

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN
AGROPECUARIA



TESIS DE GRADO
COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE VARIEDADES DE
AVENA (*Avena sativa* L.) Y TRITICALE (*Triticum secale*) EN LA
ESTACION EXPERIMENTAL DE PATACAMAYA

SIRLEY JANET VINO COTA

La Paz – Bolivia

2020

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE AGRONOMÍA

CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN AGROPECUARIA

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE VARIEDADES DE AVENA
(*Avena sativa* L) Y TRITICALE (*Triticum secale*) EN LA ESTACION
EXPERIMENTAL DE PATACAMAYA

Tesis de Grado Presentado como
requisito parcial para optar el Título
de Ingeniero en Producción y
Comercialización Agropecuaria.



SIRLEY JANET VINO COTA

Tutores:

M.Sc. José Eduardo Oviedo Farfán

M.Sc. Marcelo Tarqui Delgado

Tribunal Revisor:

M.Sc. Juan José Vicente

Ing. Carlos Mena Herrera

M.Sc. Rubén Jacobo Trigo Riveros

APROBADO

Presidente Tribunal Examinador

CIPyCA

U M S A
FACULTAD DE AGRONOMIA

DEDICATORIA



A Dios por cuidarme, guiarme y mostrarme el camino correcto para sentirme bien conmigo misma.

por ese amor incondicional, por su apoyo y paciencia dedico este trabajo a mis papas Luis Vino y Hilda Cota, que siempre estuvieron conmigo en las buenas y las malas.

Dedico también a mis hermanos Liset Vino y Uriel Vino que serán y son el reflejo para seguir mis pasos gracias por ser parte de mi vida y por ser mi motivación

Una dedicatoria muy especial para el que ahora es mi ángel mi hermano Limbert Vino por que tus recuerdos me fueron fortaleciéndome para seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a dios ante todo por permitirme este tiempo donde pude valorar y aprender muchas cosas que son y serán parte de mi vida profesional y haber concluido de manera satisfactoria este trabajo

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

A mis asesores: M.Sc. Jose Eduardo Oviedo Farfan y al M.Sc. Marcelo Tarqui Delgado 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: M.Sc. Juan José Vicente, Ing. Carlos Mena Herrera y M.Sc. Rubén Jacobo Trigo River, por las acertadas correcciones, aportes y observaciones en la realización del presente documento de investigación.

Agradezco a mi familia por ese amor incondicional que me tienen a mi mama Hilda y mi papa Luis, mis hermanos Liset Uriel y Limbert, por qué siempre estuvieron pendientes de mis pasos a mis tíos Sabino, Jhonny y tías Nancy, Cristina, Hilma y Isabel que me alentaron a terminar este trabajo para mi bien.

INDICE DE CONTENIDO

	pág.
1. INTRODUCCION.....	1
1.1 OBJETIVO	2
1.1.1 Objetivo General.....	2
1.1.2 Objetivos Especificos.....	2
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Cultivo de la Avena	3
2.2 Cultivo de triticale.....	4
2.3 Características Morfológicas de la Avena	5
2.4 Características Morfológicas de Triticale	6
2.5 Clasificación Taxonómica	7
2.6 Descripción Fenológica de los Cultivos	7
2.7 Descripción Agronómica de los Cultivos	8
2.7.1 Adaptación.....	10
2.7.2 Altura de la Planta	11
2.7.3 Macollaje	11
2.7.4 Densidad de Siembra	12
2.7.5 Rendimiento de Materia Seca.....	13
2.7.6 Valor Nutritivo del Forraje	14
2.8 Factores Climáticos de los Cultivos	15
2.8.1 Temperatura	15
2.8.2 Precipitación	15
2.8.3 Suelo	15

2.9	Introducción de Variedades	15
2.10	Análisis de Costos de Producción.....	16
3.	LOCALIZACIÓN	18
3.1	Ubicación Geográfica.....	18
3.2	Descripción del Área de Estudio.....	20
3.2.1	Clima	20
3.2.2	Suelo	20
3.2.3	Temperatura	20
3.2.4	Vegetación.....	20
4.	MATERIALES Y MÉTODOS	21
4.1	Materiales y Equipos.....	21
4.1.1	Material Vegetal.....	21
4.1.2	Material de laboratorio	23
4.1.3	Materiales de Equipo de Campo.....	23
4.1.4	Material de gabinete	23
4.2	Metodología	24
4.2.1	Método de Campo	24
4.2.2	Preparación del Área Experimental.	24
4.2.3	Roturado.....	24
4.2.4	Desterronado	24
4.2.5	Nivelado.....	25
4.2.6	Demarcado y estaqueado del área experimental	26
4.2.7	Preparación del material de estudio	26
4.2.8	Siembra	27

