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

TESIS DE GRADO

"PRODUCCIÓN DE FORRAJE Y SEMILLA DE TRITICALE (*X. triticosecale*) BAJO RIEGO Y SECANO, EN TRES ÉPOCAS DE SIEMBRA EN LA COMUNIDAD DE CALASAYA, PROVINCIA LOS ANDES LA PAZ - BOLIVIA"

DEMETRIO JHONNY TICONA QUISPE

LA PAZ – BOLIVIA

2009

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

PRODUCCIÓN DE FORRAJE Y SEMILLA DE TRITICALE (X. Triticosecale) BAJO RIEGO Y SECANO, EN TRES ÉPOCAS DE SIEMBRA EN LA COMUNIDAD CALASAYA, PROVINCIA LOS ANDES LA PAZ – BOLIVIA

Tesis de grado presentado, como requisito parcial para optar el Título de Ingeniero Agrónomo

Demetrio Jhonny Ticona Quispe

Asesor:

Ing. Víctor Paye Huaranca ……..

Tutor:

Ing. Hugo Mendieta Pedrazas …….

Comité revisor:

Ing. René Calatayud Valdez ……..

Ing. Miguel Nogales Soldevilla .....…….

Ing. Rolando Céspedes .....…….

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador ……...

2009

DEDICATORIA

Al incalculable apoyo,

para que mis sueños se hagan realidad,

a mi querida esposa Julia Viracocha,

por el apoyo brindado en los momentos más difíciles,

a mis hijos Lizeth, Alexci y Jose Julián,

finalmente a mis suegros Benita y Gerardo

Viracocha con amor.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios, por darme vida y salud y por sus bendiciones para realizar este trabajo de investigación.

A la Universidad Mayor de San Andrés, a la Facultad de Agronomía por haberme acogido en sus ambientes y a todos los docentes por las enseñanzas que me impartieron para mi formación profesional.

A mis asesores: Ing. Hugo Mendieta Pedrazas y al Ing. Víctor Paye, por sus consejos, orientación y la transmisión de su experiencia profesional, que respaldaron la ejecución y conclusión del presente trabajo.

Así mismo agradecer al tribunal revisor: Ing. Rene Calatayud, Ing. Miguel Nogales e Ing. Rolando Céspedes, por las acertadas correcciones, aportes y observaciones en la realización del presente documento de investigación.

Un profundo y sincero agradecimiento a mi querida esposa y mis hijos por brindarme su apoyo, cariño y amor durante todo el tiempo de estudio hasta la culminación del presente trabajo de investigación.

A mis padres, que supieron apoyar en momentos difíciles durante todo el tiempo de estudio en la Universidad hasta la conclusión del presente trabajo.

A los pobladores de la Comunidad Calasaya por acogerme y brindarme su apoyo y aliento para poder realizar el presente trabajo de investigación.

Agradecimientos especiales a cada uno de mis amigos, a esas personas que componen mi generación y a todos los amigos que conocí en esta prestigiosa Facultad de Agronomía.

INDICE GENERAL

	Página
CONTENIDO	**i**
INDICE DE CUADROS	**v**
INDICE DE FIGURAS	**vii**
ANEXO	**iv**
RESUMEN	**viii**
I. INTRODUCCIÓN	**1**
1.2. JUSTIFICACIÓN	**2**
1.3. OBJETIVOS	**4**
1.3.1 Objetivo general	4
1.3.2 Objetivos específicos	4
1.3.3 Hipótesis	5
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	**6**
2.1 Origen del triticale	6
2.2 Estructura genética del triticale	6
2.3 El cultivo del triticale	7
2.4 Difusión del triticale	7
2.5 Requerimientos agroclimáticos	8
2.6 Producción de forraje	8
2.7 Altura de planta	9
2.8 Relación hoja / tallo	9
2.9 Superficie cultivada	10
2.10 Producción de semilla	10
2.11 Riego del triticale	11
2.12 Valor nutritivo del triticale	11

Página

III. MATERIALES Y MÉTODOS **13**

3.1 Localización 13
3.1.1 Ubicación geográfica 13
3.1.2 Clima y descripción agroecológica 13
3.1.3 Temperatura 13
3.1.4 Precipitación pluvial 17
3.1.5 Presencia de heladas 19
3.1.6 Humedad relativa (H.R.) 19
3.1.7 Clasificación ecológica 19
3.1.8 Suelos 20
3.1.9 Fisiografía 23
3.1.10 Vegetación 23
3.1.11 Ganadería 25
3.2 Materiales 26
3.2.1 Material vegetal 26
3.3 Equipos 26
3.3.1 Equipos de oficina 26
3.3.2 Equipos de laboratorio 26
3.4 Herramientas 27
3.5 Riego 27
3.6 Labores culturales 28
3.6.1 Deshierbe 28
3.7 Presencia de insectos y enfermedades 28
3.8 Floración y cosecha 29
3.9 Determinación de materia seca 29
3.10 Fechas de épocas de siembra y riego 29
3.11 Metodología experimental 30

	Página
3.12 Diseño	30
3.13 ANVA y Grados de libertad	31
3.14 Tratamientos y factores de estudio	32
3.15 Variables de respuesta	32
3.15.1 Producción de forraje	32
3.15.2 Producción de semilla	33
3.16 Evaluación económica	33
3.17 Presupuesto	35
IV. RESULTADOS Y DISCUCIÓN	**36**
4.1 Rendimiento de materia seca	36
4.2 Rendimiento de materia seca para épocas	40
4.3 Rendimiento de materia seca para riego y secano	42
4.4 Altura de planta	43
4.5 Altura de planta para épocas	47
4.6 Altura de planta para riego y secano	48
4.7 Contenido de proteína en % para épocas de hoja y tallo	49
4.8 Contenido de proteína en % para épocas	52
4.9 Contenido de proteína para riego y secano	53
4.10 Contenido de proteína en % en hoja y tallo	54
4.11 Producción de proteína por Ha.	55
4.12 Relación hoja/tallo	57
4.13 Relación hoja/tallo para épocas	59
4.14 Relación hoja/tallo para riego y secano	60
4.15 Porcentaje de materia seca	61
4.16 Porcentaje de materia seca para épocas	63
4.17 Porcentaje de materia seca para riego y secano	64
4.18 Producción de semilla	65

	Página
4.19 Evaluación económica	66
4.20 Venta de forraje en forma de heno	66
V. CONCLUSIONES	**70**
VI. RECOMENDACIONES	**73**
VII. BIBLIOGRAFÍA CITADA	**74**
ANEXO	**77**

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1.	Análisis proximal del triticale	12
2.	Ocurrencias de temperaturas medias máximas, medias mínimas y temperaturas promedio (periodo 2006-2007)	14
3.	Temperaturas máximas, mínimas y media mensual del Periodo de estudio	15
4.	Precipitación del periodo agrícola 2006 2007	17
5.	Distribución de la precipitación pluvial durante el periodo de estudio	17
6.	Análisis físico de los suelos del lugar de estudio	21
7.	Análisis químico del lugar de estudio	22
8.	Principales especies nativas	24
9.	Principales especies cultivadas del altiplano	24
10.	Fechas de siembra, épocas de siembra y aplicación de riego	29
11.	Esquema para el ANVA Y grados de libertad)(g.l.)	31
12.	Factores de estudio y tratamientos	32
13.	Presupuesto general en Bs.	35
14.	Rendimiento de materia seca en TM./Ha,	36
15.	Análisis de varianza para rendimiento de materia seca	37
16.	Altura de planta en m.	44
17.	Análisis de varianza para altura de planta	45
18.	Prueba de Duncan para épocas de siembra	45
19.	Prueba de Duncan para riego y secano	45
20.	Contenido de proteína en porcentaje	51
21.	Producción de proteína por hectárea	55
22.	Relación hoja/tallo	57
23.	Análisis de varianza para la relación hoja/tallo	58

Cuadro

Página

24.	Prueba de Duncan para la relación hoja/tallo para épocas	58
25.	Prueba de Duncan para la relación hoja/tallo para riego y secano	59
26.	Porcentaje de materia seca	62
27.	Análisis de varianza para % de materia seca	62
28.	Prueba de Duncan para riego y secano	63
29.	Producción neta de heno por hectárea	67
30.	Costos variables, costos fijos y costo total por hectárea	67
31.	Ingreso bruto, costo total e ingresos netos por hectárea	68
32.	Relación Beneficio/ Costo	69
33.	Interpretación de la Relación Beneficio/ Costo	69

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Temperaturas máximas, mínimas y promedio de 2006 – 2007	16
2. Temperaturas máximas, mínimas y promedio del periodo de estudio (octubre de 2006 a abril de 2007)	16
3. Distribubución anual de la precipitación de la gestión 2006-2007)	18
4. Distribución de la precipitación durante el ciclo del cultivo de triticale	18
5. Rendimiento de materia seca en TM/Ha	38
6. Rendimiento de materia seca para épocas	41
7. Rendimiento de materia seca para condiciones de riego y secano	43
8. Altura de planta del triticale en m.	46
9. Altura de planta del triticale en m. para épocas	47
10. Altura de planta del triticale en m. para condiciones de riego y secano	49
11. Contenido de proteína en porcentaje del triticale	51
12. Tenor proteico en porcentaje para épocas	52
13. Contenido de proteína en porcentaje para riego y secano	53
14. Comparación del porcentaje de proteína de la hoja Vrs. tallo	54
15. Producción de proteína por hectárea en kg.	56
16. Representación gráfica de la relación hoja/tallo	59
17. Relación hoja/tallo para épocas	60
18. Relación hoja/tallo para riego y secano	61
19. Porcentaje de materia seca del triticale	63
20. Porcentaje de materia seca para épocas	64
21. Porcentaje de materia seca para condiciones de riego y secano	65

RESUMEN

El presente estudio de “Producción de forraje y semilla de triticale (*X. Triticosecale* W.) bajo riego y secano en tres épocas de siembra en la Comunidad de Calasaya, Provincia Los Andes La Paz, Bolivia”, se llevó a cabo en el Altiplano Norte del Departamento de la Paz, durante la gestión agrícola 2006 2007.

Los objetivos fundamentales fueron, conocer la producción de forraje y de de semilla del cultivo de triticale de la variedad Renacer. Para esto fueron estudiadas tres diferentes épocas de siembra, con y sin aplicación de riego en un diseño de parcelas divididas en bloques al azar. Las épocas de siembra empleadas fueron del 2, 12 y 22 de noviembre de 2006. Los riegos fueron aplicados cada semana.

Las condiciones climáticas reinantes en la zona son claramente húmedas con precipitaciones que van de 500 a 600 mm. por año. En el año de estudio la precipitación total anual fue de 516 mm y solo en el periodo lluvioso de 459 mm.(octubre a abril). La temperatura promedio anual es 10,3 y en el año de estudio de solo 8,9 º C.

Fueron avaluados los siguientes parámetros: Producción de forraje en forma materia seca por hectárea, producción de semilla por hectárea, altura de planta; contenido de proteína en porcentaje y hectárea; relación hoja/tallo y finalmente se hizo la evaluación económica.

Los resultados logrados en el estudio fueron: Para producción de materia seca, los rendimientos más altos por hectárea se lograron en la primera época en riego con 13,6 TM/ha. y los menores datos en la tercera época la segunda época dio resultados intermedios. Para las épocas se observa una tendencia decreciente de la primera a la última con 13,1; 11.0 y 10, 4 TM/ha respectivamente. En esta variable no se observó diferencias estadísticas significativas, por lo cual no se hizo

ninguna comparación de medias. Finalmente el riego promovió una mayor producción de materia seca frente al secano, habiéndose logrado 12,1 y 10,9 TM/ha. respectivamente.

En altura de planta se obtuvieron datos verdaderamente altos hasta de 2,1 m en la primera época con aplicación de riego, los menores valores se lograron en la tercera época y bajo secano, con valores de 1,83 y 1,82 respectivamente. Aquí, se observaron diferencias estadística altamente significativas al 1 % de probabilidad estadística, asimismo se realizaron comparaciones de medias mediante la prueba de Duncan

En lo referente al contenido de proteína, tal como se esperaba se lograron valores altos en la hoja con 12,98 % y solo un 8,48 en el tallo, en consecuencia, los aportes de proteína por hectárea fueron también altos en las primeras épocas y en condiciones de riego. La relación hoja/tallo mostró valores relativamente altos en comparación a los logrados por otros investigadores, así por ejemplo en la primera época dio un valor de 0,63; para la segunda época 0,57 7 solo 0,56 para la tercera época. De igual manera el riego mostró mayores valores con 0,61 versus 0,56 en secano.

La evaluación económica del estudio considerando la relación beneficio / costo, dio altamente positivo con valores mayores a la unidad, incluso en el segundo tratamiento (a1b2), ósea la primera época en secano con un valor de 2,08 esto aparentemente por el alto rendimiento y sin el costo de aplicación de riego.

Finalmente, indicar que ni las épocas de siembra ni el agua, contribuyeron a la producción de semilla en este cultivo, parece por las temperaturas diurnas y nocturnas bajas, cuyas condiciones solo se dan en condiciones de valle.

1 INTRODUCCIÓN

La producción forrajera es un factor de fundamental importancia, en la producción ganadera en los diferentes ecosistemas de nuestro país, sin cuya actividad es difícil entender el proceso productivo de alimentos de origen animal, destinados a la alimentación humana.

Por lo tanto, cualquier programa sostenible diseñado para mejorar las condiciones socioeconómicas de la población rural dedicada a la ganadería, debe necesariamente incluir aspectos orientados a la investigación forrajera, así como, a la producción de semilla a fin de incrementar la producción ganadera del país.

Por otro lado, es correcto pensar que si hubiera disponibilidad de semilla de las diferentes especies forrajeras en el mercado local, sin necesidad de recurrir a otros distritos productores de semilla, se incrementaría significativamente la producción forrajera, y por ende la producción de productos de origen animal como: carne, leche, huevos, fibra, cueros y otros.

También vale la pena indicar que, si bien en condiciones de valle se han hecho ensayos orientados a la producción de forraje y semilla con bastante éxito, sin embargo, por algunas circunstancias no se han realizado pruebas de producción de semilla (grano) en el departamento de La Paz. La producción ganadera en el altiplano paceño, esta sustentada fundamentalmente en praderas nativas, antes que en praderas mejoradas con especies exóticas perennes y anuales como la alfalfa, tréboles, cebada, avena y otros cereales de carácter anual.

Está comprobado que el triticale, desde su introducción a nuestro país en la década de los 70, ha demostrado un enorme potencial forrajero, reuniendo en este híbrido, el vigor del centeno y la precocidad del trigo, lo cual hace que se constituya en una excelente alternativa forrajera, tanto en condiciones de valle como en el altiplano.

Finalmente, es necesario señalar que, falta mucho por trabajar con este cereal, en términos de épocas de siembra, niveles de riego tanto en la producción de materia seca como en la producción de semilla en el altiplano de nuestro país, por lo cual el presente trabajo apunta a determinar la respuesta de estos aspectos de este importante cultivo forrajero.

1.1 JUSTIFICACIÓN

Al presente, la poca producción de triticale para fines de producción de forraje en el altiplano, y algunas cabeceras de valle en el departamento de La Paz, es muy limitado, esta limitación se debe particularmente a la escasez de semilla de este importante cultivo, es así que solo es usado por algunos centros experimentales, fincas ganaderas reconocidas, muy poco o casi nada por parte de los pequeños productores, pese a haber mostrado una excelente adaptación a las condiciones agro climáticas, de las tres zonas del altiplano (A. norte, A. central y A. sur).

SEFO (Semillas Forrajeras), dependiente de la Facultad de Agronomía de la UMSS, es hasta el momento, la única institución dedicada a la producción de semilla de esta forrajera, es más solo produce semilla de variedades y líneas adaptadas a las regiones mesotérmicas, con rendimientos máximos de hasta 7.340 kg/ha, aunque también hay variedades con solo 3.480 Kg/ha de producción de semilla.

De la misma manera, si bien hay datos interesantes de la producción de materia seca en diferentes regiones del ecosistema altiplano, sin embargo, se requiere mayor información de esta forrajera para fines de producción forrajera en zonas con precipitación pluvial y fertilidad diferentes para llenar de esta manera los requerimientos de una demanda insatisfecha de los criadores de ganado ovino, y vacuno fundamentalmente.

En términos generales, la actividad ganadera del altiplano confronta escasez de forraje, fundamentalmente en el periodo seco que va de mayo a noviembre, es decir, aproximadamente 7 meses con esporádicas lluvias que no ayudan mucho en la provisión de alimento, tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo, en consecuencia, se tiene un significativo déficit de alimento disponible para la alimentación de las diferentes especies de ganado.

Por otro lado, el déficit de alimento para la ganadería del altiplano, hace que el sustento para fines de alimentación se base en la pradera natural intensificando de esta manera el deterioro de este recurso natural con altos índices de sobrepastoreo.

Asimismo, datos de la Dirección General de Desarrollo Rural y SEDAGs, señalan que la ganadería del departamento de La Paz es significativamente importante, así por ejemplo la población de ganado vacuno al presente supera las 400.000 cabezas, la población ovina para producción de carne y lana es la mayor del país con 3.260.990 cabezas, seguida de la de Oruro con 2.030.613 (DGDR y SEDAGs).

Finalmente la población de ganado camélido es igualmente trascendental. La Paz se ubica en primer plano para fines de producción de carne y fibra con estimados de 628.880 cabezas de llama frente al nacional de casi 2 millones de cabezas. Igual cosa ocurre con la población alpaquera que muestran datos relevantes con 135.864 cabezas en el distrito de La Paz, lo que implica un 37.33 % de la población nacional.

La Población nacional de vicuñas, especie silvestre cuya fibra es de alto valor en el mercado nacional e internacional no sobrepasa las 10.000 cabezas.

Por lo expuesto, se hace necesario investigar a fin de evaluar, el cultivar de Triticale Renacer, por ser actualmente este el de mejor comportamiento en

condiciones del altiplano del norte de La Paz, en 3 épocas de siembra, bajo riego y secano, tanto, para la producción de biomasa forrajera, así como para semilla lo que nos permitirá conocer mejor esta importante especie forrajera.

1.2 OBJETIVOS

El presente trabajo persigue lograr los siguientes objetivos:

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar tres épocas de siembra de triticale de la variedad Renacer, en condiciones de riego y secano para la producción de forraje y semilla, en la provincia Los Andes del Departamento de La Paz.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el rendimiento de materia seca del triticale bajo tres épocas de siembra, en condiciones de riego y secano.
- Conocer la altura de planta de los tratamientos en estudio.
- Conocer el contenido proteico en % del triticale y la producción por Hectárea.
- Evaluar el valor nutritivo del triticale mediante la relación hoja/tallo.
- Evaluar tres épocas de siembra en la producción de semilla de triticale en la Variedad Renacer.
- Conocer el efecto del riego en la producción de semilla de triticale en la Variedad Renacer.

- Realizar la evaluación en términos económicos del estudio para fines de su aplicabilidad por parte del productor.

1.2.3 HIPÓTESIS

Ho: No existen diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos estudiados, es decir que:

$$\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \ldots\ldots\ldots\ldots = \mu_n$$

Ha: Existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos estudiados, es decir que:

$$\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5 \neq \mu_6 \neq \ldots\ldots\ldots\ldots \neq \mu_n$$

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Origen del triticale

El triticale es un híbrido anfiploide, resultante de la duplicación cromosómica de la cruza intergenérica entre el trigo y el centeno (Robles, 1990).

Según el CIMMYT (1987), el triticale es el primer híbrido conocido entre el trigo y el centeno, que a decir de Wilson (1875), fue de carácter estéril, y recién el científico alemán Rimpau (1888), informó de la existencia del triticale fértil.

Sin embargo, durante mucho tiempo, el triticale fue considerado solamente como una curiosidad biológica, toda vez que no se lo utilizó ni como alimento humano, tampoco como forraje para animales, y recién a partir de 1935, Arne Muntzing, un científico Sueco dedicó gran parte de su tiempo en el mejoramiento de este híbrido intergenérico.

Guerrero (1987), indica que el nombre del triticale proviene del nombre genérico de cada uno de los progenitores; trigo (género *Triticum*), y el centeno (género *Secale*). Según este autor su nombre científico es *Triticum secale*.

