-57 p.

Gutiérrez, B. y Scheiner. 2006. Fertilidad de suelos y Fertilización de cultivos. Ed. INTA. Buenos Aires. Argentina. 283-300 p.

Gross, A. 1991. Abonos guía práctica. Trad. De la fertilización de la N° 7 Ed. Francesa por Alonso Domínguez Vivancos. 7° Ed. Mundi- prensa. Madrid, España. 380-383 p.

Laca, B .j .P. 1998. Adubacao Foliar em algodón. Resultado de experiencias realizadas en bello horizonte. Brasil. Ministerio de Agricultura. 417-497 p.

León, Garre, A. 1990. Técnicas de la producción vegetal e industrias fitotécnicas. Imprenta. Hispanoamericano. Barcelona, España. Tomo III. 13,82-19,76 p.

López, E. M. 2000. Estudios de densidad de siembra y su influencia sobre componentes del rendimiento de trigo (*Triticum aestivum L.*), Tesis de grado Facultad de Ciencias Agrícolas U.A.G.R.M. Santa Cruz – Bolivia. P 45.

MDRyT. 2010. (Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras), Agricultura Sostenible para la Soberanía Alimentaria, Análisis de la Producción y Demanda Nacional de Trigo. Arch. 56 p.

Malavolta, E. 1998. Aspectos de la aplicación foliar con micro nutrientes. En Actualidad y futuro de los micro nutrimentos e la agricultura. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Bogotá. 67 – 87 p.

Marizcal, G.H.1992. Ecología Agraria. Ed. Salvata Barcelona –España. 23-24 p.

Molina, D. F.1994. Producción de Cereales Agrícolas. Ed. Limusa. México. F.D. 183-227 p.

Moreno, I. y Plana, R. 1997. Comportamiento Fenológico y agrícola de Diez Variedades de trigo para el occidente de Cuba. Cultivos Tropicales. Vol.18 Nº 22. 16-18 p.

Montaño, A.P. 2006.Respuesta al Cultivo de Trigo a la Fertilización química según Balance Nutricional. Tesis de Grado. U.E.B. Santa Cruz. 65 p.

Osorio, G. 2000. Glosario de estadística y diseños experimentales. Facultad de Agronomía. UNCP. Huancayo. 85-125 p.

Pardo, V.W. 2006. Fertilización Química según Balance Nutricional en el Cultivo de Trigo (*Triticum aestivum* L.) Tesis de Grado.U.A.G.R.M. Santa Cruz- Bolivia. 69 P.

Parson, D. 1989. Trigo, Cebada. Avena. Edición, Trillas. México. 11-59p.

Picone, L. I. 2006. Propiedades del suelo relacionadfo con la fertilidad y fertilización de cultivos. Ed, INTA. Buenos Aires, Argentina. 45 p.

Poehlman, J.1991.Mejoramiento genético de las cosechas. México. Limusa. 123-146 p.

PROTRIGO. (Programa Nacional de Trigo y Cereales Menores), 1998. Programa Nacional de investigación y transferencia de Tecnología para el cultivo de trigo. Cochabamba, Bolivia. PROTRIGO. 1-8 p.

Regis, C. y García, R. 1995. Efecto de aplicación foliar de nitrógeno sobre el rendimiento y la proteínas de grano de trigo. Est. Exp. Agropecuaria, INTA. Buenos Aires.164 p.

Robles, S. 1990.Producción de grano de forrajes. Limusa. México. 183-227 p.

Rodríguez, J.D. 2001. Fertilización de los cultivos. Ed. LOM. Santiago de Chile. 75 p.

Salinas H. M. 2002. Dinámica de crecimiento del cultivo trigo (*Triticum aestivum* L.), con relación a su expansión foliar. Tesis de grado presentada en la Facultad de Ciencias Agrícolas U.A.G.R.M. Santa Cruz – Bolivia. P 76.

Satorre E. C. 2001. Bases de decisión para la fertilización nitrogenada en las zonas Norte de Buenos Aires, Sur de Santa Fe y Centro de AACREA. Cuadernillo de Actualización Técnica No. 63. AACREA. Buenos Aires, Argentina.65 p.