4.2.9	Labores Culturales.....	28
4.2.10	Identificación de las Plantas	28
4.2.11	Cosecha	28
4.3	Diseño Experimental.....	29
4.3.1	Modelo estadístico.....	29
4.3.2	Características del Campo Experimental.....	30
4.3.3	Croquis de campo.....	31
4.4	Variables de Respuesta	31
4.4.1	Determinación del Comportamiento Fenológico	31
4.4.2	Variables Agronómicas.....	32
4.5	Análisis de Costos de Producción.....	34
5.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	37
5.1	Precipitación Pluvial Durante la Gestión 2017-2018	37
5.2	Temperatura	38
5.3	Variables Fenológicas.....	40
5.3.1	Días a la Emergencia	40
5.3.2	Días al Macollamiento	42
5.3.3	Días a la Floración.....	44
5.3.4	Días al Grano Lechoso	46
5.4	Variables Agronómicas	48
5.4.1	Altura de Planta	48
5.4.2	Número de Hojas por Planta	53
5.4.3	Número de Plantas	58
5.4.4	Numero de Macollos.....	60

5.4.5	Materia Verde	64
5.4.6	Materia seca	66
5.5	Análisis de Costos de Producción.....	70
6.	CONCLUSIONES.....	75
7.	RECOMENDACIONES	77
8.	BIBLIOGRAFIA.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Material genético introducido</i>	21
Tabla 2. <i>Características Agronómicas de las variedades de Avena y Triticale (SEFO)</i>	22
Tabla 3. <i>Dimensiones del Área de Experimento</i>	30
Tabla 4. <i>Factores de Estudio</i>	31
Tabla 5. <i>Análisis de varianza para días a la emergencia de las especies forrajeras avena y triticale</i>	40
Tabla 6. <i>Prueba de Duncan para comparar los días al macollamiento de las especies y variedades forrajeras</i>	41
Tabla 7. <i>Análisis de varianza para días al macollamiento de las especies forrajeras avena y triticale</i>	42
Tabla 8. <i>Prueba de Duncan para comparar los días al macollamiento de las especies y variedades forrajeras</i>	43
Tabla 9. <i>Análisis de varianza para días a la floración de las especies forrajeras avena y triticale</i>	44
Tabla 10. <i>Prueba de Duncan para comparar los días a la floración de las especies y variedades forrajeras</i>	45
Tabla 11. <i>Análisis de varianza para días a grano lechoso de las especies forrajeras avena y triticale</i>	46
Tabla 12. <i>Prueba de Duncan días a grano lechoso de las especies y variedades forrajeras</i>	47
Tabla 13. <i>Análisis de varianza de la altura a días de grano lechoso (cosecha) de las especies forrajeras avena y triticale</i>	48
Tabla 14. <i>Prueba de comparación de medias (Duncan) de la planta de las variedades y especies forrajeras</i>	49

Tabla 15. <i>Análisis de varianza de numero de hojas por planta de las especies forrajeras avena y triticales</i>	54
Tabla 16. <i>Prueba de comparación de medias Duncan de las variedades y especies forrajeras</i>	55
Tabla 17. <i>Análisis de varianza para el número de plantas en un metro cuadrado de las especies forrajeras avena y triticales</i>	59
Tabla 18. <i>Pruebas de comparación de medias Duncan para el número de plantas de las especies y las variedades forrajeras</i>	60
Tabla 19. <i>Análisis de varianza de numero de macollos por planta en un metro cuadrado de las especies forrajeras de avena y triticales</i>	61
Tabla 20. <i>Prueba Duncan Número de Macollos por planta de las variedades y especies forrajeras</i>	62
Tabla 21. <i>Análisis de varianza del rendimiento de Materia Verde de las especies forrajeras avena y triticales</i>	64
Tabla 22. <i>Prueba de comparación de medias Duncan para el rendimiento de materia verde de especies y variedades forrajeras</i>	65
Tabla 23. <i>Análisis de la varianza del rendimiento de materia seca de las especies forrajeras avena y triticales</i>	66
Tabla 24. <i>Prueba de Duncan para comparar el rendimiento de materia seca de las diferentes especies y variedades</i>	67
Tabla 25. <i>Presupuesto parcial para una hectárea (en Bs.) para las especies y variedades forrajeras avena y triticales</i>	70
Tabla 26. <i>Relación Beneficio costo de la Avena y Triticales</i>	72
Tabla 27. <i>Presupuesto parcial para una hectárea en Bs</i>	73
Tabla 28. <i>Relación Beneficio costo de la Avena y Triticales</i>	74