Sin embargo, las últimas publicaciones de Meneses y Barrientos (2003), consideran al triticale como *X. Triticosecale* y al presente es el nombre técnico universal de este importante cereal.

2.2 Estructura genética del triticale

Según la FAO (2004), el triticale (*X Triticosecale* Wittmack), genéticamente es un anfiploide fértil y estable que combina los genomas del trigo y el centeno.

Al presente, casi todos los triticales son descendientes primarios, tanto del trigo común (*Triticum aestivum* L.) con 2n= 42 o el trigo duro (*Triticum durum* de 2n = 28) y con el otro parental el centeno (*Secale cereale* L.), con una carga cromosómica de 2n = 14).

Desde la década de los 50 y especialmente durante los últimos 40 años el gran volumen de las investigaciones en el desarrollo y mejoramiento ha estado orientado a lograr variedades y líneas hexaploides. En consecuencia la mayoría de las variedades de triticale cultivadas en el mundo son del tipo hexaploide. Sin embargo, los triticales octoploides han contribuido enormemente en diferentes aspectos en el mejoramiento de los triticales del tipo hexaploide.

2.3 El cultivo de triticale

Según el CIMMYT (1987), el triticale es el primer híbrido conocido resultante de la cruza del trigo y del centeno, que al principio de acuerdo a Wilson (1875), resulto ser estéril.

Trece años después de su obtención el científico alemán Rimpau (1888), informó de la existencia del triticale fértil, para muchos este híbrido, se constituyó solo en una curiosidad biológica y no necesariamente, un cultivo de gran interés para la humanidad.

El nombre común de triticale, se ha formado con la mitad de cada uno de los nombres genéricos de sus progenitores, trigo (Triticum) y el centeno diploide (Secale cereale L.), con 2n = 14.

2.4 Difusión del triticale

Robles citado por Copa (1996), manifiesta que la Universidad de Manitoba del Canadá y el CIMMYT en Méjico, establecieron un programa de colaboración para su estudio y posterior difusión de este cultivo. Esta claro que en principio el programa de este cereal solo apuntaba a la alimentación humana y no así para fines de alimentación animal.

Tal como se indica anteriormente, en América el CIMMYT ha sido la institución que ha llevado a efecto un programa de investigación en colaboración con Manitota, Canadá y el NARS (National Agricultural Research System) a nivel

mundial, habiendo logrado mejoras significativas en el cultivo del triticale (Mergoum 1989).

Por su parte San Martín y Córdova (1986), indican que el IBTA, fue la institución que primero introdujo este cultivo a Bolivia, y su estudio se remonta a la década de los años sesenta con material traído del México y Canadá, siendo los centros experimentales donde se probaron: San Benito en Cochabamba, Chinoli en Potosí, y Patacamaya en La Paz.

En la actualidad en nuestro país, la institución líder en la investigación de este cereal forrajero es el CIF (Centro de Investigaciones Forrajeras) y SEFO (Semillas Forrajeras), ambas dependientes de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Simón, en Cochabamba.

2.5 Requerimientos agroclimáticos

En este punto Parsons (1989), citado por Llanque (2004), menciona que el requerimiento agroclimáticos en lo referente a la temperatura se desarrolla solo en regiones templadas, cuyo rango de variación sería de 15 a 30 ºC., sin embargo, la experiencia que se tiene en el país, es que, también se desarrolla muy bien en lugares fríos como el altiplano de nuestro país.

El requerimiento de precipitación varía de manera significativa tratándose de variedades de verano y de invierno, siendo 600 mm. por año para las primeras y 800 mm. para las de invierno, pero, al igual que en el caso de la temperatura esta forrajera da muy bien en las condiciones del altiplano con precipitaciones que varían de 400 a 500 mm. por gestión agrícola

Por otro lado, se indica que para la producción de semilla las temperaturas tiene que ser altas especialmente las temperaturas nocturnas (Gutiérrez, 2006).

2.6 Producción de forraje

Al presente hay una amplia información en lo que se refiere a trabajos realizados con este cultivo en fertilización. Así Copa (1996), estudiando variedades, líneas,

niveles de nitrógeno, y densidades de siembra en el altiplano norte de La Paz, concluye que la variedad Eronga dio el mayor rendimiento de forraje por hectárea con 5.000 kg/ha y una aplicación de 50 kg de nitrógeno/ha, seguido de la Variedad Renacer con 4213 kg./ha de materia seca con el mismo nivel de fertilización.

Asimismo, este autor señala que la fertilización nitrogenada tuvo un efecto altamente positivo en la producción de materia seca dando un aumento de 7,86 % con el nivel de 50 kg. de nitrógeno frente al testigo.

Rendimientos mayores fueron logrados por Cabrera y Jutzi (1878), en un estudio comparativo de triticale, trigo, centeno, y avena, siendo el cultivar con mayor producción de materia seca en 6TA - 204 - 800 - 90 con 8940 kg/ha, siendo superado solamente por la Avena Texas con 9150 kg/ha, sin embargo hubo registros de producción de materia seca tan bajas como 4.590 kg/ka en el caso del cultivar Abrabian.

2.7 Altura de planta

Es un indicador de la producción de forraje principalmente y ha sido utilizado en numerosos casos de especies forrajeras perenes como anuales, aunque, hoy la literatura disponible como en el triticale no reporta como parámetro de evaluación (Robles, 1990).

Analizando los rendimientos promedios de materia seca en relación a la altura de planta, muestran que a mayores alturas de plantas hay mayor producción de materia seca por hectárea (Copa S. 1996).

2.8 Relación hoja / tallo

Meneses *et al.* (2002) mencionan que la relación hoja / tallo es un indicador importante y los investigadores señalan que la relación hoja / tallo es un factor de la calidad de forraje, puesto que a mayor relación hoja / tallo, mayor es la calidad de forraje.

2.9 Superficie cultivada

Este importante cultivo forrajero, pese a su alta producción de materia seca, valor nutritivo, capacidad adaptativa a condiciones extremas de sequía y baja fertilidad del suelo, es aun cultivado en escasa cantidad en zonas mesotérmicas, así como en el altiplano boliviano, en comparación a otras especies de cereales usados como alimento para ganado como: la cebada, avena y maíz.

Sin embargo, datos proporcionados por SEFO (Semillas Forrajeras), señalan que la superficie cultivada en el altiplano (La Paz, Oruro y Potosí) en el año 2005 es aproximadamente de 325 hectáreas (Meneses, 2008). Para mayor información ver anexo 2.

2.10 Producción de semilla

En la región del altiplano de Bolivia, hay muy poca información relacionada con la producción de semilla de este importante cultivo forrajero, es mas aún en el SEFO (Semillas Forrajeras), de la Violeta, en Cochabamba, la información es escasa, toda vez que la mayoría de los trabajos están referidos a la producción de forraje, y muy poco en relación a la producción de semilla.

Cabrera y Jutzi (1978), informan que en base algunas investigaciones de comparativo de producción de grano entre variedades de triticale, avena y trigo, se lograron rendimientos significativamente altos que superan al trigo Variedad Jaral, y a la avena Variedad Texas con rendimientos de 7.34 Tn. de grano por Ha. frente a 3.72 y 1.11 Tn. de trigo y avena respectivamente.

En el Fundo Universitario de Condoriri, dependiente de la U.T.O., Mejía (2003), en un trabajo relativamente reciente en producción de semilla de triticale con fertilización potásica en comparación a la cebada, encontró que la producción de semilla en triticale es de 1.284 kg. frente a solo 1026 kg/ha en el testigo. Asimismo, la cebada fue significativamente superior al triticale, este último

resultado probablemente se deba a que la cebada es un cultivo ya naturalizado, es decir altamente adaptado a las condiciones del altiplano.

Si bien estos rendimientos por unidad de superficie son relativamente bajos, sin embargo, solucionan una demanda cada vez más creciente de los ganaderos de la región del altiplano.

2.11 Riego del triticale

No se conoce datos relacionados a la aplicación de riego a este cultivo, probablemente por ser este de carácter extensivo, y de poco conocimiento por los productores, y sobre todo porque hay otros cultivos en los cuales se puede aplicar riego con mejores resultados económicos para el productor.

2.12 Valor Nutritivo del triticale

En forma resumida se muestra en este punto el valor nutritivo del triticale frente a sus parentales, el trigo y el centeno.

De acuerdo a Myer y Lozano (2004), la composición en nutrientes del triticale es semejante al trigo y en algunos de sus componentes es superior a este, particularmente en el contenido de lisina. Por otro lado, el contenido en fósforo en el triticale es mucho más alto que en el trigo y el centeno con 4.5 g/kg. de materia seca frente a solo 3.8 g/kg. de trigo y 4.1 g/kg. del centeno.

Estos mismos autores, informan sobre el contenido de proteína cruda de 12,0 % para el triticale; 8,5 % para el maíz y 11, 5 % para el trigo, dando una ventaja de 3,5 % a favor del triticale frente al maíz y 0,5 % en comparación al trigo.

El análisis proximal del triticale versus el trigo y el centeno con base en materia seca, según Peña (1994) es como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 1. **Análisis proximal promedio del grano triticale, comparado con el trigo y centeno en base a materia seca.**

Cultivo	Proteína (%)	Almidón (%)	F. Cruda (%)	E.E. (%)	Azúcares libres (%)	Ceniza (%)
Triticale de primavera	14.5	61	3.8	2.0	4.5	1.7
Triticale de invierno	11.9	58	2.7	1.5	6.0	2.4
Trigo de primavera	13.1	64	3.4	2.1	2.8	1.7
Trigo de invierno	11.9	60	3.1	1.7	3.0	1.8
Centeno de primavera	13.7	55	2.6	1.8	5.0	2.1

En el cuadro anterior se observa en forma general que, el triticale de primavera, denota superioridad al trigo y al centeno, aunque esta superioridad es pequeña, pero, se ve también que, en azúcares libres el centeno es casi similar al triticale y ambos son mayores al trigo.

Análisis bromatológicos hechos en triticale destinado a forraje en nuestro país, informan que en las diferentes líneas y variedades usadas en un estudio realizado por Copa (1996), depende del nivel de fertilización nitrogenada. Así, en forraje el nivel 0 o testigo solo registro 5.23 % de proteína, mientras que las dosis de 50 y 75 kg/ha mostraron mayores contenidos de proteína con 7.52 y 8.21 % respectivamente.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización

3.1.1 Ubicación geográfica

El trabajo de campo se llevó a efecto en la comunidad de Calasaya, provincia Los Andes, ubicada a 65 km. de distancia de la ciudad de La Paz, geográficamente entre las coordenadas 16º 20' de latitud sur y a 68º 28' de longitud oeste y a una altitud de 3828 msnm (Ver anexo 12).

3.1.2 Clima y Descripción Agroecológica

De acuerdo a los datos obtenidos de la Estación Meteorológica de Pucarani y Huarina, que es la más próxima a la Comunidad de Calasaya, lugar del estudio, el clima de la región en su conjunto es predominantemente frío y húmedo, con una precipitación promedio de 550 mm por año y una precipitación de noviembre a marzo de 250.3 mm. La frecuencia de heladas limita la producción agrícola y forrajera durante los meses de mayo a agosto. La temperatura media anual es de 9.2 ºC.

Los datos registrados durante la gestión agrícola 2006 – 2007, se muestran a continuación en los cuadros y figuras correspondientes.

3.1.3 Temperatura

Los registros de temperatura en detalle por meses de junio de 2006 a junio de 2007 se observan en el siguiente cuadro.

Cuadro 2.- **Ocurrencias de temperaturas medias máximas, medias mínimas y temperaturas promedio de la gestión agrícola 2006 – 2007 (julio a junio).**

Año	Mes	Temperatura en (ºC)		Temperatura
		Max	Min	Promedio º C
2006	Julio	15.1	- 5.6	4.8
2006	Agosto	15.9	- 2.1	6.9
2006	Septiembre	16.4	- 0.4	8.0
2006	Octubre	17.3	2.4	9.9
2006	Noviembre	16.5	3.8	10.2
2006	Diciembre	16.7	5.1	10.9
2007	Enero	16.4	5.2	10.8
2007	Febrero	15.9	4.6	10.3
2007	Marzo	15.9	4.8	10.4
2007	Abril	16.3	3.1	9.7
2007	Mayo	15.5	0.5	8.0
2007	Junio	15.8	- 3.5	6.2
Media general.		**16.1**	**1.5**	**8.9**

En la gestión agrícola 2006 – 2007, como normalmente ocurren las temperaturas máximas se dieron durante los meses de septiembre, octubre, noviembre, diciembre y enero, con registros de 16,4; 17,3; 16,5; 16,7 y 16,4 ºC. respectivamente, declinando a partir del mes de febrero, habiéndose registrado las más bajas en los meses de junio, julio y agosto.

Las temperaturas mínimas se dieron durante los meses de junio, julio y agosto con: - 3,5; - 5,6 y - 2,1 ºC.

Por su parte, las temperaturas medias de la gestión agrícola están enmarcadas en la normalidad, tanto en el periodo seco como en el periodo lluvioso. Es así que la media máxima es de 16.1, la media mínima es 1.5 y finalmente la media general anual es de 8.9 que es la que coincide con datos reportados por otros autores en relación a la zona.

Cuadro 3.- **Temperaturas máximas, mínimas y media mensual del periodo de estudio (octubre de 2006 a abril de 2007).**

Año	**Mes**	**Temperatura en º C**		**Temperatura º C.**
		Max.	Min.	Media mensual
2006	Octubre	17.3	2.4	9.9
2006	Noviembre	16.5	3.8	10.2
2006	Diciembre	16.7	5.1	10.9
2007	Enero	16.4	5.2	10.8
2007	Febrero	15.9	4.6	10.3
2007	Marzo	15.9	4.8	10.4
2007	Abril	16.3	3.1	9.7
Media general		**16. 4**	**4.1**	**10.3**

En el cuadro anterior se pueden ver las temperaturas máximas, mínimas y medias de los meses de octubre del 2006 a abril de 2007, periodo en el cual las medias suben por ser este el más caluroso, aunque no de manera significativa.

Las siguientes figuras muestran de manera gráfica el comportamiento climático referido a las temperaturas, tanto de la gestión agrícola de 2006 – 2007 como durante el periodo de estudio desarrollado (octubre 2006 – abril de 2007).

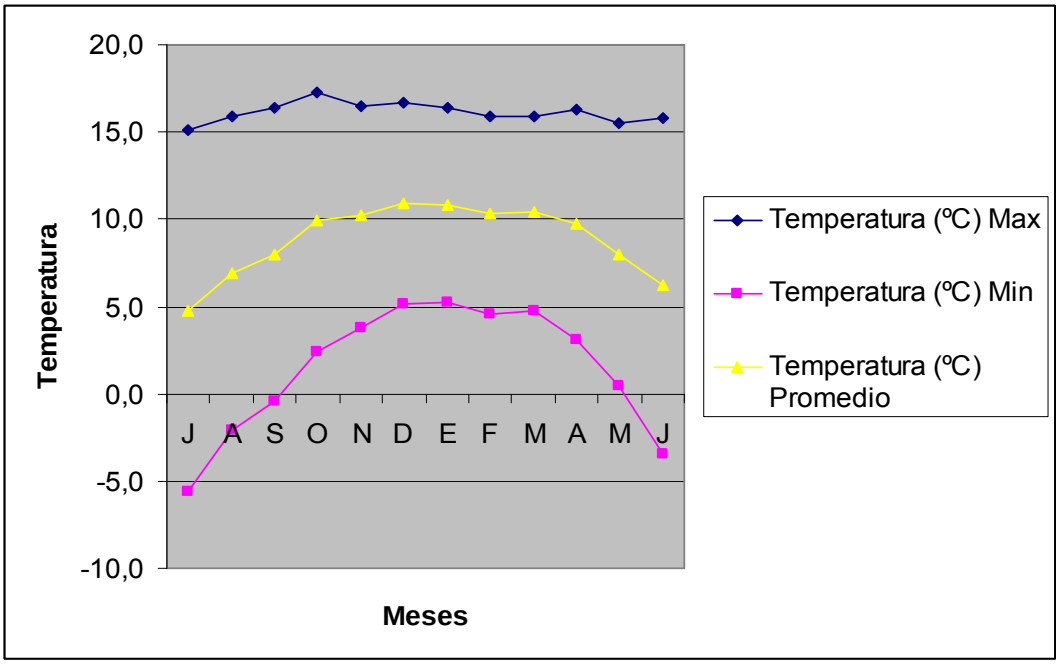


Figura 1.- **Temperaturas máximas, mínimas y promedio, registradas en la gestión Agrícola de julio de 2006 a junio de 2007.**

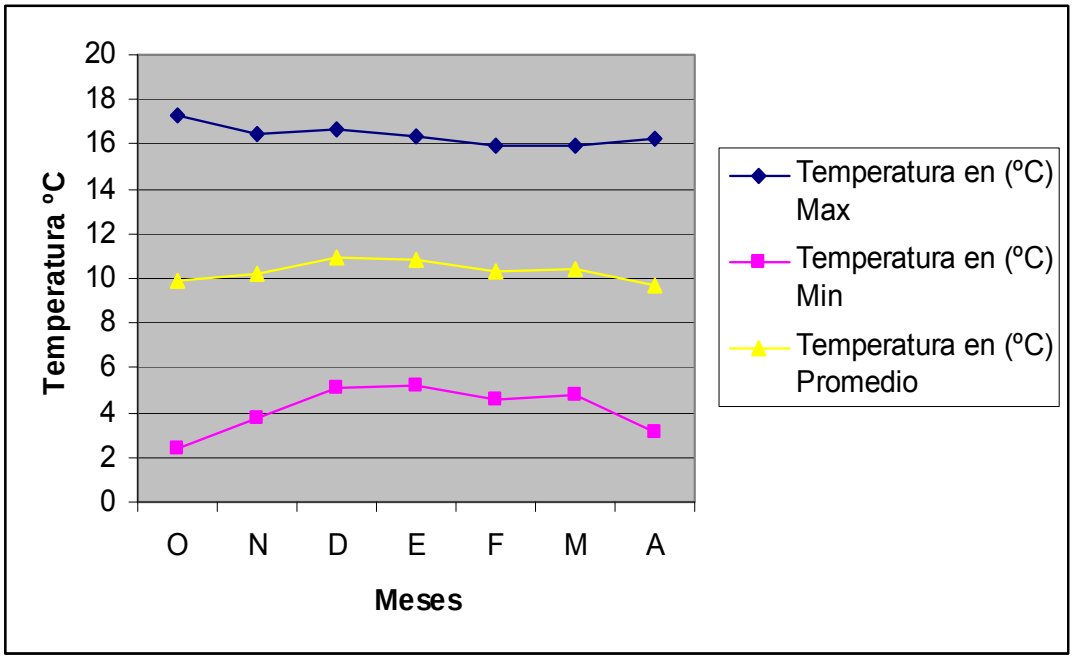


Figura 2.- **Temperaturas máximas, mínimas y promedio, registradas en el periodo de estudio (octubre de 2006 a abril de 2007).**

3.1.4 Precipitación pluvial

A continuación se observan los datos relacionados a este punto.

Cuadro 4.- **Registro de la precipitación pluvial en mm., durante el periodo agrícola Julio de 2006 a junio de 2007(SENAHMI, 2007).**

Año	Mes	Precipitación en mm.
2006	Julio	0.0
2006	Agosto	20.9
2006	Septiembre	19.4
2006	Octubre	40.2
2006	Noviembre	85.6
2006	Diciembre	36.7
2007	Enero	115.2
2007	Febrero	53.0
2007	Marzo	98.1
2007	Abril	30.0
2007	Mayo	16.6
2007	Junio	0.0
Total anual		**516.0**
Promedio mensual.		**43.0**

Cuadro 5.- Distribución de la precipitación pluvial durante el tiempo de estudio en la Comunidad de Calasaya, Provincia Los Andes (SENAHMI, 2007).