Savoini, R. 1995. Fertilidad de suelos. Departamento de Ciencias Agropecuarias. Primera Edición. Universidad Nacional Cajamarca, PE. 175 p.

Soldano, O. 1985.El trigo. Buenos Aires, A.R. Albatros. 9-52 p.

Steel, R. y Torrie, J.1992.Bioestadística Principios y procedimientos Mc Graw Hill. 625 p.

Terrazas, G. F. 1997. Fertilización de trigo (*Triticum aestivum L.*), con diferentes niveles de Nitrógeno y fosforo. Tesis de grado presentada en la Facultad de Ciencias Agrícolas U.A.G.R.M. Santa Cruz – Bolivia.

Tisdale, S. L. y Nelson, N. 1991. Fertilidad de los suelos y fertilizantes .Ed. Limusa. S.A. México .pp. 541-587

Veizaga A. J. F. 2001. Efecto de la densidad de siembra en cuatro variedades de trigo (*Triticum aestivum L.*), Tesis de grado presentada en la Facultad de Ciencias Agrícolas U.A.G.R.M. Santa Cruz – Bolivia. P 56.

Viosser, J. 2001. Suelos y Fertilizantes. Trad. J. B. Leigas. 3^{ra} ed. Barcelona, ES. Editorial Omega. 480 p.

Vivas H., H. Fontanetto, R. Albrecht y J. Hotian. 2001. Fertilización con nitrógeno, fósforo y azufre para la producción de trigo en el Departamento San Jerónimo (Santa Fe). Informaciones agronómicas. INPOFOS Cono Sur, Acassuso, Buenos Aires, Argentina. 45-59 p.

Wall, P. 1988. Diseños Experimentales. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). México. 45-95 p.

ANEXO

ANEXO 1. Registro de Temperatura (°C), Precipitación (mm) y Humedad Relativa (%) durante el ciclo del cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.)

Meses	Temperatura °C			Precipitación (mm)	H.R. %		
	Máxima	Media	Mínima		Máxima	Media	Mínima
Mayo	33,8	22,9	10,9	58,8	94	80,6	37
Junio	31,4	19,7	7,9	49,2	90	72,1	31
Julio	30,4	20	7,4	71,8	95	73,3	31
Agosto	34,7	22,4	8,7	63,6	97	75,7	35
Septiembre	36,9	24,1	11,5	68,4	95	78,4	24
Total	130,3	109,1	46,4	311,8	471	380,1	158
M.General	26,06	21,82	9,28	61,96	94,2	76,02	31,6

ANEXO 2. Descripción del perfil del suelo (horizonte)

Profundidad (cm)	Horizonte	Textura	Estructura			Consistencia				Raíces		
			Tipo	Grado	Clase	Plasticidad	Adhesividad	Húmedo	Seco	<1mm	1-2 mm	1-2 mm
0 - 12	A	Franco arenoso	Granular	Moderado	2-5 mm	No plástico	No Adhesivo	Firme	Duro	30-40%	1%	2-8%
12-50	B	Franco limoso	Bloques Sub angulares	Mod. débil	1-2 mm	Lig. plástico	Lig. Adhesivo	Friable	Lig. duro	3-5%	1-2%	7-8%
> 50	C(B)	Franco arenoso	Bloques Sub angulares	Débil	0,5-2 mm	Plástico	Adhesivo	Muy Friable	Suelto	<1%	0%	1%

ANEXO 4. Prueba de Duncan al 5%, comparación de medias para altura de planta (cm) en el cultivo de trigo.

(Niveles de Nitrógeno (N) Kg ha -1)	Medias	Duncan 5%
N8 (64)	82.21	A
N5 (43)	82.46	A
N6 (53)	82.23	A
N7 (75)	81.05	A
N4 (32)	81,07	A
N3 (21)	80.75	A
N2 (11)	81.73	A
N1 (0)	76,43	B

ANEXO 5. Prueba de Duncan al 5% comparación de medias para numero de macollos por planta.