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la Provincia Aroma	18
Figura 2. Imagen satelital de la Estación Experimental de Patacamaya	19
Fuente: adaptado de google earth	19
Figura 3. Área del terreno de estudio	19
Figura 4. Preparación de suelos (Roturado).....	25
Figura 6. Trazado y demarcado de unidades experimentales.....	26
Figura 7. Semillas embolsadas por tratamiento y repetición	26
Figura 8. Siembra al voleo.....	27
Figura 9. Apertura de surcos con tractor	27
Figura 10. Croquis de campo del estudio.....	31
Figura 11. Precipitación registrada durante el periodo noviembre 2017 a mayo 2018..	37
en Patacamaya	37
Figura 12. Temperaturas promedio minino y máximas registradas durante el periodo de estudio noviembre 2017 a mayo 2018 en Patacamaya.....	39
Figura 13. Tendencia Lineal Avena Variedad Aguila.....	50
Figura 14. Tendencia Lineal Avena Variedad Texas.....	50
Figura 15.Tendencia Lineal Triticale Variedad Renacer.....	51
Figura 16.Tendencia Lineal Triticale Variedad Horizonte	51
Figura 17. Regresión cuadrática número de hojas/ planta de la Avena Variedad Águila	56
Figura 18. Regresión cuadrática número de hojas/ planta de la Avena Variedad Águila	56

Figura 19. Regresión cuadrática número de hojas/ planta de Triticale Variedad Horizonte.....	57
Figura 20. Regresión cuadrática número de hojas/ planta de Triticale Variedad Renacer.....	57

RESUMEN

La producción y actividad pecuaria en la región se ve limitada por la disminución de áreas de pastoreo y bajas tasas de producción de biomasa forrajera, debido a las condiciones agroclimáticas son adversas como heladas, bajas temperaturas, bajas precipitaciones pluviales, sequías la escasa cobertura vegetal el recurso hídrico es limitado para el productor.

El estudio de comportamiento agronómico de las variedades de avena y triticale realizada en la Estación Experimental de Patacamaya ubicada en el Municipio Patacamaya, Quinta Sección de la Provincia Aroma del departamento de La Paz, el trabajo de investigación se llevó a cabo en noviembre de 2017 a mayo 2018, el objetivo del estudio fue analizar variables agronómicas de las dos especies forrajeras comparar sus rendimientos por especie y variedades además determinar los costos de producción al ser introducidas en esta región.

Como material vegetal se utilizó las variedades de avena como Águila y Gaviota en variedades de triticale fueron Renacer y Horizonte, de la empresa de semillas forrajeras SEFO- SAM. El ensayo se estableció bajo el diseño de bloques completamente al azar (BCA) con cuatro tratamientos: variedades avena Águila y Gaviota, variedades de triticale Renacer y horizonte, con tres repeticiones, se evaluaron las variables fenológicas como: días de emergencia, días de macollamiento, días a grano lechoso y agronómicas como: altura de planta, número de hojas, número de macollos, rendimiento de materia verde (t/ha) y rendimiento de materia seca (t/ha), también se realizó un análisis económico para determinar si es rentable y recomendable para el productor.

Los resultados de las variables fenológicas nos indica que los días a la emergencia fue para ambas variedades de avena Texas y Águila de 25 y 27 días, triticale variedad Horizonte y Renacer de 30 y 33 días, para días al macollaje para ambas especies forrajeras las variedades triticales renacer 62 días y horizonte 61 días

fueron las más tardías, la variedad de avena Aguila 60 días, la más precoz en macollar avena Texas 55 días, las variedades de avena Aguila 104 días y Texas 101 días que fueron tardías a los días a la floración ,la variedad Renacer 98 días y Horizonte 94 días ambas triticales fueron precoces entre esta especie, las variedades de avena como Aguila 133 días y Texas 130 días fueron tardías a los días grano lechoso, la variedad Horizonte 126 días y variedad Renacer 126 días de triticales fueron las más precoces.

Con relación a los resultados de las variables agronómicas los promedios de altura máxima alcanzada fueron para ambas variedades de triticales Renacer 122 cm y Horizonte 116 cm y entre variedades de avena Texas 91 cm y Aguila 67 cm. El mayor número de hojas lo obtiene entre las cuatro especies fue de 30 triticales entre las variedades de avena Texas fue 28 hojas y Aguila 22 hojas, y triticales variedad Horizonte presentó 17 hojas. Las variedades de avena Aguila y Texas obtuvieron 60 y 59 número de plantas promedio en una superficie de un metro cuadrado, para las variedades de triticales Renacer con 47 plantas y Horizonte que es la que en promedio la más baja con 27 plantas en un metro cuadrado, el mayor número de macollos por planta en promedio presentan las variedades de avena Texas con 9 y Aguila 7 macollos por planta, las variedades de triticales Renacer con 6 macollos por planta y Horizonte 5 macollos por planta. Con respecto al rendimiento de materia verde (kg/m^2) los tratamientos que presentaron un valor superior fue la variedad de avena Texas con $2,1 \text{ kg/m}^2$ seguido por el triticales variedad Renacer con $2,1 \text{ kg/m}^2$. la avena variedad Aguila con $1,7 \text{ kg/m}^2$ y por último el triticales variedad Horizonte con $1,2 \text{ kg/m}^2$. En el rendimiento de materia seca (t/ha) la variedad de avena Texas obtuvo mayor rendimiento con 6,8 t/ha, seguidas a esta la variedad de triticales Renacer y Horizonte ambas con el 5,7 t/ha, el que presentó un menor rendimiento fue la avena variedad Aguila con 5,5 t/ha. Las variedades con mayor rendimiento y alta razón beneficio/costo fue Texas en avena con un promedio de $B/C=1,30$, Águila en avena $B/C = 1,03$ y para triticales ambas obtuvieron un resultado promedio similar $B/C=1,01$ resultado que es beneficiosa para el agricultor.