Mes	Precipitación en mm.
Octubre	40,2
Noviembre	85,6
Diciembre	36,7
Enero	115,2
Febrero	53,0
Marzo	98,1
Abril	30,0
Total	**459,0**

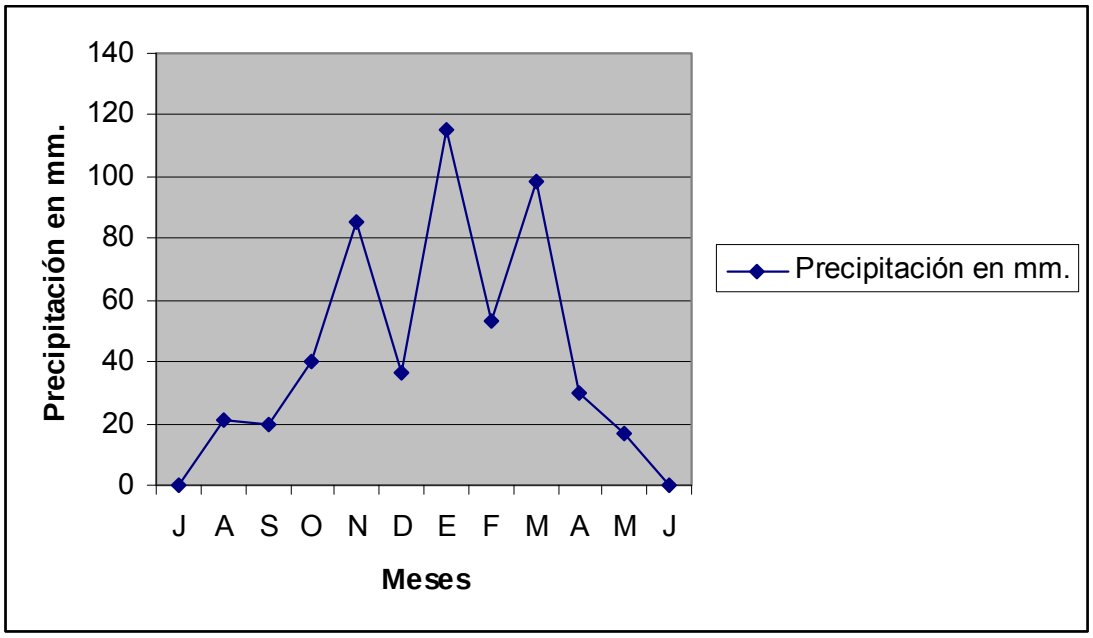


Figura 3.- Distribución anual de la precipitación en mm., durante la gestión julio de 2006 a junio de 2007 en la provincia Los Andes del Departamento de La Paz (SENAHMI, 2007)

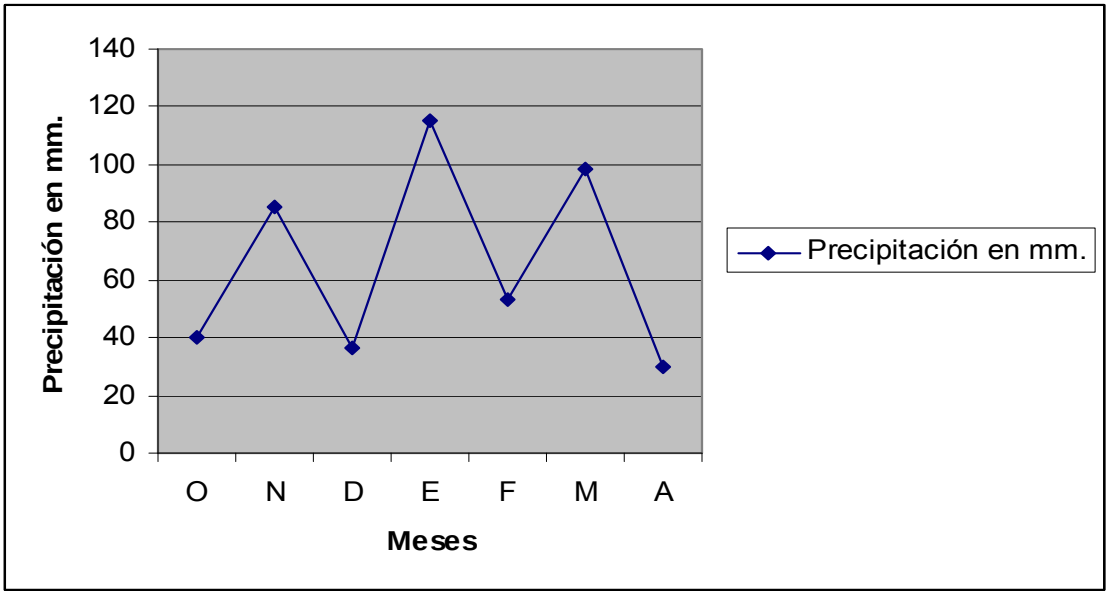


Figura 4.- Precipitación pluvial durante el ciclo del cultivo de triticale Octubre de 2006 a abril de 2007, en la Provincia Los Andes, Departamento de La Paz (SENAHMI, 2007)

Los cuadros 4 - 5 y las figuras 3 y 4 muestran los datos de la precipitación pluvial registrados durante la gestión agrícola 2006 – 2007, gestión en la cual se desarrollo el estudio de la producción de forraje y semilla

La precipitación total caída en la gestión agrícola durante el desarrollo del estudio fue de 516 mm, dato que esta en el rango normal de precipitación de la zona, y en general del altiplano norte.

Asimismo, se nota la mayor acumulación de lluvia registrada en los meses de octubre de 2006 a abril de 2007 con un porcentaje de 89 % durante el desarrollo del cultivo hasta la cosecha y solo 11 % en el resto del año.

3.1.5 Presencia de heladas

Uno de los factores climáticos que limita la producción agrícola forrajera y no forrajera es el registro de temperaturas bajo cero o heladas que se dan de manera continua en los meses de mayo, junio, julio y parte del mes de agosto, ocurriendo inclusive en los meses de crecimiento vegetativo de los cultivos, es decir durante el verano.

Normalmente este factor climático reduce de manera significativa la producción forrajera y otros cultivos no forrajeros como: la papa, oca, haba y otros.

3.1.6 Humedad relativa (H.R.)

Este parámetro climático de relevancia en la producción forrajera es sumamente alta en el periodo lluvioso llegando hasta un 90 %, aunque el promedio general de noviembre a marzo es solo de 65 %(Copa, S, 1996). Sin embargo, en periodos secos la humedad relativa fluctúa entre en el rango de 20 a 30 %.

3.1.7 Clasificación ecológica

Desde el punto de vista ecológico, la zona donde se llevó a efecto el estudio, esta clasificada por Unzueta (1975) como Bosque Húmedo Montano Subtropical,

clasificación base en zonas de vida, es decir en las formaciones vegetales del mundo, aunque otros clasifican como una Zona Subtropical Subhúmedo de altura.

3.1.8 Suelos

Los suelos de la zona donde se llevó a efecto el estudio, de acuerdo a la capacidad agroecológica están clasificados como de Clase II y III, que indica que son suelos profundos y bien drenados en periodos lluviosos, aptos para el cultivo de triticale, aunque en áreas adyacentes se observan de serranía y pies de serranía, estas con contenido mínimo de M.O. con material primario de poco desarrollo, livianos y de textura gruesa (Copa, 1996).

El análisis físico – químico de suelos se observan en los cuadro 6 y 7 respectivamente y anexo 10, el mismo que fue realizado por el Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (IBTEN).

El análisis granulométrico clasifica a los suelos donde se realizó el estudio como franco arcilloso, tipo de suelo ideal para el cultivo del triticale, otras gramíneas forrajeras, leguminosas y cultivos anuales como el haba, arveja, papa y otros tubérculos andinos.

Por el tipo textural estos suelos tienen una enorme capacidad para la retención de la humedad.

Asimismo, el análisis químico señala un contenido de M.O. de 2,6 %, dato relativamente alto como indicador de la fertilidad especialmente en el contenido del elemento nitrógeno con 0,22 %.

La reacción del suelo es alcalina con un valor de 7,5 de pH.

Cuadro 6.- **Análisis físico de los suelos del lugar del ensayo, Calasaya, Provincia Los Andes (Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear, 2008).**

Nº Lab.	Código	Arena %	Arc %	Limo %	Grava %	Clase textural
5/07/2008	Muestra de suelo	27	36	37	5.3	FY

REFERENCIAS

Clase textural

F : Franco
L : Limoso
A : Arenoso
FA : Franco arenoso
AF : Arenoso franco
FY : Franco arcilloso
Y : Arcilloso
YA : Arcillo arenoso
FYA : Franco arcillo arenoso
YL : Arcillo limoso
FYL : Franco arcillo limoso
FL : **Franco limoso**

Cuadro 7.- Análisis químico de los suelos del lugar del ensayo, Calasaya, Provincia Los Andes La Paz, Bolivia (Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear, 2008.

Carbonatos libres		P
pH en agua (1:5)		7.55
pH en KCl 1N (1:5)		7.48
CE mS/cm (1:5)		0.910
* Cationes de cambio (Meq/100 g de suelo)	Al + H	0.07
	Ca	13.14
	Mg	5.25
	Na	1.04
	K	3.0
	TBI	99.7
	CIC	22.5
SAT BAS (%)		99.7
MO (%)		2.6
N total (%)		2.6
** P Asim (ppm)		48.10

Nº de solicitud : 163/2008

Fecha de recepción : 6 /junio / 2008

Fecha de entrega : 24 / junio /2008

REFERENCIAS

CARBONATOS LIBRES

A : **Ausente**

P : Presente

PP : Presente en gran cantidad

Observaciones:

* Cationes de cambio extraídos con acetato de amonio 1N, excepto K, extraído con acetato de sodio 1N

** Fosfato asimilable (P asimilable)**C.E.** Conductividad eléctrica en milisiemens por centímetro

C.I.C. Capacidad de Intercambio Catiónico

T.B.I. Total de Bases de Intercambio

M.O. Materia Orgánica

3.1.9 Fisiografía

El lugar de estudio se puede calificar como un paisaje de tipo planicie, con inundaciones leves durante el periodo lluvioso, con una pendiente suave de 3 %, circundado por algunos cerros de la cordillera oriental.

Como se indica anteriormente los suelos son profundos con alta capacidad de retención de humedad acorde a clase textural y estructura granular, gracias al alto contenido de materia orgánica.

3.1.10 Vegetación

Está compuesta principalmente por especies de tipo arbustivo y gramíneas forrajeras ambas de carácter nativo, con predominancia de la paja (*Stipa ichu*), en los lugares altos y secos y con presencia de bofedales y otras de menor importancia para el ganado. Pero, también se cultivan especies forrajeras introducidas anuales y perennes tales como: la avena, cebada y alfalfa.

Las especies mas importantes de acuerdo a Parker *et al.* (1983), por su rendimiento por hectárea y valor forrajero se tienen en el siguiente cuadro.

Cuadro 8.- Principales especies forrajeras nativas predominantes de la región del altiplano norte.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Compuestas (Arbustos)	*Parasthrephya quadrangulare* *Baccharis microphylla*	Thola Kerhua thola
Gramíneas	*Bromas uniloides* *Festuca dolichophyla* *Festuca othophyla* *Poa pratensis* *Hordeum muticum*	Cebadilla Paja brava - sicuya Chilliwa Poa Cola de ratón
Leguminosas	*Medicago denticulada* *Trifolium amabile*	Carretilla Layu

Las especies introducidas mas cultivadas se observan en el cuadro que sigue.

Cuadro 9.- Principales forrajeras cultivadas en el altiplano de Bolivia, entre las que figuran, leguminosas, gramíneas, tanto anuales y perennes.

Nombre común	Nombre técnico
Alfalfa	*Medicago sativa*
Trébol rojo	*Trifolium pratense*
Trébol blanco	*Trifolium repens*
Festuca alta	*Festuca arundinácea*
Pasto Ovillo	*Dactylis glomerata*
Avena	*Avena sativa*
Cebada	*Hordeum vulgare*
Triticale	*X. Triticosecale*

Otros cultivos importantes de la zona son: la papa, el haba, la oca papalisa y hortalizas como la cebolla, lechuga y otras, igualmente importantes para el agricultor, y que tienen diferentes destinos.

3.1.11 Ganadería

En la zona sé cría ganado vacuno, ovino, cerdos, aves de corral y otras especies menores, constituyendo esta actividad de gran importancia para la economía del

campesino, particularmente para fines de autoconsumo y venta en las ferias dominicales de la provincia y de la ciudad de La Paz.

3.2 Materiales

3.2.1 Material vegetal

El material vegetal a emplear es la semilla de triticale de la variedad **Renacer,** proveniente de la Empresa de Semillas (SEFO)**,** dependiente de la Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba y la misma esta debidamente certificada por esta empresa productora de semilla.

La variedad Renacer de acuerdo a estudios previos realizados en la misma provincia concretamente en la zona de Batallas es la variedad de mayor rendimiento de materia seca por unidad de superficie, le siguen en orden la variedad Cautivador y Eronga.

Esta es la razón por la cual **SEFO** produce semilla de esta variedad, y el motivo fundamental por el cual se emplea esta variedad en este estudio.

3.3 Equipos

3.3.1 Equipos de Oficina

Se emplearon para el proceso de elaboración de documentos equipos de computación, papelería y otros.

3.3.2 Equipos de Laboratorio

Estuvo previsto el uso de germinadores, a fin de conocer el porcentaje de viabilidad de las semillas. Asimismo, se planeo el empleo de equipos especialmente dirigidos a determinar la humedad de la semilla después de la cosecha en el Centro de Investigaciones Forrajeras (CIF), ubicados en la Violeta de la UMSS, una balanza de precisión de laboratorio, sin embargo, por la no producción de semilla viable en las espigas de las plantas de triticale, solo se pudo observar abundante producción de estructuras florales.

3.4 Herramientas

Para la preparación del suelo en el área de estudio se empleo un arado de palo, enganchado a una yunta de bueyes.

También, se usó, picotas, azadón, pala, pita, estacas y romana, hoces y otras herramientas menores

3.5 Riego

Se aplicó riego a las parcelas experimentales que estaban programados para este tratamiento, con una frecuencia semanal. Para esto se utilizó un vertedero rectangular (Ver anexo 1), aplicando la siguiente fórmula:

$$Q = 0.0184(L - 0.2H)H^{3/2}$$

Donde: Q = Caudal en litros /seg.

L = Es la longitud de cresta del vertedero

H =Es la lámina de agua en cm.

Asimismo, se hicieron los siguientes cálculos en base a los siguientes datos registrados.

$$L = 15\,cm$$
$$H = 1\,cm$$
$$Q = 0.0184(15 - 0.2*1)1^{3/2}$$
$$Q = 0.0184(15 - 0.2)\sqrt{1^3}$$
$$Q = 0.0184(14.8)\sqrt{1}$$
$$Q = 0.27*1 = 0.27\,litros/segundo$$

El total de agua aplicada por parcela fue de 16.34 ℓ/minuto durante 7 minutos equivalente a 114.37 litros por parcela en todas los tratamientos donde recibieron riego, totalizando 1372.49 litros o 1.37 m^3 en los 4 bloques en cada riego.

Aclarar que se aplicaron 5 riegos en todo el estudio, y se dejo de aplicar agua después de cada lluvia. El primer riego fue para la preparación del terreno, el mismo fue hasta lograr la capacidad de campo.

El procedimiento consistió en establecer el vertedero rectangular en el ingreso del canal de riego en el campo experimental, en un lugar que no sea con demasiada pendiente ni en un lugar completamente plano, por tanto se busco o se arregló el sitio apropiado.

3.6 Labores culturales

3.6.1 Deshierbe

Esta fue probablemente la labor cultural más importante aplicada en el experimento, y se realizó dos veces en todo el desarrollo vegetativo del cultivo, y fue en los meses de enero y febrero que aparecieron malezas de importancia como algunas especies de malezas (Mendieta, 2007):

- ✓ Cebadilla (*Bromus catharticus*)
- ✓ Ajara o quinua silvestre (*Chenopodium sp*)
- ✓ Mostacilla (*Brassica campestres*)
- ✓ Reloj Reloj (*Erodium cicutarum*)
- ✓ Crespillo (*Calamagrostis vicunarum*)
- ✓ Y otras de menor incidencia

3.7 Presencia de insectos y enfermedades

No se detectó prácticamente ninguna enfermedad ni presencia de insectos que dañaran el cultivo, por lo que demuestra que el triticale es un cultivo altamente tolerante a estos problemas, por lo que no fue necesario ningún tratamiento con insecticidas ni fungicidas.

Normalmente la avena y cebada son bastante susceptibles al ataque de la roya en condiciones de altiplano.

3.8 Floración y Cosecha

Las fechas de floración fueron a los 80 ,78 y 72 días para la primera, segunda y tercera época respectivamente.

La cosecha de las parcelas para la producción de forraje se hizo manualmente empleando peones, para lo cual se utilizó hoces, bolsas de yute para el pesaje y una balanza de 20 kilogramos de capacidad. Posterior al pesaje se tomaron muestras de cada repetición y unidad experimental para determinar la materia seca y el análisis de proteína en laboratorio.

3.9 Determinación de materia seca

Se hizo en una estufa, una vez pesada la muestra se introdujo en esta, hasta lograr el peso constante que fue después de casi 10 horas a una temperatura de 70 º C.

3.10 Fechas de épocas de siembra y riego

Cuadro 10.- Fechas de épocas de siembra y aplicación de riego.

Épocas	Fecha de siembra	Fechas de riego
Época 1	2 noviembre de 2006	✓ **31/10/2006 Preparación del suelo** ✓ 09/11/2006; riego 1 ✓ 26/11/2006; riego 2 ✓ 05/12/2006; riego 3 ✓ 20/12/2006; riego 4 ✓ 05/02/2007; riego 5
Época 2	12 Noviembre de 2006	✓ **10/11/2006 Preparación del suelo** ✓ 16/11/2006; riego 1 ✓ 05/12/2006; riego 2 ✓ 20/12/2006; riego 3 ✓ 05/02/2007; riego 4
Época 3	22 Noviembre de 2006	✓ **20/11/2006 Preparación del suelo** ✓ 26/11/2006; riego 1 ✓ 20/12/2006; riego 2

		✓ 05/02/2007; riego 3

3.11 Metodología Experimental

A continuación se hace el listado de los puntos realizados en la metodología seguida:

- ✓ Se procedió a la preparación del terreno con yunta donde se establecerá el ensayo.
- ✓ Se pesó la semilla de triticale para los tratamientos.
- ✓ Se empleó una densidad de siembra de 100 kg/ha.
- ✓ Se estableció el ensayo bajo el diseño de parcelas divididas, en arreglo de bloques al azar.
- ✓ Se aplicó riego semanal a las parcelas bajo riego.
- ✓ Se hizo deshierbe de las parcelas tanto en riego como en secano.
- ✓ Se toman las lecturas de campo en los diferentes parámetros medidos.
- ✓ Se cosechó todas las unidades experimentales para la evaluación de materia verde y su posterior determinación del % de materia seca, con cuyo dato se calculó el rendimiento de materia seca por parcela y hectárea.
- ✓ Muestras de forraje fueron enviados al IBTEN para la determinación de Materia Seca y Proteina.
- ✓ No se realizó ninguna evaluación en semilla, en razón a que solo se observó espigas con flores sin grano.

3.12 Diseño

Se empleó el diseño de parcelas divididas, donde las épocas fueron, las macro parcelas y el riego las microparcelas (Ostle y Mensing, 1975).

$$Y_{ijk} = \mu + \rho_i + \alpha_j + \eta_{ij} + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Una observación cualquiera

μ = Media general

ρ_i = Efecto de i-ésimo bloque

α_j = Efecto de j-ésima época

η_{ij} = Error de "A"

β_k = Efecto de k-ésimo nivel de riego

$(\alpha\beta)_{jk}$ = Interacción entre época de siembra y riego

ε_{ijk} = Error experimental "B"

3.13 Grados de libertad y ANVA

Cuadro 11.- Esquema para el análisis de varianza tomando como base el diseño empleado de parcelas divididas con arreglo en bloque al azar.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Sumatoria de cuadrados	Cuadrado medio	Fc.	Ft.
Bloques	b -1(4 -1) 3	-----	-----		
Factor A(Épocas)	A -1(3 -1) 2	-----	-----	----	----
Error de A	(b -1)(A -1) 6	-----	-----		
Factor B	(B - 1) 1	-----	-----	----	----
Interacción A*B	(A-1)(B-1) 2	-----	-----	----	----
Error de B	(b -1)A(B -1) 9	-----	-----		
Total	(b*A*B) – 1 23				

3.14 Tratamientos y factores de estudio

Se trabajo con 6 tratamientos arreglados en cuatro bloques, tal como se observa a continuación. Así mismo Ver croquis en el Anexo 9.