(Niveles de Nitrógeno (N) Kg ha -1)	Medias	Duncan 5%
N7 (64)	4,21	A
N8 (75)	4,05	A
N6 (53)	3.78	A
N5 (43)	4,03	A
N4 (32)	3,89	A
N3 (23)	3,88	A
N2 (11)	3,76	A
N1 (0)	2,86	B

ANEXO 6. Prueba de Duncan al 5% comparación de medias para numero de granos por espiga.

(Niveles de Nitrógeno (N) Kg ha -1)	Medias	DMS (*)
N8 (75)	48	A
N7 (64)	48	A
N6 (53)	48	A
N5 (43)	48	A
N4 (32)	47	AB
N3 (23)	47	AB
N2 (11)	45	B
N1 (0)	41	C

ANEXO 7. Prueba de Duncan al 5% comparación de medias para el peso de 1000 (g) granos de semillas de trigo.

(Niveles de Nitrógeno (N) Kg ha ⁻¹)	Medias	Duncan 5%
N8 (75)	39.47	A
N7 (64)	39.57	A
N6 (53)	39.52	A
N5 (43)	38.65	AB
N4 (32)	38.35	AB
N3 (21)	38.84	AB
N2 (11)	37.19	B
N1 (0)	35.03	C

ANEXO 8. Prueba de Duncan al 5% comparación de medias para el peso hectolítrico (Kg/Hl) granos de semillas de trigo.

(Niveles de Nitrógeno (N) Kg ha ⁻¹)	Medias	Duncan 5%
N8 (75)	88,81	A
N7 (64)	88,78	A
N6 (53)	88,68	A
N5 (43)	88,47	A
N4 (32)	87,51	A
N3 (21)	87,37	A
N2 (11)	87.27	A
N1 (0)	80.01	B

ANEXO 9. Prueba de Duncan al 5% comparación de medias para el rendimiento en (kg/ha) de trigo.

(Niveles de Nitrógeno (N) Kg ha ⁻¹)	Medias	Duncan 5%
N8 (75)	2.39	A
N7 (64)	2.39	A
N6 (53)	2.32	AB
N4 (32)	2.33	AB
N5 (43)	2.26	AB
N3 (21)	2.22	B
N2 (11)	2.19	B
N1 (0)	1.83	C

ANEXO 10. Prueba de Duncan al 5% comparación de medias para altura de planta (cm) en trigo con fertilizante foliar.

Fertilización Foliar	Medias	Duncan (*)
Con fertilización Foliar	80.19	A
Sin fertilización foliar	79.9	A

ANEXO 11. Prueba de Duncan al 5% comparación de medias para numero de macollos por planta con fertilizante foliar.

Fertilización Foliar	Medias	Duncan (*)
Con fertilización Foliar	3.98	A
Sin fertilización foliar	3.86	A

ANEXO 12. Prueba de Duncan al 5% comparación de medias para numero de granó por espiga en trigo con fertilizante foliar.

Fertilización Foliar	Medias	Duncan (*)
Con fertilización Foliar	49.85	A
Sin fertilización foliar	48.05	A

ANEXO 13. Prueba de Duncan al 5% comparación de medias para peso de 1000 semillas en trigo con fertilizante foliar.

Fertilización Foliar	Medias	Duncan (*)
Con fertilización Foliar	38.05	A
Sin fertilización foliar	38.99	A

ANEXO 14. Prueba de Duncan al 5% comparación de medias para el peso hectolitrico en trigo con fertilizante foliar.

Fertilización Foliar	Medias	Duncan (*)
Con fertilización Foliar	88.5	A
Sin fertilización foliar	88.4	A

ANEXO 15. Prueba de Duncan al 5% comparación de medias para el rendimiento de grano en trigo con fertilizante foliar.

Fertilización Foliar	Medias	Duncan (*)
Con fertilización Foliar		A
Sin fertilización foliar		A

ANEXO 17. Tratamiento de semilla en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.)



ANEXO 18. Distribución de los diferentes tratamientos en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.)



ANEXO 19. Altura de planta en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.)



ANEXO 20. Peso hectolitrico en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.)



ANEXO 21. Cosecha en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.)