1. INTRODUCCIÓN

La región del Altiplano dentro de sus rubros productivos de importancia es la producción ganadera, como el ganado ovino, camélido y bovino entre los principales en la región, los factores limitantes son las condiciones agroclimáticas adversas, el deterioro de la fertilidad del suelo la región de Patacamaya está condicionada por un ecosistema extremo, heladas, la temperatura generalmente durante el transcurso del año varía de $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ y rara vez bajas a menos de $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ o sube a más de $23\text{ }^{\circ}\text{C}$, bajas precipitación pluvial, sequías, la escasa cobertura vegetal, el verano es corto, y mayormente nublados; el invierno es corto, muy frío y mayormente despejados y está seco durante todo el año, el sistema de riego o recursos hídricos que es una limitante para el productor.

En Bolivia las praderas nativas son las únicas fuente naturales y más económicas que constituyen para la manutención de los animales los únicos recursos disponibles bajo condiciones ambientales del Altiplano, que tiene bajos niveles de biomasa es la fuente más económica para sustentar la alimentación donde la calidad y cantidad disminuyen durante la época seca es por esto se constituye en una de los problemas altamente prioritario

Si bien hay avances en la investigación forrajera los rendimientos del productor siguen siendo bajos e insuficientes para una producción a mayor escala esto debido a causas como : poca transferencia y uso de tecnología, limitada disponibilidad de recursos económicos, desconocimientos de nuevas especies y variedades forrajeras, dentro del aspecto agronómico, por esta razón es importante implementar nuevas alternativas forrajeras en la región, para desarrollar sistemas más productivos y sostenibles de producción animal.

Díez de Medina (2011), indica que los cereales menores como ser la avena, cebada y triticale, constituyen un recurso forrajero muy importante dentro la actividad pecuaria de la región andina del país y especialmente en las zonas altas que, debido

a las condiciones climáticas adversas en cuanto a humedad y temperatura, estas especies se han constituido en base de la alimentación de la ganadera de estas regiones.

Es por ello que a través de este estudio se conoce el comportamiento agronómico de las variedades forrajeras de avena y triticale, como una producción complementaria durante el año, siendo una alternativa a la escasez estacional de forraje verde, reduciendo de esta manera las necesidades de reservas de forrajes para épocas críticas, en esta región que se encuentra en el Altiplano boliviano.

1.1 OBJETIVO

1.1.1 Objetivo General

- Evaluar el comportamiento agronómico de variedades forrajeras avena (*Avena sativa L.*) y triticale (*X. Triticum secale*) en la Estación Experimental de Patacamaya.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Determinar variables agronómicas de dos especies forrajeras avena y triticale.
- Comparar el rendimiento de las especies forrajeras por variedades de avena y triticale.
- Determinar los costos de producción forrajera de avena y triticale en la región del altiplano.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Gutiérrez (2000), indica que los cereales menores, avena (*Avena sativa*), cebada (*Hordeum vulgare L.*) y triticale (*Triticosecale W.*), se encuentran ampliamente difundidos en los valles interandinos y zonas altas del país debido a las bondades que ofrecen en cuanto a la precocidad, amplio margen de adaptación, alta palatabilidad y digestibilidad óptima y fácil conservación, entre otras, principalmente para la alimentación animal en forma de heno o ensilaje.

El triticale es uno de los cereales cultivado como alimento desde hace mucho tiempo por varias regiones de otros países y por tanto su cultivo como su utilización lo han constituido como un cereal aportante y a la vez como alternativa en la producción forrajera

Gonzales (2001), menciona que la avena ocupa el quinto lugar en la producción mundial de cereales. La distribución geográfica de su cultivo denota la afinidad de esta planta por áreas templado frescas. Europa, EEUU y Rusia, se cosecha el 80 % en la producción a nivel mundial.

2.1 Cultivo de la Avena

Calderón (1995), manifiesta que la avena tiene importancia a falta de forraje en el Altiplano y valles interandinos con gran demanda para la alimentación del ganado bovino, lanar y camélido. También señala que la avena es una planta que puede adaptarse a una gran variedad de climas semiáridos y fríos, puesto que se cultiva desde una altitud de 0 a 3.000 msnm; se siembran en regiones con climas frío seco o frío húmedo, pero en regiones donde las bajas temperaturas son un factor limitante.