Cuadro 12.- Factores de estudio y tratamientos

Factor A	Factor B	Tratamientos
a_1 = Época 1 a_2 = Época 2 a_3 = Época 3	b1 = Riego b2 = Secano	$T_1 = a_1\ b_1$ $T_2 = a_1\ b_2$ $T_3 = a_2\ b_1$ $T_4 = a_{2.}\ b_2$ $T_5 = a_{3.}\ b_1$ $T_6 = a_{3.}\ b_2$

Épocas: a1: 02 de noviembre/06
a2: 12 de noviembre/06
a3: 22 de noviembre/06

Riego: b1: riego
b2: secano

3.15 Variables de respuesta

3.15.1 Producción de forraje

- Rendimiento de materia seca
- Altura de planta
- Contenido de Proteína (%)
- Producción de proteína/ha.
- Relación hoja / tallo
- Porcentaje de materia seca
- Producción de Semilla
- Evaluación económica

3.15.2 Producción de semilla

- Longitud de espiga
- Madurez fisiológica del grano
- Rendimiento de semilla por hectárea
- Humedad del grano
- Viabilidad

3.16 Evaluación económica

La evaluación económica se hizo en base al método comúnmente usado el de la relación BENEFICIO / COSTO, las estimaciones de esta evaluación han sido hechas para todos los tratamientos (6 en total), en base a los precios del mercado local.

Asimismo, vale la pena señalar que en este punto se han considerado solo la opción de la relación B/C y no así la producción de carne con especies animales de importancia comercial.

- **Venta directa de forraje de triticale en forma de heno.**

Para este caso concreto, se hicieron cálculos de transformación de los rendimientos de materia seca por hectárea a heno en fardos de 20 kilogramos de peso que normalmente las empacadoras de forraje producen en la forma mecanizada, para su posterior comercialización entre los ganaderos en las ferias de la zona.

Han sido considerados los costos fijos (CF) y los costos variables (CV) en el proceso productivo, todos expresados por unidad de superficie en este caso por hectárea como es el caso, Ver Anexo 3.

Para el cálculo se emplearon las siguientes formulas:

$$CT = CFT + CVT$$

Donde:

C T = Costo total

C F T = Costo fijo total

C V T = Costo variable total

La relación beneficio / costo:

RB/C = IB/CT

Donde:

RB/C = Relación beneficio costo

IB = Ingreso bruto

CT = Costo total

La Interpretación de la Relación Beneficio/Costo (B/C), se hizo en función de los valores obtenidos de la relación beneficio costo.

Donde la RB/C puede tomar los siguientes valores:

- > 1
- = 1
- < 1

Cuando:

- Cuando el valor de la relación B/C es mayor a 1 es económicamente rentable.

- Cuando el valor de la relación B/C es igual a 1 no hay ganancia ni pérdida, por tanto el resultado es dudoso.

- Cuando el valor de la relación B/C es menor que 1 se tiene pérdidas, por tanto el estudio, el proyecto no es recomendable su aplicación a nivel de producción.

3.17 Presupuesto

Cuadro 13.- Presupuesto general en bolivianos requerido para el estudio de referencia.

Ítem y actividad	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Preparación del terreno				
Roturado	Horas / yunta	1	80	80
Rastreado	Horas / yunta	0.5	80	40
Nivelado	Horas / yunta	0.5	80	40
Limpieza	Jornal	1	40	40
Replanteo	Jornal	2	40	80
Siembra	Jornal	2	40	80
Insumos				
Semilla	*Kg*	*6*	*6,5*	*30*
Urea	*Kg*	*2*	*10*	*20*
Practicas culturales				
Fertilización	Jornal	1	40	40
riego	Jornal	6	40	240
Deshierbe	Jornal	4		
Herramientas y equipo				
Picota	Pieza	2	20	40
Rastrillo	Pieza	1	20	20
Lienza	Pieza	1	10	10
Romana	Pieza	1	15	15
Balanza de precisión	Pieza	1	120	120
Huincha	Pieza	1	50	50
Flexómetro	Pieza	1	8	8
Material de escritorio				
Bolígrafos	Pieza	6	1.5	9
Libreta de campo	Pieza	2	4	8
Lápices	Pieza	3	1	3
Computador personal	Pieza	1	3200	3200
Impresora	Pieza	1	480	480
Papel bond A4	Paquete	2	30	60
Otros				

Pasajes				400
Costo Lab.				450
Imprevistos (10%)				556.3
Total				6119.3

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓNES

En este capítulo se presenta los datos relacionados a los resultados obtenidos durante el estudio en condiciones de campo, los mismos que son mostrados en cuadros y figuras.

4.1 Rendimiento de materia seca

A continuación se presenta el cuadro de rendimientos de materia seca de triticale, bajo dos condiciones de riego y secano en tres épocas de siembra. Los datos originales de materia verde y materia seca por bloques ver Anexo 8 y 4 respectivamente.

Cuadro 14.- Rendimiento promedio de materia seca TM/Ha de triticale de la Variedad Renacer en 3 épocas de siembra, en condiciones de riego y secano.

Época de Siembra	Condición	Rendimiento de materia seca	Promedio Épocas
a**1**	Riego Secano	13,6 12,6	**13,1**
a **2**	Riego Secano	11,8 10,3	**11,1**
a **3**	Riego Secano	11,0 9,8	**10,4**
Promedio Condición	**Riego Secano**		**12,1 10,9**

Cuadro 15.- **Análisis de varianza (ANVA), para el rendimiento de materia seca de triticale, en 3 épocas de siembra bajo riego y secano.**

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
Bloque	3	64,57	21,52	1,63	4,76	ns
Época	2	31,96	15,98	1,21	5,14	ns
Error A	6	79,26	13,21			
Condición B	1	8,28	8,28	3,49	5,12	ns
Época*Condición(AxB)	2	0,32	0,16	0,07	4,26	ns
Error B	9	21,36	2,37			
Total	23	205,75				
Media general 11,50						

CV (a) 29,6 %; CV (b) 13,39 %

El análisis de varianza para la materia seca (cuadro 15), indica que no existe diferencias significativas ($P < 0.05$), para épocas y riego. Así mismo no existen diferencias significativas para la interacción riego por época.

De acuerdo al cuadro 14, muestra un promedio de rendimiento en materia seca para los tratamientos bajo riego de 12.1 TM/Ha, seguido por el de secano con 10.9 TM/Ha, lo que confirma la influencia del agua para un mayor desarrollo potencial forrajero en el altiplano. Esto nos muestra que con el cultivo del triticale se puede obtener buenos rendimientos con la aplicación de agua.

El cuadro 14 establece, que el mayor rendimiento promedio de materia seca es para la época 1 con 13.1 TM/Ha, en tanto que para la época 2 y 3 es de 11.1 y 10.4 TN/Ha respectivamente.

En el referido cuadro se ve claramente que la primera época es superior a las demás épocas, debido a la buena administración de agua en días secos y la intensidad de la luz para aprovechar la fotosíntesis entre primavera y verano.

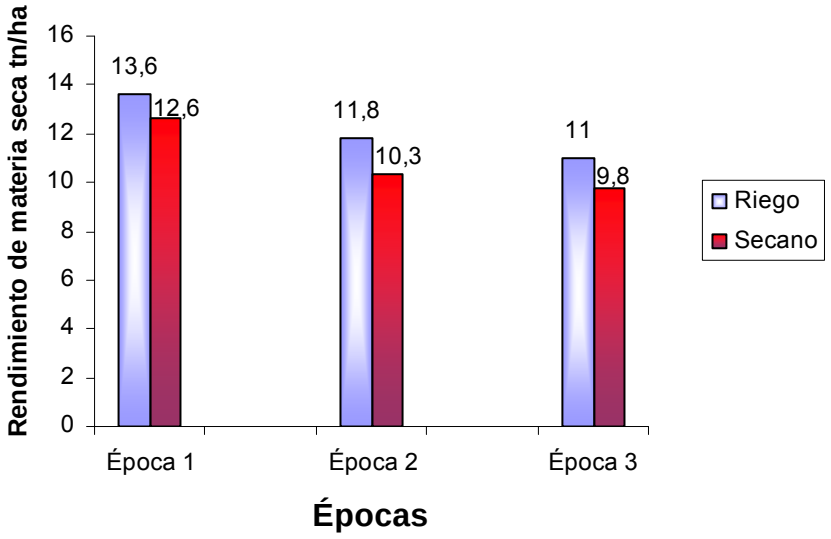


Figura 5.-. Rendimiento de materia seca en toneladas por hectárea triticale en tres épocas de siembra en riego y secano.

Tal como se observa en el cuadro 14 relacionado a las diferencias numéricas de producción de materia seca por hectárea, el promedio global del factor A (épocas de siembra), si bien se nota rendimientos mayores en la primera época, con registro de 13,1 frente a 11,1 para la segunda época y 10,4 para la tercera época, las diferencias no son estadísticamente significativa (Ver cuadro 15).

Las diferencias entre épocas son del orden de 2,0 TM de la época 1 a la época 2, de la época 1 a la 3 la diferencia es del orden de 2,7 TM/ha., y finalmente solamente 0,7 TM entre las épocas 2 y 3.

Lo importante en este punto referido a la producción de materia seca por hectárea, son los altos rendimientos por unidad de superficie, tanto en épocas de siembra, como en bajo riego y secano, se podría atribuir esto a la alta calidad de los suelos y naturalmente al alto contenido de materia orgánica (2,6 %) y en consecuencia al alto contenido de nitrógeno de origen orgánico que es el elemento que las gramíneas requieren en condiciones del altiplano (Ver cuadro de análisis de suelo).

Producciones logradas por otros investigadores como Cabrera y Jutzi (1978) en condiciones de valle, no sobrepasan las 8, 94 TM por hectárea de materia seca con la línea 6TA-2004-800-90.

Por su lado Copa (1996), estudiando niveles de fertilización en variedades y líneas de triticale, logró con la mejor variedad Eronga una producción de hasta 4,500 kg de materia seca por hectárea.

Lazarte y Chacón (1981), estudiando líneas de triticale en el Centro de Investigaciones en forraje en la Violeta, predio de la Universidad Mayor de San Simón en Cochabamba alcanzaron una producción máxima de 6,91 TM/ha de materia seca.

Gutiérrez y Veizaga (1985), encontró que la línea 24 tuvo el mayor rendimiento con 7,45 TM de materia seca por hectárea versus otras líneas de menor rendimiento, superando inclusive a la avena y cebada, forrajeras anuales de buen comportamiento en los valles y altiplano de nuestro país.

Finalmente, en estudios mas recientes efectuados en el Centro Experimental Agropecuario de Condoriri, perteneciente a la Universidad Técnica de Oruro, Meneses y Barrientos (2003), reportan rendimientos de materia seca realmente promisorios con diferentes líneas y la variedad Renacer, esta última como variedad testigo en dos momentos de corte. En este caso la Variedad Renacer usada como testigo en siembra pura, confirmo ser la de mayor rendimiento con 18,3 TM/ha frente a la línea de menor rendimiento de solo 11,7 TM, de materia seca por hectárea.

Paralelamente, el factor de estudio B (riego y secano), tampoco muestra una diferencia entre la condición riego versus secano con rendimientos promedio de 12.1 en riego y 10.9 Kg. de materia seca por hectárea sin aplicación de agua o

secano, con una diferencia de 1,2 toneladas más que el tratamiento sin riego, lo cual también se expresa en el análisis de varianza, como no significativo (NS).

Los coeficientes de variación son: 29,6 % y 13,39 % para el factor épocas y el factor condición riego y secano respectivamente, lo que muestra una alta confianza en los datos obtenidos en el presente estudio.

Por los resultados obtenidos para el rendimiento de materia seca por hectárea como no significativo, es que no hace una comparación de medias entre tratamientos en los diferentes factores de estudio.

Los resultados obtenidos se atribuyen a las condiciones clima – suelo, de manera que el suelo del lugar es Franco Arcilloso (FY), que tiene un contenido de materia orgánica de 2.6, el cual es un factor importante en la producción vegetal, también se puede tomar en cuenta la rusticidad del hibrido (X. triticosecale).

4.2 Rendimiento de materia seca para épocas de siembra

Aquí se intenta hacer un análisis comparativo del comportamiento del triticale en rendimiento de materia seca en función de las 3 épocas empleadas.

A continuación se presenta la gráfica del rendimiento de materia seca por hectárea.

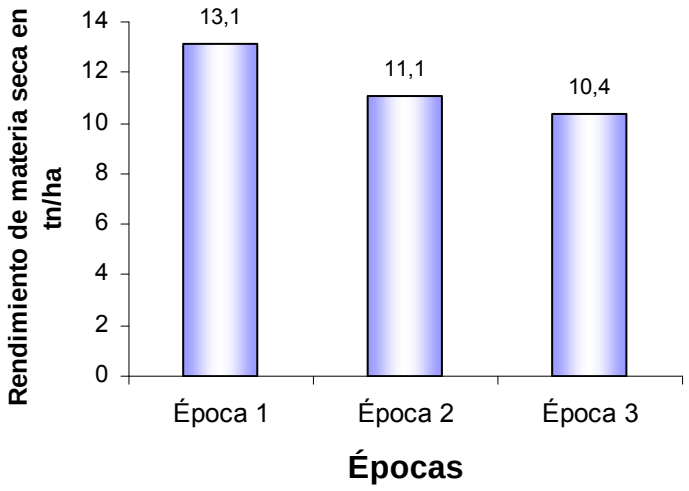


Figura 6.- **Rendimiento de materia seca en TM/ha. para épocas de siembra en riego y secano en la variedad de triticale Renacer.**

Se puede observar en el cuadro de rendimiento de materia seca por unidad de superficie (Cuadro 14), análisis de varianza (cuadro 15) y la figura 5 que, claramente no existe diferencia estadística significativa, aunque si hubo pequeñas ventajas de rendimiento en las primeras épocas

Así la primera época con una producción promedio de 13,1 es mayor a la tercera con 2,7 TM/ha., y con 2.0 TM/ha frente a la se segunda época, mientras que la segunda versus la tercera tiene una ventaja de 0.7 TM/ha., mas adelante veremos si estas diferencias son económicamente rentables o no, para recomendar a los productores de ganado en la región altiplánica donde se efectuó el estudio.

Resultados con rendimientos menores (5,12 y 4,78 TM/ha) fueron logrados en 2 épocas de siembra en un estudio realizado con diferentes líneas en Cochabamba por Gutiérrez (1985), no se indican alturas de planta al respecto, pero se indica como posibles causas de la no significancia, al hecho de que algunas líneas desarrollan mejor en la primera época y otras en la segunda época.

De la misma manera Meneses y Barrientos (2003) en un documento de recopilación de trabajos de investigación con especies forrajeras tanto en cultivos puros como en asociación con leguminosas como las vezas, informan de datos de producción de materia seca por hectárea de hasta 21, 7 TM/ha frente a 21.3 de la avena y solo 12,2 de la cebada esto en cultivos puros.

Mientras que en asocio con Veza Común y Arveja forrajera, los rendimientos son sumamente altos llegando hasta 24,5 a 15,7 TM/ha respectivamente.

Las diferencias en épocas es mínima, por las características del suelo, que contiene materia orgánica de 2.6, por otro lado tiene que ver mucho la rusticidad del hibrido, por lo que no hay significancia entre épocas. También señalar que el riego influye en menor cantidad entre las épocas 2 y 3.

4.3 Rendimiento de materia seca en riego y secano

En esta parte de acuerdo a los resultados obtenidos, al igual que en el factor épocas de siembra, no se han encontrado diferencias estadísticas (Ver cuadro 16, y Fig.7). Pese a que se obtuvo mejores rendimientos bajo condiciones de riego, sin embargo no son de mucha consideración. Se puede atribuir este resultado como consecuencia de un riego adecuado en días secos y que el periodo lluvioso también favoreció a la época de siembra. Lo que quiere decir que se han registrado lluvias a corto tiempo de establecido experimento.

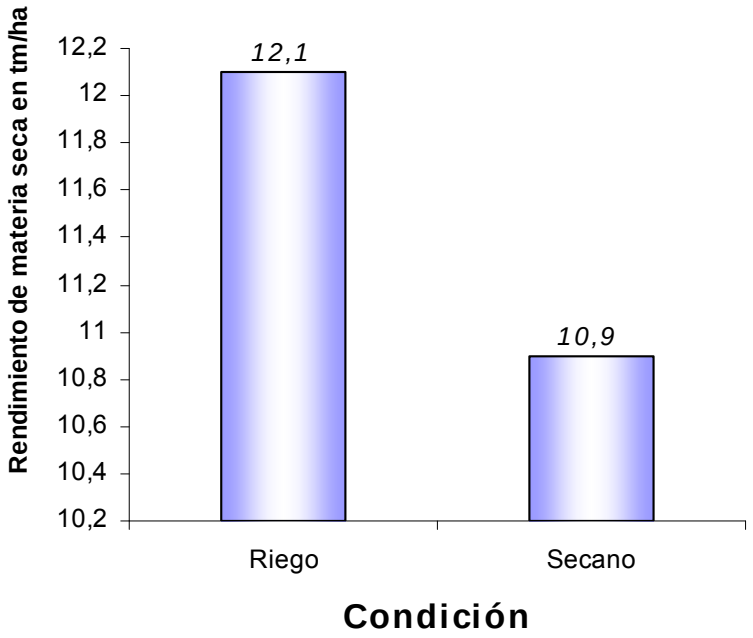


Figura 7.- **Rendimiento de materia seca en TM/ha. en condiciones de riego y secano en el cultivo de triticale.**

Los rendimientos de materia seca en condiciones de riego y secano, no muestran diferencias significativas, por la rusticidad del hibrido, que la planta se adapta fácilmente en lugares secos y áridos, además el contenido de materia orgánica del suelo hace que no haya diferencias.

4.4 Altura de planta

En el siguiente cuadro se presentan las alturas de planta registradas del triticale en la comunidad de Calasaya. Asimismo Ver altura de planta por bloques en Anexo 5.

Cuadro 16.- Altura de planta promedio en metros del triticale variedad Renacer en 3 épocas de siembra, en condiciones de riego y secano.

Época de Siembra	Condición	Altura de planta	Promedio/Épocas
a**1**	Riego Secano	2.10 1.98	**2.04**
a **2**	Riego Secano	1.91 1.76	**1.84**
a **3**	Riego Secano	1.93 1.73	**1.83**
Promedio Condición	**Riego Secano**		**1.98 1.82**

Tal como se observa en el cuadro 16 la altura de planta del triticale en el momento de la cosecha se registraron datos altos lo que de alguna manera podría justificar los altos rendimientos de materia seca por hectárea.

Los tratamientos bajo riego fueron los que alcanzaron la mayor altura de planta, así por ejemplo, la primera época midió 2,10 metros, por su parte en secano igualmente registro alturas considerables en la misma época alcanzó 1, 98 metros con un promedio de época de 2,04 m lo que quiere decir en este último caso que la estación favorable y precipitación registrada en ese periodo ayudó a lograr alturas considerables en secano.

También se puede explicar que, todos los tratamientos con aplicación de agua (riego), tuvieron alturas mayores en comparación a los tratamientos sin riego (secano) eso en todas las épocas (Cuadro 16).

Finalmente, en esta parte, se indica que se han encontrado diferencias estadísticas significativas a nivel del 1 % de probabilidad en las épocas estudiadas, al igual que para las condiciones (riego y secano), y no así para la interacción entre épocas y condiciones de riego y secano, razón por cual se hizo la comparación de medias empleando la prueba de Duncan.

Para mayor detalle de lo anteriormente indicado ver los cuadros 16, y 17, y la figura 8, donde se ven de manera mas objetiva los datos registrados de este parámetro.

Cuadro 17.- **Análisis de varianza para altura de planta en 3 épocas de siembra y en 2 condiciones (riego y secano) en el cultivo de triticale.**

FV	GL	SC	CM	FC	FT	NS
Bloque	3	0,15	0,05	7,50	4,76	
Epoca	2	0,22	0,11	16,50	5,14	**
Error A	6	0,04	0,01			
Condición	1	0,15	0,15	45,00	5,12	**
Epoca*Condición	2	0	0,00	0,00	4,26	ns
Error B	9	0,03	0,00			
Total	23	205,75				
CV(a) = 4,29 %			**CV(b) = 3,04 %**			

Cuadro 18.- **Comparación de medias para la altura de planta mediante la prueba de Duncan para 3 épocas de siembra del cultivo de triticale en la Comunidad Calasaya, La Paz, Bolivia.**

Época	Media	Duncan
E1	2.04	A
E2	1.84	B
E3	1.83	B

Duncan (P: 0.05)

Cuadro 19.- **Comparación de medias para altura de planta mediante la prueba de Duncan para 2 Condiciones (riego y secano), del cultivo de triticale en la Comunidad de Calasaya, La Paz, Bolivia.**

Condición	Media	Duncan
Riego	1.98	A
Secano	1.82	B

Duncan (P: 0.05)

La comparación de medias en cuadro 18, indica claramente que la media de la época 1 difiere significativamente de la segunda y la segunda no muestra

diferencia estadística en comparación a la tercera época, y por supuesto no hay diferencia entre la segunda y tercera época al 0.05 % de probabilidad (Ver. los cuadros anteriores 18 y 19).

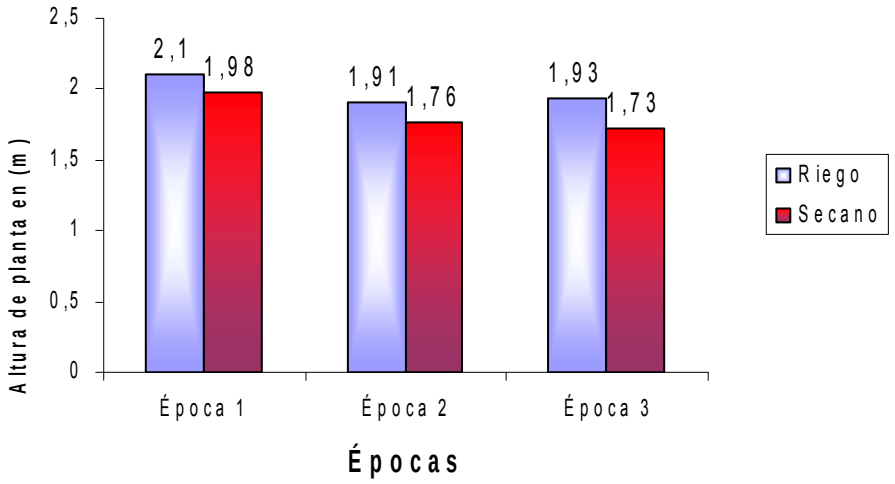


Figura 8.- **Altura de planta en metros en 3 épocas de siembra 2 condiciones (riego, secano) en el cultivo de triticale.**

Tal como se ven en los cuadros y figuras anteriores, los datos de la altura de la planta son altos, debido a que el contenido de materia orgánica es alta en el lugar de estudio, otro factor importante es la rusticidad del hibrido, además el riego actúa como un vehiculo para movilizar nutrientes que necesita la planta mediante la xilema y fluema, por lo tanto las hojas tienen mayor fotosíntesis y por consecuente mayor materia orgánica.

Las diferencias que existe en la altura de planta son significativas, así en la primera época la altura alcanza 2.04 metros, en la segunda y tercera son de 1.84 y 1.83 metros respectivamente. La diferencia de la primera época de las dos últimas épocas, es debido a la aplicación de riego oportuno, el cual actúa como un vehiculo para transportar los nutrientes necesarios del suelo a la planta, para un mayor follaje y un mayor fotosíntesis.

4.5 Altura de planta para épocas de siembra

Como se indicó anteriormente las alturas de planta son altas tanto para épocas como riego y secano, lo que justifica su alta producción de materia seca, y como consecuencia el alto grado de adaptabilidad de este híbrido introducido hace varias décadas a nuestro país.

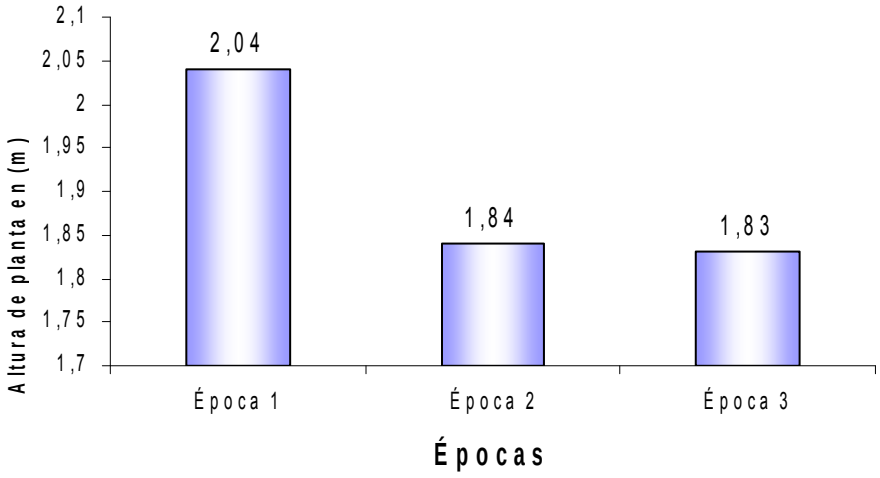


Figura 9.- **Altura de planta en metros para 3 épocas de siembra en el cultivo de Triticale.**

Los datos promedios por épocas se muestran en el cuadro 18 y también se puede ver en forma mas ilustrada en la figura 9.

En este parámetro medido, la bibliografía consultada es escasa, y los únicos trabajos que registran alturas de planta son los de Copa (1996), que indica que, también las alturas de planta registran diferencias significativas mediante el análisis estadístico estudiando líneas y variedades de triticale además de densidades y fertilización.

Los datos registrados alcanzan promedios de: 1,13 m para la variedad Renacer, 1,04 m. para la variedad Cautivador, con 0,92 m la variedad Eronga, y le siguen en orden las líneas: L-16/93, L-36/93, y la L-10/93 con alturas de 0.90; 0.83; 0.74 respectivamente.

También, Llanque (2004), estudiando épocas de siembra, fertilización nitrogenada y líneas y variedades en el altiplano norte de La Paz, logra también alturas menores a los conseguidos en el presente estudio, pero, los datos para este parámetro de igual manera son mayores a los reportados por (Copa, 1996).

Así por ejemplo, en la tercera época se logra hasta 1,35 m de altura de planta, en la segunda época 1,17 m y solamente 0,90 m en la primera época, datos mayores a los informados por Copa (1996). Llanque reporta mayores alturas en las últimas épocas, y es todo lo contrario a lo encontrado en el presente estudio.

En un ensayo comparativo de 3 variedades de triticale y variedades de avena llevado a cabo en la Estación Experimental de Choquenaira en 1992, determino alturas de planta desde 85 a 95 cm, alturas muy por debajo de las registradas en el presente estudio (Mendieta, 1992).

La diferencia de altura de planta de la primera época de los demás épocas, es debido a las aplicaciones de riego oportuno en la temporada seca, además la fertilidad del suelo, el contenido de materia orgánica, la alta adaptabilidad del hibrido y las horas luz, son factores importantes para esta diferencia. Por otro lado las dos últimas épocas han tenido días nublados y de precipitaciones de alguna manera alcanzaron alturas menores a la primera época.

4.6 Altura de planta en condiciones de riego y secano

El cuadro 16, además de la figura 10 ilustran claramente lo registrado en el factor B o condición riego y secano, se quiere indicar con esto que con aplicación de agua de las parcelas aumento en promedio la altura de planta de 1,82 a 1,98 m, lo que implica un incremento de 16 cm.

De igual manera se puede ver el cuadro 19 donde se logró establecer una diferencia estadística significativa en función de la comparación de medias.

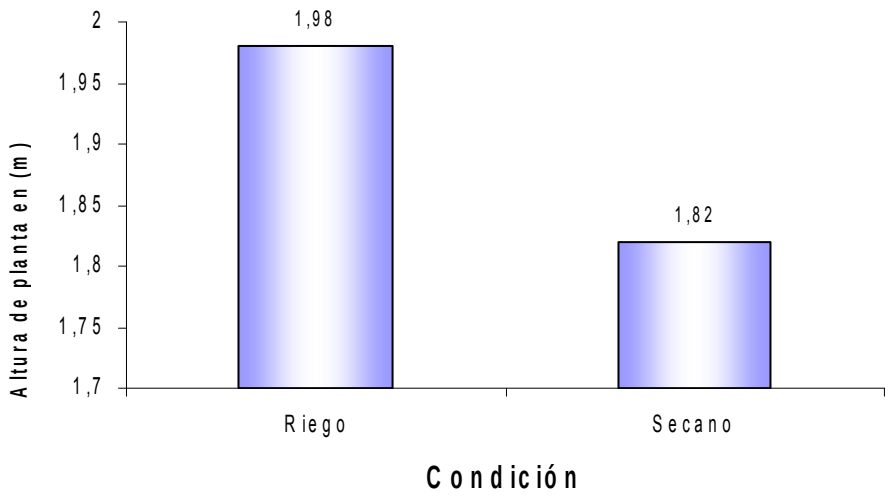


Figura 10.- **Altura de planta en metros encontrados en el triticale en condiciones de riego y secano en la comunidad de Calasaya, Provincia Los Andes, departamento de La Paz.**

Claramente la altura de la planta es superior el de riego y es menor el de secano o sin riego, lo cual nos indica que el agua es fundamental para aumentar la producción de materia seca, logrando alturas superiores, en complicidad de otros factores como el contenido de materia orgánica y la clase textural del suelo y además mucho que ver la rusticidad del hibrido (X. triticosecale).

4.7 Contenido de proteína en % de la hoja y tallo

El análisis proteico, se encomendó al Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (IBTEN), los datos de porcentaje proteico se observan en el cuadro 20.

Como es de suponer el contenido de proteína es significativamente superior en el follaje que en el tallo, es decir 12,98 y 8,48 % respectivamente, lo que significa exactamente 4,5 puntos porcentuales más en el follaje en comparación al tallo.

El contenido de este nutriente en el triticale, forrajera vital en la alimentación animal de acuerdo a la revisión bibliográfica y los datos logrados en el presente estudio de 10,73 %, coinciden en términos numéricos.

Es así que, Peña (2004), establecen en un análisis proximal para el triticale de primavera un rango de 10,3 a 15,6 y el de invierno de 10,2 a 13,5 superando al trigo de primavera, aunque el centeno supera a ambos cultivos, por lo que se puede afirmar que los datos colectados en este estudio son altamente confiables para este parámetro.

No se conoce el contenido de aminoácidos esenciales del forraje de triticale, sin embargo, en el caso del grano de este cultivo el mismo autor informa que una característica del grano es su valor nutritivo de la proteína para la alimentación humana, ya que es especialmente alto en lisina, aminoácido siempre limitado en los otros cereales de consumo humano.

El tenor proteico es bastante alto (10,73) comparativamente con otros datos registrados por Copa (1996) con solo 7,49 %, probablemente esto se deba al alto contenido de M.O. y en consecuencia del elemento nitrógeno. Es así que la FAO, indica que a mayor contenido de nitrógeno también aumenta el porcentaje de proteína cruda (FAO, 1986)

Por otra parte Chacón y Lazarte (1981) encontraron niveles de proteína con aplicación de 36 Kg. de nitrógeno sumamente altos que fueron del rango de 16 a 22 % de proteína cruda.

Cuadro 20.- Contenido de proteína (%) en 3 épocas de siembra en condiciones de riego y secano en la localidad de Calasaya Provincia Los Andes, del Departamento de La Paz. (IBTEN, 2008).

ÉPOCA	CONDICIÓN	Proteína (%)		Promedio h/t época	
		Hoja	Tallo		
1	Riego Secano	13.25 9.13	11.25 7.25	12,3 8,2	**10,3**
2	Riego Secano	14.38 13.88	8.56 9.06	11,5 11,4	**11,4**
3	Riego Secano	13.31 13.94	8.75 6.06	11,0 10,0	**10,5**
Promedio H/T		**12.98**	**8.48**	**10,73**	
Condición	Riego Secano			**11,6** **9,87**	

El alto contenido proteico de las hojas frente al contenido proteico del tallo que es inferior, es probable que influya las horas luz, para aprovechar a lo máximo la fotosíntesis, porque las hojas del triticale son largas y amplias.

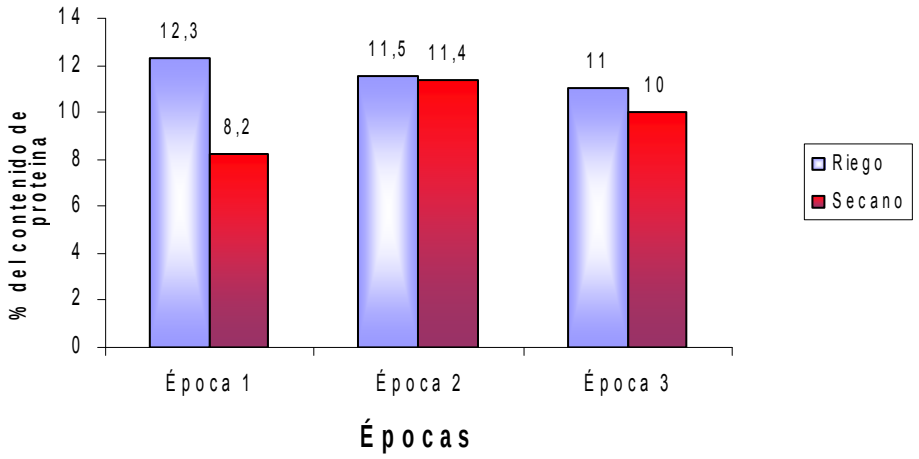


Figura 11.- Contenido de proteína en % del triticale sembrado en 3 épocas diferentes en condiciones de riego y secano.

El contenido proteico del tallo es inferior al de hoja, probablemente por las características del tallo que son gruesos y huecas.

4.8 Contenido de proteína en % para épocas

En este carácter medido no se encontró diferencias en función de épocas tal como se observa en el cuadro 20, y en forma mas objetiva en la figura 12, en esta última se registran valores de 10,3, 11,4 y 10,5 % para la 1º, 2ª y 3º época, respectivamente, valores ciertamente sin mucha diferencia, lo que nos indica que no afecta mucho sembrar en diferentes épocas, especialmente con intervalos de 10 días como en este caso concreto.

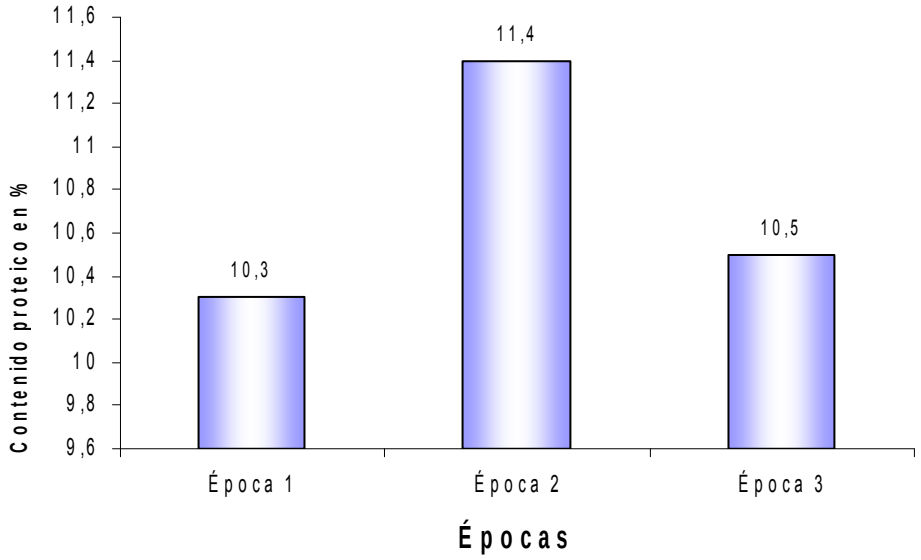


Figura 12.- **Tenor proteico del triticale en % para 3 épocas de siembra.**

La poca diferencia que existe entre épocas, es debido a que a la primera época se aplicó riego y se observo una maduración rápida, lo mismo con la tercera época por que el tiempo de la producción forrajera se termina, en cambio la segunda época se beneficia en riego y en periodo de producción, ese es el motivo por lo que la segunda época sea superior a las otras épocas.

4.9 Porcentaje de proteína para riego y secano

El riego favoreció de manera positiva el contenido de proteína en el triticale, si bien la diferencia no es muy notable como se puede ver en la figura 13, sin embargo, parece que el riego promueve en el mayor contenido de este nutriente mejorando

por tanto una mayor producción de biomasa en términos de follaje, y una menor lignificación del forraje. La diferencia numérica entre riego y secano es solo de 1,7 %, dato probablemente no significativo desde el punto de vista estadístico.

Finalmente, en este punto Llanque (2004), logró empleando la misma variedad Renacer un porcentaje de proteína de 7,67 en riego y solamente 6,58 % en secano, como se vera la tendencia es la misma, es decir, mas alto en riego y menor en secano, aunque los niveles son significativamente menores.

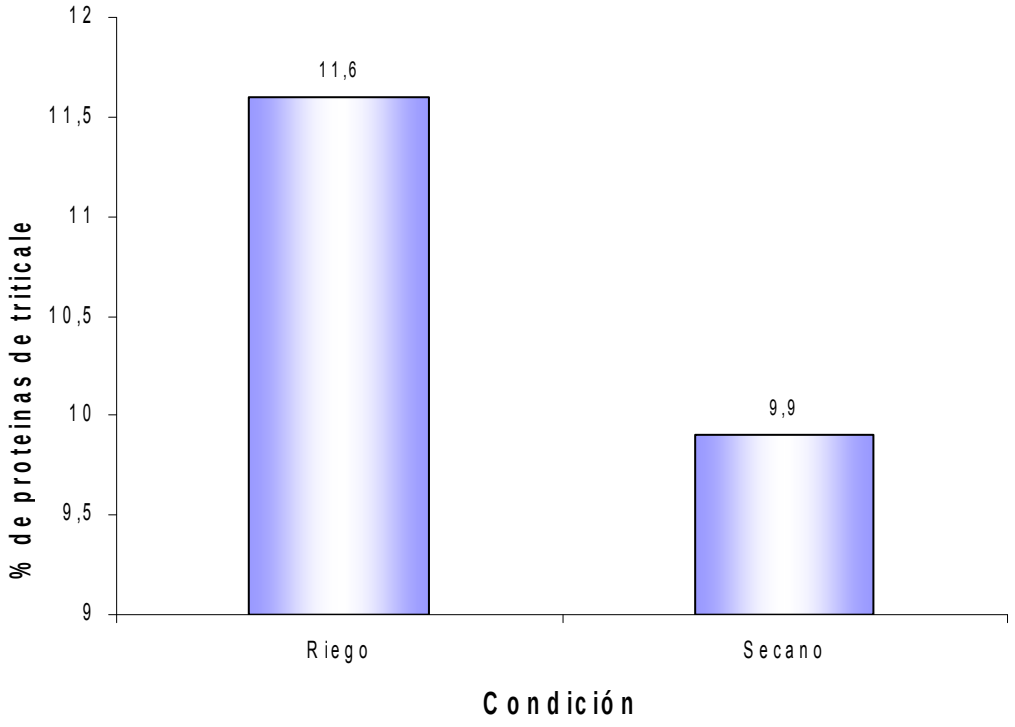


Figura 13.- Contenido de proteína en % en condiciones de riego y secano en la localidad de Calasaya, Provincia Los Andes, Departamento de La Paz (IBTEN, 2008).