La avena en Bolivia, constituye uno de los cultivos forrajeros anuales más importantes después del maíz en los valles y zonas altas del altiplano. Esta condición se debe a su amplio rango de adaptación a diferentes condiciones de clima y suelo, su buena palatabilidad y la facilidad de conservación como heno o ensilaje, que la

convierte en un recurso forrajero valioso para las épocas secas y frías del año, principalmente de las zonas altas del país. (Córdova, 1998).

Ramirez (1977), indica que la avena constituye un cultivo anual en la zona ecológica del Altiplano, se desarrolla a una altitud fluctuante entre los 3400 a 3820 m.s.n.m. y que engloba desde Chinolj (Potosí); Tacagua (Oruro); Patacamaya y Belén (La Paz), etc. Es uno de los cultivos más interesantes que puede beneficiar a un gran sector de agricultores, siempre que estos sepan las variedades que deben utilizar, así como las épocas más adecuadas para la siembra.

2.2 Cultivo de triticales

(CIF) 1980, el triticales es una alternativa importante en áreas con problemas de poca humedad y suelos pobres y salinos, como es el caso de algunas zonas productoras de cereales en el país. Lo rustico de este cereal lo hace superior a otros en estas condiciones, ya que produce mayor cantidad de grano y forraje que los demás cereales, ante la escasa oferta forrajera de las gramíneas perennes durante el invierno la necesidad de emplear cultivo estacional en las cadenas forrajeras, el triticales cuenta con ventajas como su sanidad y tolerancia al frío frente a la avena y cebada, características muy importantes en zonas donde el invierno se caracteriza por ser seco y frío.

El triticales es un cultivo nuevo y es el primer cereal creado por el hombre, proveniente del cruzamiento artificial entre el trigo (*genero triticum*) y el centeno (*sécale*). Si bien fue creado en el siglo XIX a la fecha no está ampliamente difundido actualmente a nivel mundial se reportan más de 3 millones de hectáreas cultivadas con este cereal menor, posee características que varían según la línea, tales como tipo de grano, resistencia al acame, adaptación y respuesta al manejo agronómico.

El triticales en Bolivia, es una alternativa importante en áreas con problemas de poca humedad y suelos pobres y/o salinos, como es el caso de algunas zonas productoras de cereales en el país. Lo rustico de este cereal lo hace superior a otros en estas

condiciones, ya que produce mayor cantidad de grano y forraje que los demás cereales.

Desde inicios de esta década se introdujo el triticale como alternativa forrajera para las zonas altas de Bolivia por su resistencia a enfermedades, precocidad y excelente resistencia a épocas frías y secas del año. (Prieto & Alzerreca, 1991).

Gutierrez (1989), desde comienzo del año 2001 el programa cereal menores del CIF, viene trabajando en el mejoramiento genético de triticales forrajeros, habiendo logrado obtener nuevas líneas con características importantes para ser utilizadas en la producción pecuaria en los valles y zonas altas del país. En cuanto a las ventajas del triticale, el mismo autor, destaca que tiene muy alta energía germinativa, que se traduce en una rápida emergencia de la plántula con una buena implantación de la pastura y una entrega rápida del forraje, y que generalmente casi todos los triticales en pleno invierno, aun sin lluvias y con heladas, continúan su crecimiento mientras que otros cultivos dejan de hacerlo.

El CIMMYT, citado por Lanque (1984), señala que el triticale muestra un potencial de rendimiento en forraje es mucho mayor que el trigo en zonas altas y condiciones semiáridas.

2.3 Características Morfológicas de la Avena

(), 1988) (1989), citado por Conde (2003), señala que; tiene una altura de planta de 60 hasta 180 cm, el tallo es recto y cilíndrico, tiene de tres a cinco macollos, las hojas tienen una longitud de aproximadamente 25 cm y un ancho de 1 hasta 1,6 cm, la lígula es de longitud media. A diferencia del trigo y la cebada la avena carece de aurículas. La inflorescencia es una panoja compuesta o panícula. El grano es parecido al trigo, pero es más largo y puntiagudo y el color de la planta es verde azulado.

2.4 Características Morfológicas de Triticale

Guerrero (1996), citado por Llanque (2004), menciona que el triticale es una planta anual anfiploide resultante de la duplicación de cromosoma híbrido inter genérico producido por el cruzamiento entre el trigo y centeno.

Castro (2003), señala que es una planta herbácea de hojas largas y nervaduras paralelas, terminada en la punta del limbo que se separa de la hoja, se encuentran dos estipulas finamente vellosas y una lígula transparente y corta, posee radícula fasciculada, el tallo principal presenta brotes especiales de los que se originan los tallos hijos, la espiga está formada por raquis y llevan insertas las espiguillas y se recubren apretados una a otra.

Normalmente el triticale es más alto y vigoroso que el trigo, de igual manera las hojas son más gruesas, más grandes y de mayor longitud. La lígula es pronunciada y sedimentada, las aurículas son de tamaño mediano, semi abrazadoras y sin pelos o cilios (Fohner y Hernández, 2004).

Villegas (1980) menciona que, el triticale ha demostrado que se adapta a suelos ácidos, de pH bajo, en varias regiones del mundo. Tales condiciones existen en Colombia, Etiopía, el norte de la India y Brasil. En otros países, también los triticales han mostrado un rendimiento superior al del trigo.

Rojas (2002), las características botánicas de la Avena y Triticale son las siguientes:

Raíz: Fasciculada fibrosa y adventicia

Tallo: Erectos, cilíndrico y huecos

Hoja: Lanceoladas, la longitud varía de acuerdo a las especies

Flor: De espiga o panículas

Fruto: Cariopside, con las glumillas adherida.

2.5 Clasificación Taxonómica

De acuerdo a Crosquist (1988), la evolución y clasificación taxonómica es la siguiente:

Clasificación Taxonómica de la Avena

Reino	plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Lilopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Genero	<i>Avena</i>
Especie	<i>Sativa L.</i>

Clasificación Taxonómica del Triticale

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Genero	<i>Tricosecale</i>
Especie	<i>T. aestivium</i>

2.6 Descripción Fenológica de los Cultivos

Marca (1989), indica que los cultivos forrajeros en estudio presentan las siguientes fases de desarrollo:

- **Emergencia**, es la aparición de los primeros tejidos de la planta sobre la superficie del suelo con una o dos hojas.

- **Macollamiento**, cuando el 50% de las plantas han macollado, es decir tiene brotes o retoños, momento que las yemas auxiliares que tienen las hojas se transforman en macollas. El primer macollo efectivo proviene de la yema auxiliar de la segunda hoja preformada en el embrión.
- **Encañamiento**, cuando el 50% de las plantas presentan el primer nudo a dos o tres centímetros del suelo.
- **Embuchamiento**, la espiga evidente se encuentra envuelta dentro de la vaina de la hoja bandera (hoja superior).
- **Espigado**: o llamado Prefloración, cuando el 50% de las plantas tienen espiga completamente libre de la vaina foliar.
- **Floración**: cuando en el 50% de las espigas, las florecillas se abren y las anteras libran el polen.
- **Grano Lechoso**: cuando en el 50% de las espigas presentan granos que al ser presionados con los dedos liberan un líquido de color blanco.
- **Grano Pastoso**: cuando el 50% de las panojas presentan granos que resisten al ser presionados con la uña.
- **Madurez Fisiológica**: cuando el grano ha perdido agua, las plantas presentan el pedúnculo de color amarillento.

Chilon (1996), menciona que la fase fenológica se debe registrar a partir de la fecha de siembra, y éstas deben considerar principalmente días a la emergencia días al inicio de espigamiento días a la madurez fisiológica.

2.7 Descripción Agronómica de los Cultivos

SEFO (2000), reporta la producción en Bolivia de las tres especies en estudio.

La avena, es una forrajera de alta productividad, especialmente en valles, zonas frías y húmedas. Se cultiva desde los 2000 a 4500 m.s.n.m. Entre los que se tienen los cultivares prioritarios: Gaviota y Águila.

El triticale, se utiliza para la producción de forraje y consumo humano en forma de grano. De amplio rango de adaptación, desde 1800 a 4500 m.s.n.m. Entre los que se tienen los cultivares: Renacer y Eronga. Resistencia a enfermedades y plagas. El triticale presenta una resistencia superior a climas adversos como las heladas y la sequía que el trigo.

Este cultivo puede desarrollarse en suelos pobres, en suelos ácidos y salinos. También es ideal en climas o terrenos húmedos, pues es una planta con mayor resistencia a enfermedades y plagas.

Si el cultivo se destina a la obtención de forraje es recomendable escoger terrenos arcillosos y de pH entre 6.5 y 7. Procurar terrenos con poca pendiente con el fin de evitar encharcamientos.

Meneses (2003), indica que el momento oportuno de cosecha del forraje para la evaluación en una investigación, debe estar relacionado con el desarrollo fisiológico de la planta, para esto se ha establecido que el mejor momento de corte es cuando se observan en las parcelas de un 10% al 15% de emergencia de las panojas. Además, es necesario eliminar por efecto de bordura los surcos de los extremos y las cabeceras de las parcelas.

Chambi (2005), manifiesta que se ha establecido que la mejor época de siembra está comprendida entre el 15 de octubre al 15 de enero en el altiplano, dependiendo de la frecuencia de lluvias, aconseja no sembrar con las primeras lluvias, por la posibilidad que estas se suspendan por un tiempo, que ocasionaría que las plantas emergidas perezcan por sequía.