En la figura 13 nos muestra que el porcentaje de proteína es alto en condiciones de riego con un valor de 11.6 y menor en condiciones de secano con un valor de 9.9. El riego ayuda positivamente en la asimilación de los nutrientes del suelo por parte de la planta, el agua actúa como una movilidad que permite aprovechar a lo máximo los nutrientes del suelo y el agua. En secano ocurre todo al contrario, por

que se presentaron días secos y lluviosos, la diferencia es que la humedad no es constante. Además se puede presumir a la alta capacidad del suelo para retener agua y por el alto contenido de materia orgánica, también favorece la presencia de las precipitaciones en el periodo de estudio.

4.10 Contenido de proteína (%) de hoja vs. tallo en el triticale

En la figura 14 podemos observar los porcentajes de proteína en el tallo, y el resultado es en realidad lo que se esperaba, con un contenido mayor en las hojas con 12,98 % en relación al tallo con solo 8,48 %.

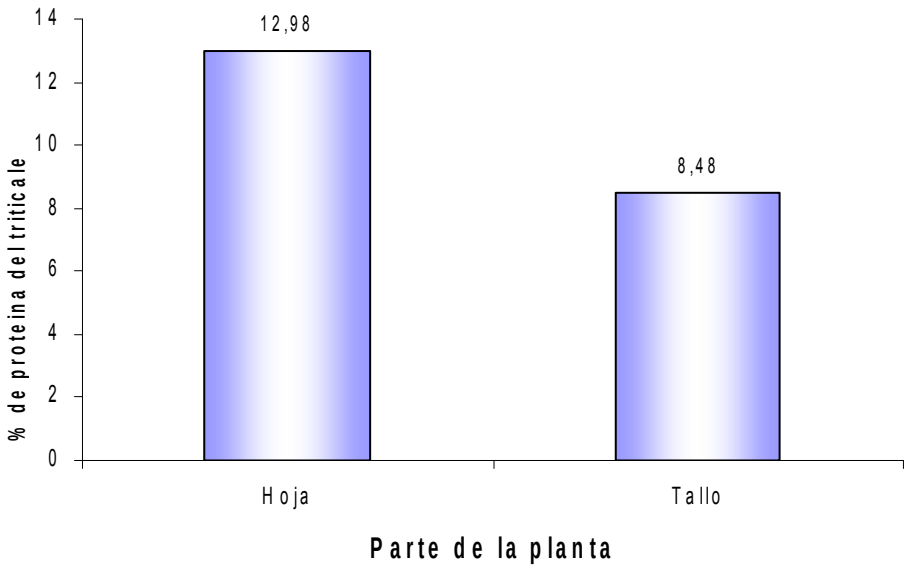


Figura 14.- **Porcentaje de proteína en la hoja y tallo del cultivo de triticale.**

Las hojas de triticale son largas y amplias, lo que influye en el contenido de proteína, mientras el tallo es hueca y gruesa. La buena calidad del forraje de triticale se logra con una cosecha adecuada y oportuna para que el tallo no se vuelva dura.

4.11 Producción de proteína por hectárea del triticale

En el siguiente cuadro y figura se observan la producción de proteína por hectárea, en los tratamientos por épocas y condiciones de riego y secano.

Cuadro 21.- Contenido de proteína (Kg de proteína/hectárea) en 3 épocas de siembra del triticale en condiciones de riego y secano en la localidad de Calasaya Provincia Los Andes, del Departamento de La Paz.(IBTEN, 2008).

ÉPOCA	CONDICIÓN	PROTEÍNA KG./HA	PROMEDIO ÉPOCAS
1	Riego Secano	1.673 1.033	**1.353**
2	Riego Secano	1.357 1.174	**1.266**
3	Riego Secano	1.210 980	**1.095**
PROMEDIO ÉPOCAS		**1.238**	**1.238**
PROMEDIO CONDICIÓN	**Riego Secano**		**1.413 1.062**

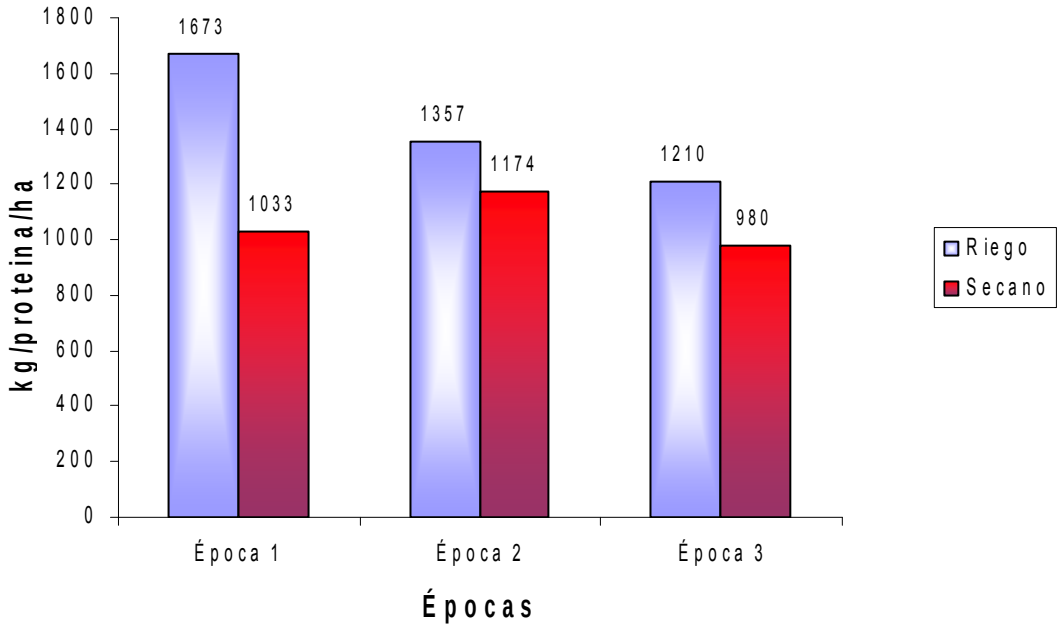


Figura 15.- **Producción de proteína en Kg/ha en el cultivo de triticale sembrado en 3 épocas de siembra en riego y secano.**

Tal como se esperaba, los mayores aportes de proteína por hectárea se dan en las primeras épocas, esto es gracias a los mayores rendimientos registrados por unidad de superficie, aunque inversamente los porcentajes proteicos son levemente menores en la primera época comparado con las épocas mas tardías, por tanto no hay duda que es el mejor rendimiento de materia seca, lo que determinó el mayor aporte de proteína por hectárea y por tanto mejorar la producción animal en la región del altiplano donde se ejecutó el estudio.

Finalmente, es necesario señalar que en el tema proteína no se hizo el análisis estadístico por no tener los análisis de laboratorio con repeticiones.

4.12 Relación hoja / tallo

Este parámetro considerado de vital importancia en virtud a que, el mismo da una idea general del valor nutritivo del forraje para fines de alimentación de ganado (Ver Anexo 6).

Cuadro 22.- **Relación hoja/tallo de triticale sembrado en 3 épocas de siembra, bajo condiciones de riego y secano.**

ÉPOCA	CONDICIÓN	RELACIÓN HOJA/TALLO	PROMEDIO ÉPOCAS
1	Riego Secano	0.65 0.62	**0.64**
2	Riego Secano	0.60 0.54	**0.57**
3	Riego Secano	0.57 0.53	**0.55**
PROMEDIO CONDICIÓN	**Riego Secano**		**0.61 0.56**
PROMEDIO GRAL.		**0.59**	

Si observamos el cuadro 22, relativo a los números del parámetro relación hoja/tallo, podemos señalar con certeza que en promedio son comparativamente altos con los obtenidos por Llanque (2004) que en promedio alcanzaron a 0.51 frente a lo obtenido en el presente estudio que es de 0.59, con una diferencia a favor de 0,08.

Al mismo tiempo se observa que en las épocas registran valores decrecientes de la primera a la tercera con 0.64 la primera y 0.55 la tercera y la segunda muestra un dato intermedio de 0.57.

Este carácter nos indica que esta variedad en las condiciones de la fertilidad del suelo, humedad disponible y las temperaturas reinantes en la gestión agrícola 2006 - 2007 favorecieron a una buena producción de follaje, aspecto que es altamente deseable para una eficiente producción ganadera.

Por su parte el análisis de varianza tal como se ve en el siguiente cuadro, da resultados altamente significativos al 1 % de probabilidad tanto para épocas, condiciones y para la interacción de los factores solo al 5%.

La alta adaptabilidad del hibrido (triticale), es fundamental en la producción de follaje, junto con la buena calidad del suelo del lugar en estudio, con un materia orgánica de 2.6 y también es importante la administración adecuada del riego en el cultivo, todo aquello hace que el forraje sea de buena calidad para la alimentación ganadera en el altiplano.

Cuadro 23.- **Análisis de varianza del trititcale, del parámetro relación hoja/tallo en 3 épocas de siembra bajo condiciones de riego y secano.**

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
Bloque	3	0,003	0,00	0,75	4,76	
Época	2	0,03	0,02	11,25	5,14	**
Error A	6	0,008	0,00			
Condición	1	0,01	0,01	90,00	5,12	**
Época*Condición	2	0,001	0,00	4,50	4,26	*
Error B	9	0,001	0,00			
Total	23					
CV(a)		**6,251 %**		**CV(b)**	**1,8 %**	

Cuadro 24.- **Prueba de Duncan relación hoja/tallo para épocas de siembra del cultivo de triticale.**

Época	Media	Duncan (5%)
E1	0.64	A
E2	0.57	B
E3	0.55	B

Cuadro 25.- **Prueba de Duncan relación hoja/tallo para condiciones de riego y secano del cultivo de triticale.**

Condición	Media	Duncan (5%)

Riego	0.61	A
Secano	0.56	B

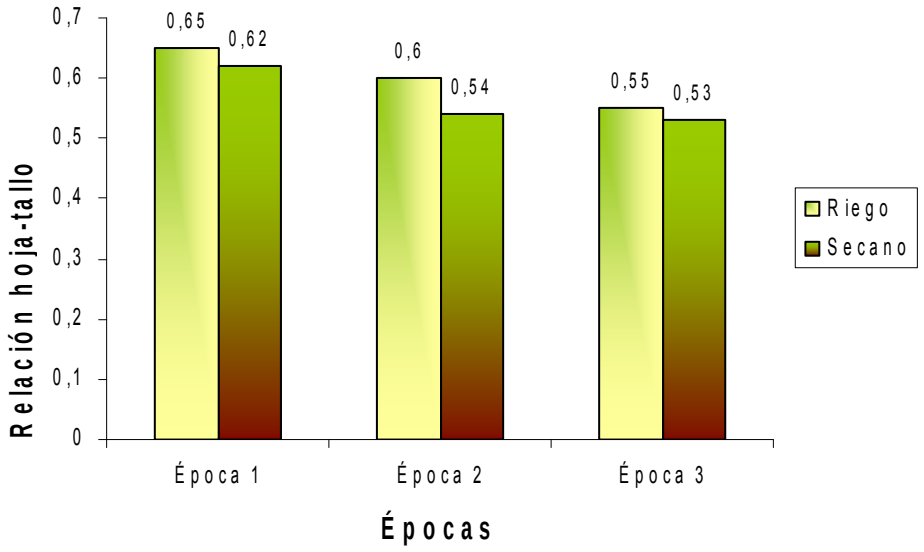


Figura 16.- **Representación gráfica de la relación hoja/tallo del triticale en 3 épocas de siembra y 2 condiciones riego y secano.**

4.13 Relación hoja / tallo por épocas de siembra

En este capitulo se tiene como resultado relaciones hoja/tallo decrecientes, es decir valores mayores en la primera época (0.64), en la segunda época (0.57) y para la última época el menor valor (0.55), aspecto que se podría explicar que el riego anticipado promovió una mayor producción de follaje que las siguientes épocas (Ver Fig. 17).

Finalmente, indicar que Llanque (2004) que logra resultados crecientes en relación a este carácter, seguramente sea debido a diferentes condiciones climáticas, de suelo y humedad.

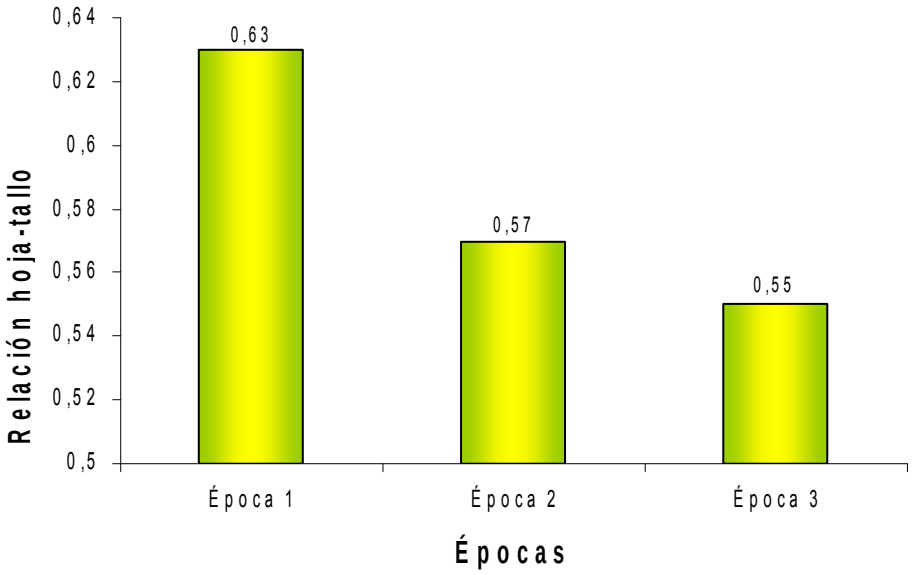


Figura 17.- **Relación hoja/tallo correspondiente a las 3 épocas de siembra del triticale.**

La primera época se ha beneficiado del riego que facilito la asimilación de los nutrientes del suelo para que el follaje sea superior a las otras épocas, la tercera época siempre ha sido restringido o limitado por el periodo de producción.

4.14 Relación hoja /tallo en condición de riego y secano

En este caso la relación hoja/tallo, los datos son los esperados, es decir datos altas para el riego y bajas para el secano, exactamente los mismos que los observados por Llanque (2004), sin embargo vale la pena enfatizar que los valores son relativamente mas altos, tal como se puede apreciar en la figura 18 y el cuadro 22 de la relación hoja/tallo.

Los valores de la figura 18, nos indica claramente que el riego influye positivamente en los datos de la relación hoja/tallo, por consecuente en la producción de forraje de calidad para la ganadería del altiplano.

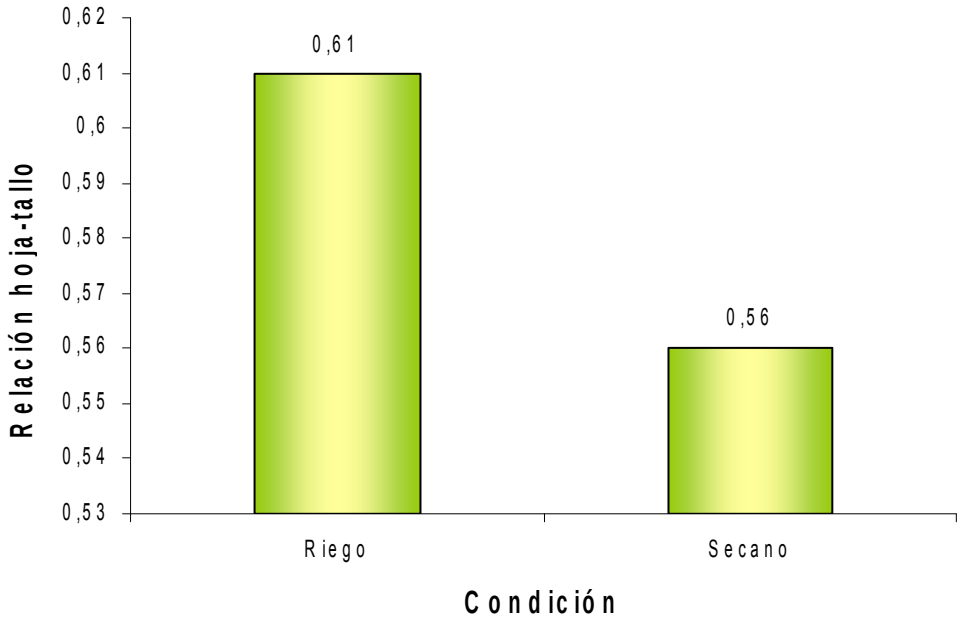


Figura 18.- **Relación hoja/tallo del triticale, en condiciones de riego y secano en la Comunidad de Calasaya, provincia los Andes La Paz, Bolivia.**

4.15 Porcentaje de materia seca

Se ha tomado en cuenta este carácter, en razón a que el contenido de materia seca del forraje cosechado, ya sea de forrajeras anuales y/o perennes, dan un criterio preciso de la capacidad del rendimiento de los forrajes, por tanto, el agua que forma parte del forraje no tiene ningún valor para la alimentación animal

Los datos de % de materia seca son casi similares aunque con pequeñísimas diferencias a favor de las primeras épocas, así la primera época el % de materia seca es de 35,4 versus 35,1 para la segunda y finalmente solo 33,9 para la última época ver cuadro 26. (Datos originales ver Anexo 7).
Lo anterior quiere decir que da lo mismo sembrar en cualquier época, durante los meses de noviembre a diciembre, periodo que coincide con la época lluviosa.

Cuadro 26.- **Porcentaje de materia seca (%) de triticale en 3 épocas de siembra, bajo condiciones de riego y secano.**

ÉPOCA	CONDICIÓN	% DE MATERIA SECA	PROMEDIO ÉPOCAS
1	Riego Secano	32.8 38.0	**35.4**
2	Riego Secano	33.25 37.0	**35.1**
3	Riego Secano	31.25 36.25	**33.9**
PROMEDIO GRAL.		**34.8**	**34.8**
PROMEDIO CONDICIÓN	**Riego Secano**		**32,43 37,17**

Sin embargo, en el caso de las condiciones si hay diferencias altamente significativas al nivel del 1% de probabilidad estadística, con datos de 32,43 y 37,17 % para riego y secano respectivamente.

Cuadro 27.- **Análisis de varianza del porcentaje (%) de materia seca de triticale en 3 épocas de siembra y 2 condiciones de riego.**

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
Bloque	3	1,458	0,49	0,19	4,76	ns
Época	2	10,333	5,17	1,98	5,14	ns
Error A	6	15,667	2,61			
Condición	1	135,375	135,38	75,56	5,12	**
Época*Condición	2	3,00	1,50	0,84	4,26	ns
Error B	9	16,125	1,79			
Total	23					
CV(a)	**4,6445331**		**CV(b)**	**3,84727626**		

Cuadro 28.- **Prueba de Duncan para porcentaje de materia seca materia seca para condiciones de riego y secano en cultivo de triticale.**

Condición	Media (%)	Duncan (5%)
Secano	37.17	A
Riego	32.43	B

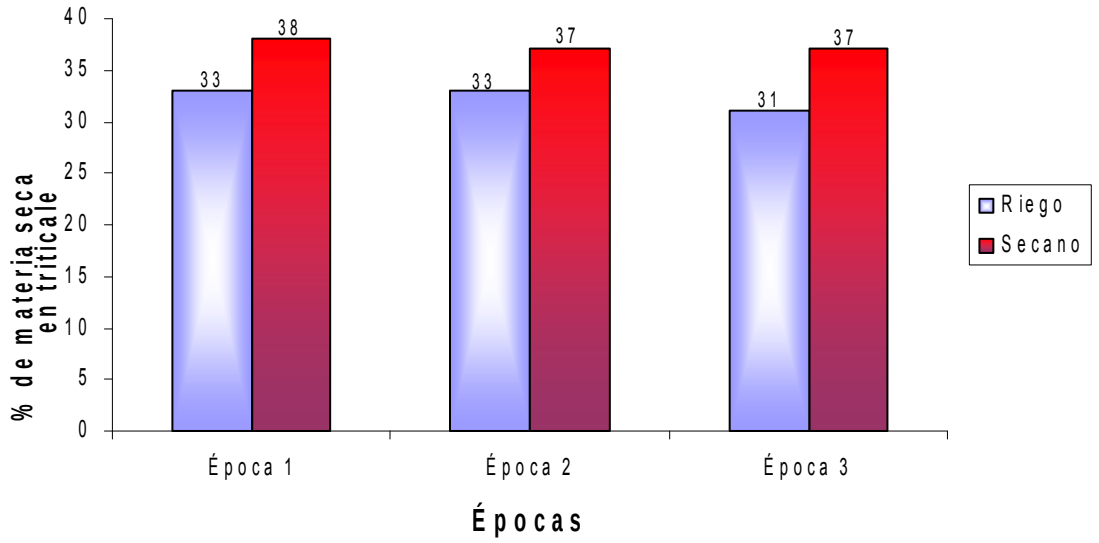


Figura 19.- **Porcentaje de materia seca en el triticale, en 3 épocas de siembra en dos condiciones de humedad.**

4.16 Porcentaje de materia seca por épocas

Los cuadros 26 y 27 y la figura 19 y 20 explican de manera clara los porcentajes de materia en las 3 épocas estudiadas en la Comunidad de Calasaya, es así que no hay claras diferencias en este carácter de estudio.

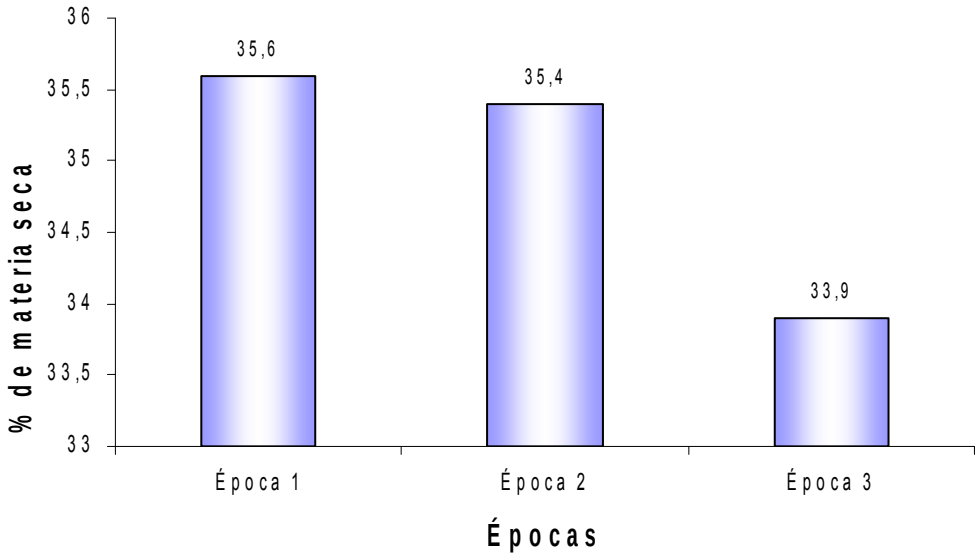


Figura 20.- **Porcentaje de materia seca para 3 épocas de siembra del cultivo de triticale.**

4.17 Porcentaje de materia seca en riego y secano

Finalmente, corresponde señalar que en este caso si existen diferencias estadísticas significativas tal como se ve en el cuadro de análisis de varianza (ver cuadro 28) los valores son de 32,43 y 37,17 para riego y secano respectivamente.

Estos valores son los que se esperan, toda vez que, siempre con mayor disponibilidad de agua (riego) el forraje es más suculento, por lo cual el porcentaje de materia seca es menor.

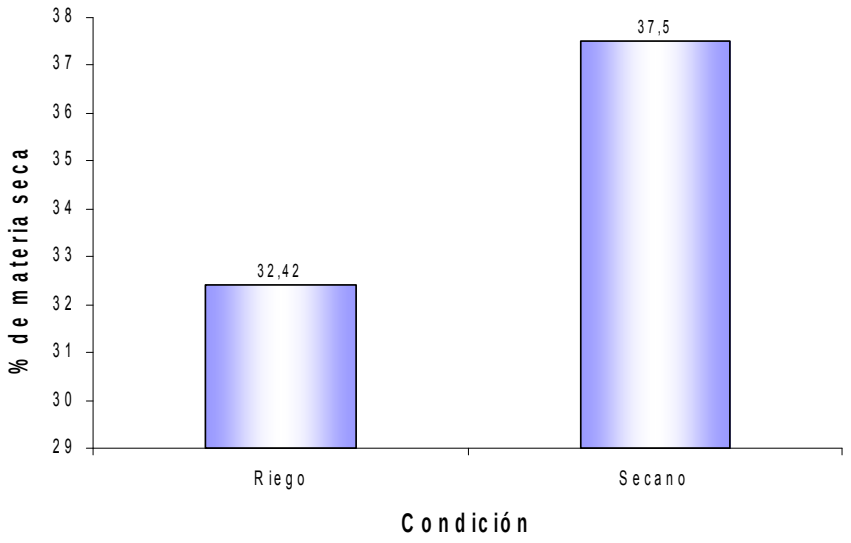


Figura 21.- **Porcentaje de materia seca del cultivo de triticale para condiciones de riego y secano.**

Para fines de comparación de medias de los tratamientos, no hay información sobre este tema, por lo cual no se hace ningún comentario al respecto.

Sin embargo se puede indicar que a mayor riego el forraje contiene mayor cantidad de agua y por consecuente el % de materia seca será menor. En cambio un cultivo sin riego, el forraje contiene menor cantidad de agua y por consecuente el % de materia seca será mayor.

4.18 Producción de semilla

Se observo una excelente floración y un buen espigamiento en las tres épocas de siembra, pero no se observo ninguna formación de grano, esto debido a que el momento de formación de la semilla, se presentaron temperaturas bajas, por lo que solo se observo la buena floración de la planta.

Según comunicación personal con el Ing. Gutiérrez, Técnico de la Estación Experimental "La Violeta", de la Facultad de Agronomía de la UMSS, las bajas temperaturas nocturnas evitan la formación de semilla en esta especie forrajera.

La aplicación de riego se vio claramente en la buena floración del triticale, pero no se pudo observar la formación del grano, debido por las bajas temperaturas que se presentan en el altiplano paceño.

No hay datos de la producción de semilla en el altiplano boliviano, lo que debería motivar en el estudio de la producción de semilla de triticale, debido a que esta especie forrajero se constituye en fundamental para la alimentación ganadera y también en la alimentación humana.

4.19 Evaluación económica

Aquí se observan los resultados de la evaluación económica en base al método comúnmente usado el de la relación **BENEFICIO / COSTO (B/C),** las estimaciones de esta evaluación han sido hechas para todos los tratamientos (6 en total), en base a los precios del mercado local, tal como se indica en el capítulo de materiales y métodos. Igualmente, se han considerado la siguiente opción:

- Venta directa de forraje de triticale en forma de heno

4.20 Venta de forraje en forma de heno

A continuación se presentan los cuadros de rendimiento de heno por hectárea

Cuadro 29.- Producción neta de heno por hectárea del triticale cultivado en 3 épocas de siembra en dos regímenes de humedad, en la comunidad de Calasaya, Provincia Los Andes, La Paz-Bolivia.

Tratamientos	Rendimiento de materia seca TM/ha	Más 15 % de humedad	Rendimiento de heno/ha	Pérdidas del 20 %*	Prod. neta de Heno en TM/Ha
A1B1	13,6	2,04	15,64	3,13	**12,51**
A1B2	12,6	1,89	14,49	2.90	**11.59**
A2B1	11,8	1,77	13,57	2.72	**10.85**
A2B2	10,3	1,55	11,85	2.37	**9.48**
A3B1	11,0	1,65	12,65	2.53	**10.12**
A3B2	9,8	1,47	11,27	2.25	**9.02**

***** Pérdidas en el segado, hilerado, empacado, transporte y almacenado

Cuadro 30.- **Producción neta, Nº de fardos por hectárea, costos variables, costos fijos y Costo total por hectárea del triticale, en 3 épocas de siembra, en riego y secano en el altiplano norte de La Paz - Bolivia.**

Tratamientos	Producción neta de heno en TM/ha.	Nº de fardos/ha.*	Costos variables/ha en Bs.	Costos fijos por / ha/Bs.	Costo total/ha en Bs.
A1B1	12.51	626	2.710	1.300	**4.010**
A1B2	11.59	580	2.180	1.160	**3.340**
A2B1	10.85	543	2.590	1.300	**3.890**
A2B2	9.48	474	2.120	1.160	**3.280**
A3B1	10.12	506	2.550	1.300	**3.850**
A3B2	9.02	451	2.080	1.160	**3.240**

***** Fardos de 20 Kg.

Cuadro 31.- **Ingresos bruto, costo total e ingresos netos del triticale en 3 épocas de siembra, en condiciones de riego y secano.**

Tratamientos	Nº de fardos/ha de 20 Kg	Precio de venta fardo heno/Bs*	Ingreso Bruto por venta de heno/ha	Costo total en Bs.	Ingreso neto en Bs/ha
A1B1 Epoc1-R	626	12	7.512	4.010	**3.502**
A1B2 Epoc1-S	580	12	6.960	3.340	**3.620**
A2B1 Epoc2-R.	543	12	6.516	3.890	**2.626**
A2B2 Epoc2-S	474	12	5.688	3.280	**2.408**
A3B1 Epoc3-R	506	12	6.072	3.850	**2.222**
A3B2 Epoc3-S	451	12	5.412	3.240	**2.172**

Costo del heno Bs. 0.6 / Kg., total costo por fardo 12 Bs.

Para la obtención del Ingreso Neto se aplicó la siguiente fórmula.

$$IN = IB - CT$$

Donde:

IN = Ingreso neto

IB = Ingreso Bruto

CT = Costo Total

Cuadro 32.- Ingresos brutos, costo total y relación B/C del triticale

Tratamientos	Ingresos o Beneficios/ha	Costo total en Bs.	Relación Beneficio/costo
A1B1 Epoc1-R	7.512	4.010	**1,87**
A1B2 Epoc1-S	6.960	3.340	**2,08**
A2B1 Epoc2-R	6.516	3.890	**1,68**
A2B2 Epoc2-S	5.688	3.280	**1,73**
A3B1 Epoc3-R	6.072	3.850	**1,58**
A3B2 Epoc3-S	5.412	3.240	**1,67**

Cuadro 33.- **Relación B/C e interpretación de los valores obtenidos de este Indicador de los diferentes tratamientos estudiados.**

Tratamientos	Valores relación Beneficio/Costo	Interpretación Valores Relación B/C
A1B1 Epoc1-R	1,87	**Económicamente Rentable**
A1B2 Epoc1-S	2,08	**Económicamente Rentable**
A2B1 Epoc2-R.	1,68	**Económicamente Rentable**
A2B2 Epoc2-S	1.73	**Económicamente Rentable**
A3B1 Epoc3-R	1,58	**Económicamente Rentable**
A3B2 Epoc3-S	1.67	**Económicamente Rentable**

5 CONCLUSIONES

En base a las condiciones de clima, suelo y los resultados obtenidos en el presente estudio se pueden obtener las siguientes conclusiones.

- Los rendimientos en general y en particular aquellos en los cuales se aplicaron agua son significativamente altos, en comparación a aquellos tratamientos en secano. atribuibles a la fertilidad del suelo y las condiciones climáticas favorables para el cultivo de triticale.

- Los valores más altos son de 13,6; y 11,8 TM/ha. de materia seca, ambos pertenecientes a la primera y segunda época, con aplicación de riego.

- En lo referente a épocas, las primeras (primera y segunda) mostraron mejor comportamiento en comparación a la tercera. Con datos13.1 y 11.1 TM/ha para la primera y la segunda época respectivamente.

- Los tratamientos con riego tuvieron una mejor producción en las 3 épocas estudiadas, en comparación a aquellos tratamientos bajo secano con figuras de 13,6; 11,8 y 11,0 bajo riego en comparación a solo 12,6; 10,3 y 9,8 Kg./ha en secano.

- El análisis de varianza para rendimiento de materia seca en TM/ha. no mostraron diferencias estadísticas significativas, razón por la cual no se avanzó a ninguna prueba de comparación de medias.

- En lo concerniente a la altura de planta, igualmente los datos registrados fueron bastante altos, y superaron los 2 metros de altura en la primera época con riego, registrando la menor altura durante la tercera época en secano con solamente 1,73 m.

- El promedio general en las primeras épocas se ha observado mayores alturas en orden decreciente (2,04; 1,84 y 1,83). Esto debido a la adecuada aplicación de riego en la primera época, cuando todavía no llegaba la lluvia, para las siguientes épocas ya había influido la lluvia de la temporada.

- Finalmente, se detectó diferencias estadísticas significativas tanto en el factor épocas como en riego y no así en la interacción entre riego y secano.

- En el capítulo de proteína, se concluye que como es de suponer el follaje compuesto por las hojas tiene un contenido de proteína mucho más alto que el tallo, y es del nivel de 4,5 % más. En general como se dijo antes el triticale tiene más proteína que su progenitor el trigo y menos que el centeno registrando como promedio 10,73 %.

- El riego mostró mayor contenido de proteína que la materia seca en secano (11,6 vs. 9,87). Siempre en relación a la proteína, el rendimiento en Kg/ha. es sumamente alto (1673 en riego y 1ª época), lo que se debe básicamente al también alto rendimiento por hectárea y al tenor relativamente superior a otros datos encontrados en bibliografía.

- La relación hoja tallo al igual que en los otros parámetros medidos es también alto (0,64) en la primera época, que cotejado con los obtenidos por Llanque (2004) con 0,57 son superiores. Igualmente con aplicación de riego al triticale se mejora la relación hoja / tallo (0,61 versus 0,56) en secano.

- Con respecto al porcentaje de materia seca en el forraje de triticale, los resultados están en los márgenes normales y, sin embargo, como es natural los porcentajes son superiores en aquellos tratamientos sin aplicación de agua.

- No es posible producir semilla de la forrajera anual triticale en siembras que van de noviembre a diciembre, y solo se observó una buena floración, sin ninguna producción de semilla. Debido a la condición medio ambiental de la zona la producción de semilla solo termino en una excelente floración sin producir semilla.

- De la evaluación económica se puede concluir que el cultivo de esta forrajera es altamente rentable, lo que se demuestra con los valores altos de la relación BENEFICIO/COSTO.

- Finalmente, se concluye que la relación BENEFICIO/COSTO obtenida esta apoyada por los resultados de otros autores como Copa (1996), y Llanque (2004).

6 RECOMENDACIONES

- Con un alto grado de probabilidad de éxito se recomienda a los ganaderos de la Zona de Calasaya, cultivar triticale de la variedad Renacer, por dar este cultivo rendimientos sumamente altos por hectárea.

- En caso de existir abundante agua y de bajo costo, aplicar riego a este cultivo a fin de mejorar significativamente la producción de materia seca para la alimentación de ganado.

- Implementar un programa de mejoramiento de forrajeras anuales en el que se incluya el triticale, además de otras pasturas de carácter perenne con probada experiencia en rendimientos altos y .valor nutritivo.

- También se recomienda ensayar otras variedades y líneas de triticale que el Centro de Investigaciones Forrajeras (CIF), u otras instituciones nacionales y extranjeras ligadas a obtener variedades y líneas de este cultivo interesante.

- Asimismo, insistir en investigaciones orientadas a la producción de semilla, pero, en siembras efectuadas en los meses de septiembre a octubre, por registrar en estos meses temperaturas nocturnas y diurnas más altas, siempre con aplicación de riego. Sería muy importante producir semilla de triticale en nuestro altiplano, por que el forraje influiría potencialmente en la alimentación ganadera y como no en la alimentación humana.

- Por último, se recomienda a los productores de la Provincia Los Andes, el cultivo de esta forrajera por dar rendimientos altamente económicos.

7 BIBLIOGRAFÍA CITADA

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). 1987. Reseña de la Investigación 1985. México, D.F. 72 Pág.

COPA, S. 1996. Respuesta de variedades y líneas de triticale (Triticum secale) a densidades de siembra y niveles de fertilización nitrogenada en el Altiplano Norte de La Paz, Tesis. Ing. Agr. UMSA, La Paz, Bolivia. 104 Pág.

CABRERA, J. y JUTZI, S. 1974.- Comparación de 8 variedades de triticale con centeno y avena en forraje y grano. UMSS, COTESU Cbba, Bolivia.

CHOQUE, D. 2008. Comunicación personal.

Dirección General de Desarrollo Rural. 2006, Estadísticas Agropecuarias.

Food and Agricultural Organización. 1986. Guía de fertilizantes y nutrición vegetal. Roma, Italia. 120 a 175 Pag.

GUERRERO, A. 1990. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Ediciones Mundi - Prensa, España, 44 Pág.

GUTIÉRREZ, F. 1985. Evaluación de líneas de triticale en dos épocas de Siembra. En Forrajes y Semillas Forrajeras. Volumen IV, Centro de Investigaciones Forrajeras la Violeta, UMSS, Cochabamba – Bolivia. 142 Pág.

GUTIÉRREZ, F. 2007. Comunicación personal.

LAZARTE, L. CHACÓN, J. 1981. Evaluación de líneas de triticale en Forraje. En Forrajes y Semillas Forrajeras. Centro de Investigaciones Forrajeras la Violeta, UMSS. Cochabamba – Bolivia. 142 Pág.

LLANQUE, J.E. 2004. Comportamiento del triticale Tripsacum aestivum *Secale cereale), bajo condiciones de secano y riego por aspersión tres

épocas de siembra en invierno en el Altiplano Norte del Departamento de La Paz, Provincia Omasuyos, Tesis de Grado, UMSA, La Paz, Bolivia. 78 Pág.

MENESES, R y BARRIENTOS, E. 2003. Producción de Forrajes y Leguminosas en el Altiplano Boliviano. Cochabamba, Bolivia.

MENESES, R. y BARRIENTOS, E. 2003. Cultivares de triticale (X. Triticosecale W.) siembras puras y asociadas con Veza Común (Vicia sativa) para producción forraje en dos momentos de corte en el Altiplano de Oruro – Bolivia, 155 – 158 Pág.

MENDIETA, H. 1992 Comparativo de rendimiento de cinco variedades avena (Avena sativa) y tres variedades de triticale (Triticum secale) en la Provincia Ingavi. La Paz - Bolivia. Pag. 1 – 5

MYER, R. y LOZANO DEL RIO, A. J. 2004. El triticale como alimento de los Animales. En Triticale Improvement and Production. FAO. Roma. 49-58 Pág.

OSTLE y MENSING. 1975. Investigaciones en Estadística. Tercera edición. IOWA. State Univercity. USA. 441 Pág.

PAREDES, R. Elementos de Elaboración y Evaluación de Proyectos. 1999. Editorial Sanjinés, Tercera Edición. La Paz- Bolivia. 309 Pág.

PARKER, K. C. 1983. Especies, capacidad de recuperación, utilización y Velocidad de infiltración en dos sitios de pastizales en la provincia Pacajes. En VII Reunión Nacional de Pastos y Forrajes V Reunión Nacional de Ganadería. ABOPA, IBTA, INFOL y BCB. Mayo Potosí - Bolivia 391 Pág.

PARSONS, O. 1989. Trigo, cebada y avena Editorial Trillas. México. Páginas 12 – 35.

PEÑA, R. J. 2004. Usos del triticale como alimento. En: Triticale Improvement and Production. FAO. Roma. 37 – 48 Pág.

ROBLES, R. 1990. Producción de Granos y Forrajes. Quinta Ed. Editorial Limusa. México. Pp. 257-271.

SEFO. 2007. Memoria Anual, gestión 2007, SEFO SAM. Cochabamba, Bolivia.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). 2008.

WOOD J. 1974 Producción de semillas forrajeras en Bolivia. En. IV Reunión Nacional de Pastos y Forrajes, Chipiriri- Cochabamba, Bolivia Pág. 136.

UNZUETA, O. 1975. Mapa Ecológico de Bolivia, La Paz, Bolivia. 177-183 Pág.

ANEXOS

Anexo 1.- **Esquema del vertedero rectangular usado en la medición del agua de**

Riego, con sus respectivos componentes y dimensiones.