Llanque (2004), señala que las épocas de siembra para la producción de forraje y semilla, regularmente se ajustaran a las condiciones climatológicas de la zona, ajustándose necesariamente al principio de la estación de lluvias.

2.7.1 Adaptación

La adaptación ha sido considerada como un factor importante en el mejoramiento de granos pequeños. Estudios recientes han mostrado que el triticale es un grano y forraje de importancia en muchas partes del mundo, observándose que los triticales mejor adaptados, continúan manteniendo superioridad en el rendimiento de trigo y cebada Sagra (1985).

CIMMYT (1987) señala, que el triticale muestra un potencial de rendimiento mucho mayor que el trigo en suelo ácidos en zonas altas y en condiciones semiáridas.

Guerrero (1987) señala que el triticale se adapta a suelos ácidos en varias regiones del mundo. Al respecto, experiencias realizadas en el altiplano central de Bolivia donde los suelos son de pH neutros a alcalinos por la baja precipitación pluvial anual se han observado adaptaciones aceptables de la especie.

El triticale ha mostrado una amplia adaptación en condiciones extremas de suelo fertilidad y disponibilidad de agua. Así Cabrera (1979) informa que, las variedades de triticale desarrollados en centro internacional de mejoramiento del maíz y trigo (CIMMYT) se adaptan difícilmente a latitudes mayores a 30 grados, el mismo autor expresa que el triticale ha reemplazado al centeno en grado significativo en suelo arenosos y pobres.

Pearsons (1994), menciona que el requerimiento climático de la avena se cultiva en zonas templadas, sin embargo, también pueden crecer en áreas con bajas temperaturas, con baja humedad la temperatura adecuada para el cultivo de esta especie varía entre 15 a 31 ° C, necesitan 600mm de precipitación durante el año, como también se adaptan a zonas con precipitaciones de 300 a 400 mm.

2.7.2 Altura de la Planta

La altura de planta es un indicador de la producción de forraje que se utiliza en especies forrajeras perenes y anuales, para evaluar el rendimiento de la producción (Robles, 1990)

Mendieta (1992), indica que a mayor altura de planta produce mayor rendimiento en forraje, del mismo modo. Jacinto (1979), señala que la altura de planta y rendimiento de forraje está estrictamente correlacionada.

Prieto et al. (1991) citado por Copa (1995), luego de realizar una evaluación de forrajes introducidas en localidades del norte de potosí, concluyeron señalando que por efectos de mejor condición edafoclimática, los rendimientos de todas las especies y variedades en producción de forrajes estaban correlacionados con las mayores alturas de plantas.

Duran (2001), atribuye que la altura de planta está influenciada por los factores climáticos (temperatura precipitación) afectando el normal crecimiento y desarrollo del cultivo de avena forrajera.

2.7.3 Macollaje

Mendieta (1992), menciona que el ensayo comparativo de producción el rendimiento de forraje está estrechamente ligado al número de macollos y la relación de tallo y hoja y que el mayor o menor número de macollos está en función a una disponibilidad apropiada de nitrógeno en el suelo.

Zilinky (1969) citado por Roble (1990), señala que, los triticales tienen la tendencia de macollar durante un periodo mayor que el trigo, resultado esto en altura dispareja de espigas, maduración poco uniforme.

Mendieta (1979), en un trabajo realizado con cebada en la estación experimental de Patacamaya encontró que, el mayor rendimiento de forraje está muy relacionado con

el mayor número de macollos producidos por planta. Sin embargo, un mayor o menor número de macollos está en función a una disponibilidad apropiada del nitrógeno en el suelo.

Quispe (1999), en un estudio de especies y variedades de avena, cebada y triticale para la producción de forraje en el altiplano central en la Estación Experimental de Choquenaira en condiciones de secano, encontró un promedio de 6,46, 5,46 y 3,40 macollos por planta de las especies estudiadas.

2.7.4 Densidad de Siembra

La densidad de siembra varía ampliamente de un lugar a otro y dependiendo del propósito de la misma ya sea para forraje o grano. Además, es afectada significativamente por la disponibilidad de agua y la calidad de la semilla (Mendieta, 1992).

Mantilla (1995), en estudio comparativo de variedades de avena, cebada y triticale en la localidad de Choquenaira utilizó densidades de siembra de, 100 Kg/ha para la avena y triticale, 80 Kg/ha para la cebada, obteniendo rendimientos de 7.58; 6.46 y 5.23 t Ms/ha respectivamente.

Rojas (1987) señala que, en un trabajo realizado con líneas de triticale en el altiplano norte durante una gestión, empleó una densidad de siembra de 120 kg/ha obteniendo un rendimiento promedio que supera 5,08 t MS /ha.