Fórmula de cálculo de agua de riego

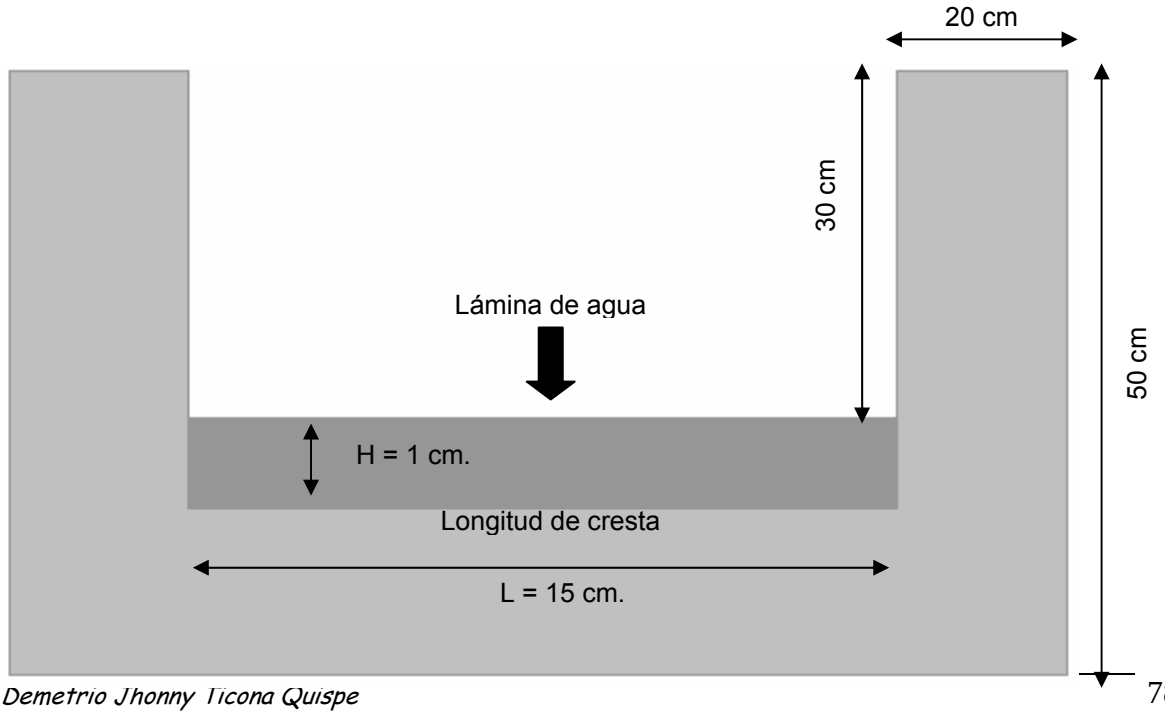
$$Q = 0{,}0184\ (L - 2\ H)\ H^{3/2}$$

Donde:

Q = Caudal de agua en litros/seg.

L = Longitud de resta del vertedero en cm.

H = Lámina de agua en cm.



Anexo 2.- **Superficie cultivada en hectáreas, ventas totales en Kg. y producción en Kg. en diferentes años (SEFO, 2007).**

Año de Producción	Ventas totales (Kg.)	Superficie cultivada (ha.) *
2003	10.558	117
2004	15.841	176
2005	2.610	29
2006	1.457	16
2007	29.300	325

* Cálculo hecho en base a una densidad de siembra de 90 Kg /Ka.

Anexo 3.- **Cálculo de costos variables y fijos de los tratamientos para una hectárea en Bs/Ha (Paredes, 1999).**

Nº	Detalle	Tratamientos					
		A1B1	A1B2	A2B1	A2B2	A3B1	A3B2
1							
1	**Costos variables**	**2.710**	**2.180**	**2.590**	**2.120**	**2550**	**2.080**
	Preparación del suelo	500	500	500	500	500	500
	Riego	450	0.00	450	0.00	450	0.00
	Semilla	650	650	650	650	650	650
	Mano de obra siembra	250	250	250	250	250	250
	Mano de obra L.C. *	180	180	180	180	180	180
	Cosecha	480	400	360	340	320	300
	Otros	200	200	200	200	200	200
2	**Costos fijos**	**1.300**	**1.160**	**1.300**	**1.160**	**1.300**	**1.160**
	Materiales indirectos	150	130	150	130	150	130
	Costo de administración	480	380	480	380	480	380
	Costo comercialización	180	160	180	160	180	160
	Depreciación	120	120	120	120	120	120
	Costo financiero	150	150	150	150	150	150

	Costos generales Otros	120 100	120 100	120 100	120 100	120 100	120 100
3	**Costo Total(1 + 2)**	**4010**	**3340**	**3890**	**3280**	**3850**	**3240**

* Labores culturales: deshierbe

Para el cálculo se emplearon la siguiente formula

$$C\,T = C\,F\,T + C\,V\,T$$

Donde:

C T = Costo total

C F T = Costo fijo total

C V T = Costo variable total

La relación beneficio / costo:

$$\mathbf{B/C = IB / CT}$$

Donde:

B/C = Relación Beneficio Costo

IB = Ingreso Bruto

CT = Costo Total

Anexo 4.- **Rendimiento de materia seca en TM./Ha. de triticale en tres épocas de siembra en riego y secano en 4 bloques.**

Bloques	**Época 1**		**Época 2**		**Época 3**		**Promedio Bloques**
	b1	**b2**	**b1**	**b2**	**b1**	**b2**	
I	13.8	13.5	12.6	12.6	11.3	9.4	**12.2**
II	14.6	15.8	11.7	9.6	11.5	12.4	**12.6**
III	17.5	16.6	10.3	10.6	9.7	10.4	**10.5**
IV	8.3	4.6	12.4	8.3	11.3	7.1	**8.7**
	13,6	**12,6**	**11,8**	**10,3**	**11,0**	**9,8**	**11.0**
Promedio Épocas	**13.1**		**11.0**		**10.4**		
Promedio b1 Condición b2							**12.1 10.9**

Anexo 5.- **Altura de planta en cm. de triticale, sembrado en 3 épocas de siembra, bajo condiciones de riego y secano en 4 repeticiones.**

Bloques	Época 1		Época 2		Época 3		Promedio Bloques
	b1	b2	b1	b2	b1	b2	
I	2.10	2.02	2.08	1.90	1.95	1.75	**1.97**
II	2.15	2.05	1.98	1.75	1.90	1.82	**1.94**
III	2.20	2.03	1.85	1.75	1.98	1.76	**1.93**
IV	1.93	1.80	1.73	1.65	1.90	1.60	**1.76**
	2,10	**1,98**	**1,91**	**1,76**	**1.93**	**1.73**	**1.90**
Promedio Ep.	**2.04**		**1.84**		**1.83**		
Promedio b1							**1.98**
Condición b2							**1.82**

Anexo 6.- **Relación hoja / tallo del triticale en tres épocas de siembra, en condiciones de riego y secano.**

Bloques	Época 1		Época 2		Época 3		Promedio Bloques
	b1	b2	b1	b2	b1	b2	
I	0.63	0.59	0.60	0.54	0.58	0.52	**0.58**
II	0.66	0.62	0.59	0.52	0.60	0.55	**0.59**
III	0.69	0.67	0.60	0.55	0.56	0.52	**0.59**
IV	0.61	0.59	0.60	0.56	0.54	0.53	**0.57**
Promedio Épocas	**0.65**	**0.62**	**0.60**	**0.54**	**0.57**	**0.53**	
	0.63		**0.57**		**0.55**		**0.58**
Condición b1							**0.61**
b2							**0.56**

Anexo 7.- **Porciento (%) de materia seca por parcela de los tratamientos en estudio con 4 repeticiones del triticale en 3 épocas de siembra y dos condiciones de riego y secano.**

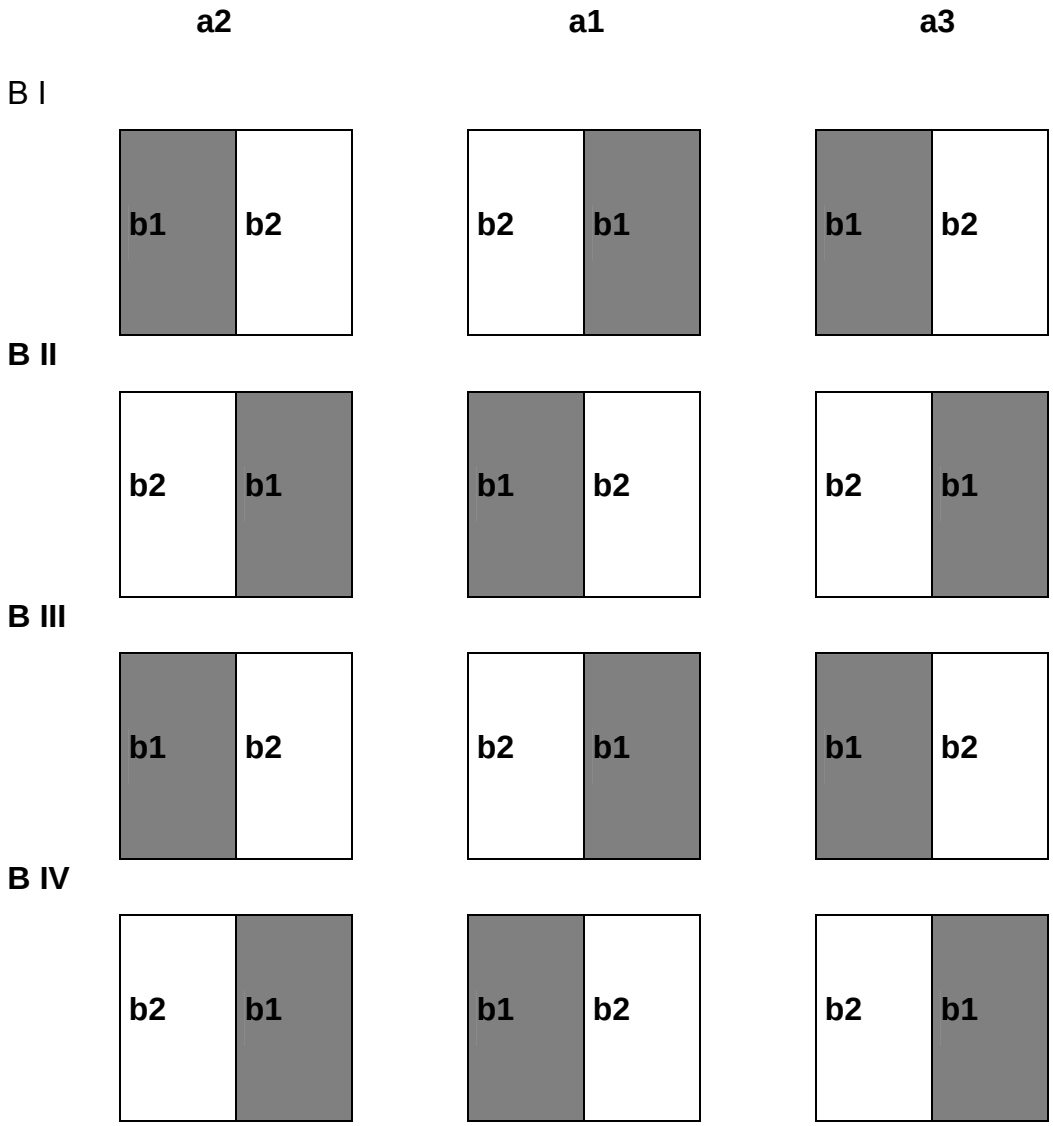
Bloques	Época 1		Época 2		Época 3		Promedio Bloques
	b1	b2	b1	b2	b1	b2	
I	35	37	32	36	31	36	**35.2**
II	32	40	34	37	30	35	**34.7**
III	31	38	33	39	31	37	**34.0**
IV	33	37	34	36	33	38	**35.2**
	35.63		**35.4**		**33.9**		
Promedio Ep.	**33**	**38**	**33**	**37**	**31**	**37**	
Condición b1							**32.42**
b2							**37.50**

Anexo 8.- **Rendimiento de materia verde por parcela del triticale en 3 épocas de siembra, bajo condiciones de riego y secano.**

Bloques	Época 1		Época 2		Época 3		Promedio Bloques
	b1	b2	b1	b2	b1	b2	
I	47.5	43.8	47.5	41.3	43.8	31.3	**42.5**
II	55.0	47.5	41.3	31.3	46.3	42.5	**44.0**
III	66.3	52.5	37.5	32.5	37.5	33.8	**43.5**
IV	30.0	15.0	43.8	27.5	41.3	22.5	**30.0**
Promedio Ep.	**44.7**		**37.8**		**37.4**		
Condición b1							**44.8**
b2							**35.1**

Anexo 9.- Croquis del experimento

A continuación se observa el croquis del ensayo empleado en el presente estudio



Datos

Tamaño unidad experimental	**:** 12,0 m(2 x 6 m)
Área cosechable	**:** 12,0 m.
Número de tratamientos	**:** 6

Numero de surcos por U. E.	: 10
Espacio entre surcos	: 0,2 m.
Espacio entre bloques	: 0,5 m.
Espacio entre tratamientos	: 0,5 m.
Espacio entre épocas	: 0,5 m.
Área experimental neta	: 324,0 m.
Área de épocas	: 24,0 m
Área entre bloque	: 22,5 m
Total área campo experimental	: 369,75 m
Número de bloques	: 4

Anexo 10.- Mapa de ubicación Comunidad Calasaya, Provincia Los Andes

Expedia
bing
CORDILLERA ORIENTAL
CORDILLERA REAL
ALTIPLANO
LA PAZ
Colani
Nevado Ancohuma
6388 m
(20,958 ft)
Ancoraimes
Challapata
Taypiplaya
Tama
Tolotola
Unupaya
Challana
La Silla
Tambo Veintiseis de Junio
Nevado de Chiaraco
Pujata
Loho
Nogalani
Achacachi
Tiripujio
Ichuchaca
Pachaiaca
Challa
Lake
Santiago
de Huata
Guaranucota
Santa
Rosa
Zongo
Chacopata
Porejone
Titicaca
Nigrillani
Santa
Gertrudis
Estancia Labrahuani
Tito Yupanqui
Huarina
Coroico
Botijlaca
San Pedro
Yala
Cojata
Cañaviri
Cerro
Nogalani
Choque Chaca
Mocache
Peñas
Huayna Potosí
Carapata
Comunidad
Kollke Amaya
Ailaico
Coripata
Tacoma
CALASAYA
Batallas
Chuñuave
Rinconada
Yanacachi
Tajma
Aygachi
Pucarani
Vilaque
Chulumani
Estancia Chima
Laza
Taraco
Korila
Coani
Chojñacollo
Pata Patani
Cutusuma
Estancia Khallapa
Irupana
Comunidad
Iquiara
Tiahuanaco
Yunguyo
La Paz
Estuquera
Vila Vila
Chojol
Laja
Uni
Uma Barranca
Tiwanacu
Palca
Kopajira
Achocalla
Mallasa
Illimani
6462 m
(21,201 ft)
Uchani
Guaqui
Saya
Acullani
Calamarca
Viacha
Calchani
Umachua
San Juan
Corpa
Tomacollo
Mecapaca
Caimbaya
Barranca
Yaro
Jesús de
Machaca
Comunidad Llata Arriba
Peñol
Río Beni
Aguilani
Villa Remedios
Kachapaya
Cuypa
Cahuayuma
Hullabarranco
Ckoncha
Molino Quemado
Chajas
Choquetanga
Chico
San Juan
Estancia Challa Piñaya
Chusñupa
Estancia
Huayca
Salapampa
Llallagua
Collana
Machacamarca
Hequeri
Tacobamba
Tenería
San Andrés
de Machaca
Taipi Jipiña
Colquencha
Canambari
Llucturi
Sallani
Molino
Anquioma
Macamaca
Comunidad
Parkkota
Caquiaviri
Estancia Khañuma
Caracato
Estancia
Capinota
Condoriri
Cataví
Estancia
Asiriri
Estancia
Tuntu Mayo
Malla
Wilque
Estancia
Chiutiri
Ayo Ayo
Luribay
Comunidad
Milluni
Estancia
Enquilla
Estancia
Mantecani
Illamoco
Ingo
Aracana
©2009 Microsoft Corp.
16°
16° 30'
17°
68° 30'
68°
67° 30'

Anexo 11.- Foto de la primera época en plena floración

Anexo 12.- Foto de la segunda época

Anexo 13.- Foto del corte de la primera época

Anexo 14.- Foto de la forma de cosecha de la primera época

Anexo 15.- Foto de la medición de la altura de planta

IBTEN

MINISTERIO DE PLANIFICACION DEL DESARROLLO

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES NUCLEARES
DIVISION DE QUIMICA

ANALISIS FISICO QUIMICO DE VEGETALES

INTERESADO : *DEMETRIO TICONA QUISPE*
PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ, Provincia LOS ANDES, Lugar CALASAYA*

N° SOLICITUD: *164 / 2008*
FECHA DE RECEPCION : *6 / junio / 2008*
FECHA DE ENTREGA : *24 / junio / 2008*

Nº Lab	CODIGO	Detalle	Proteinas %
508 /2008	A 1 B 1	Espiga	13,25
		Tallo	11,25
509 /2008	A 1 B 2	Espiga	9,13
		Tallo	7,25
510 /2008	A 2 B 1	Espiga	14,38
		Tallo	8,56
511 /2008	A 2 B 2	Espiga	13,88
		Tallo	9,06
512 /2008	A 3 B 1	Espiga	13,31
		Tallo	8,75
513 /2008	A 3 B 2	Espiga	13,94
		Tallo	6,06

OBSERVACIONES :

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR La Paz Bolivia

RESPONSABLE DE LABORATORIO
JORGE CHUNGARA

Of. Av. 6 de Agosto 2905 Telf.: 2433481 - 2430309 - 2433877 - 2128383 Fax: (0591-2) 2433063 , La Paz - Bolivia
Casilla 4821 , Telf.-2800095 CIN-Viacha , E-mail: ibten@entelnet.bo

MINISTERIO DE PLANIFICACION DEL DESARROLLO

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES NUCLEARES
DIVISION DE QUIMICA

ANALISIS FISICO-QUIMICO DE SUELOS

INTERESADO : ***DEMETRIO TICONA QUISPE***
PROCEDENCIA : ***Departamento LA PAZ, Provincia LOS ANDES, Lugar CALASAYA***

N° SOLICITUD: ***163 / 2008***
FECHA DE RECEPCION : ***6 / junio / 2008***
FECHA DE ENTREGA : ***24 / junio / 2008***

N° Lab.	CODIGO	ARENA %	ARCILLA %	LIMO %	CLASE TEXTURAL	GRAVA %	CARBONATOS LIBRES	pH en agua 1:5	pH en KCl 1N 1:5	C.E. mS/cm 1:5	CATIONES DE CAMBIO (meq / 100 gr suelo) Al + H	Ca	Mg	Na	K	TBI	CIC	SAT. BAS. %	M. O. %	N TOTAL %	P Asim. ppm
507 /2008	Muestra de suelo	27	36	37	FY	5,3	P	7,55	7,48	0,910	0,07	13,14	5,25	1,04	2,98	22,42	22,49	99,7	2,60	0,22	48,10

OBSERVACIONES,-

Cationes de Cambio extraidos con acetato de amonio 1N. Excepto potasio, extraido con acetato de sodio 1N.
** Fosforo Asimilable (P Asimil)
C.E. Conductividad eléctrica en miliSiemens por centímetro.
C.I.C. Capacidad de Intercambio Catiónico.
T.B.I. Total de Bases de Intercambio.
M.O. Materia Orgánica.

CARBONATOS LIBRES
A *Ausente*
P *Presente*
PP *Presente en gran cantidad*

CLASE TEXTURAL
F : *Franco*
L : *Limoso*
A : *Arenoso*
Y : *Arcilloso*
YA : *Arcilloso Arenoso*
FYA : *Franco Arcilloso Arenoso*
FA : *Franco Arenoso*
AF : *Arenoso Franco*
FY : *Franco Arcilloso*
YL : *Arcilloso Limoso*
FYL : *Franco Arcilloso Limoso*
FL : *Franco Limoso*

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR La Paz-Bolivia

RESPONSABLE DE LABORATORIO
JORGE CHUNGARA

Of. Av. 6 de Agosto 2905 , Telf.: 2433481 - 2430309 - 2433877 - 2128383 Fax: (0591-2) 2433063 , La Paz - Bolivia
Casilla 4821 , Telf.-2800095 CIN-Viacha , E-mail: ibten@entelnet.bo