Villarroel (2001), en un ensayo de tres especies forrajeras con diferentes densidades de siembra en la estación Experimental de Belén, obtuvo los siguientes resultados; con densidades de 90 y 100 Kg/ha obtuvo los mayores rendimientos de 8.02 y 8.04 t/ha respectivamente y por último con la densidad de 110 Kg/ha tan solo 7.98 t/ha.

Quispe (1999), con relación a la densidad de siembra la que presentó con mayor altura fue la densidad de 90 Kg con 120,93 cm, seguido por la densidad de 110 Kg con 120 cm y por último la densidad de 100 Kg con solo de 118.13 cm.

2.7.5 Rendimiento de Materia Seca

Según Robles (1990), la biomasa en el campo es determinado no solamente como masa verde, sino también en materia seca. Por esta razón las plantas frescas deben ser secadas en un horno de desecación (a 105°C durante 24 horas o 65 °C por 48 horas) hasta que el peso de la muestra llegue a ser constante.

Tapia (1971), menciona que, cuando los forrajes se siegan a intervalos y a periodos frecuente, es menos el rendimiento que cuando se deja desarrollar hasta la fase optima de siega. Los corte demasiado frecuente y pastoreo intensivo de las plantas más alta, puede reducir severamente su vigor por el agotamiento de las reservas de alimentos en sus raíces. Esto no solo reduce el rendimiento, sino que puede llegar a producir la muerte de la planta.

Morrison (1997) citado por Duran (2001), señala que al momento de la cosecha de las gramíneas o leguminosas a intervalos frecuentes como se hace en las praderas cultivadas, generalmente suele ser menor el rendimiento de materia seca, que cuando se los deja desarrollar hasta la fase optima de la cosecha, debido a que es menor la superficie foliar expuesta a la luz, por tanto, disminuye la producción de hidratos de carbono en la planta.

Chambi (2005), en un estudio comparativo de tres variedades forrajeras introducidas en la Sub-cuenca Media del Rio Keka, Provincia Omasuyos, en la localidad de Tipampa, se obtuvo el mayor rendimiento con un promedio de 6.35 t MS/ha, superior a la localidad de Jahuiraca y Suntia Chico donde se obtuvieron 4,40 y 3,37 t MS/ha respectivamente.

Las variedades Águila, Gaviota y L – 94/171 de avena fueron las de mayor rendimiento con 6,15, 5,66 y 5,31 t MS/ha respectivamente; en cebada la variedad Gloria obtuvo 4,76 t MS/ha, superior a las variedades IBTA – 80 e IBON, la variedad Renacer y Eronga en triticales registraron rendimientos de 3,93 t MS/ha y 2,80 ton

MS/ha. En especies la avena alcanzo 5,7 t MS/ha, seguido por la cebada con 4,6 t MS/ha, y por último el triticale con 3,4 t MS/ha.

Villarroel (2001), de las tres especies forrajeras, la que presento un rendimiento superior fue la avena con un rendimiento promedio de 7,58 t/ha de materia seca, seguido por el triticale de 6,46 t/MS/ha y por último la cebada de 5,23 t/MS/ha.

Conde (2003), propone rendimientos de materia seca en t MS/ha en varias localidades y años, realizados en Patacamaya, San Andrés, Q'orpa, Choquenaira, Kallutaca y Kalamarca. Obteniendo rendimientos promedio en Q'orpa 12,14 t MS/ha en avena y 12,19 t MS/ha en triticale.

2.7.6 Valor Nutritivo del Forraje

El valor nutritivo se refiere a los nutrientes que provee el forraje para el animal.

Bidwell (1992) menciona que el valor nutritivo de la avena como el de cualquier forraje varia principalmente por el estado fisiológico en el que se encuentre y el grado de fertilización, disminuyendo la calidad nutricional a medida que pasa el tiempo óptimo de cosecha.

Alzereca y Cardazo (1991), determinaron los valores nutricionales de los alimentos, para la ganadería andina entre las especies estudiadas con porcentajes de proteína cruda: La proteína cruda de Avena (20 %), Cebada (11,8 %) y Triticale (12,3 %).

De acuerdo a los análisis de 100 líneas de triticale para grano se encontró una variación de 12,0 a 21,0 % de proteína, asimismo el porcentaje de proteína en el forraje del triticale varía entre 17,0 a 22,0 % con una buena calidad de forraje (Robles, 1990).

Tapia (1984), señala que el objetivo de producción forrajera no es simplemente producir en gran volumen el forraje, si no al mismo tiempo es satisfacer los requerimientos nutricionales de los animales que lo consumen, por tal razón, la

determinación del valor nutritivo de los forrajes es parte integrante de todo programa de investigación forrajera.

2.8 Factores Climáticos de los Cultivos

2.8.1 Temperatura

Pearsons (1989), detalla que las gramíneas y particularmente la avena, cebada y triticale se cultivan en zonas templadas, sin embargo, también pueden crecer en aéreas con bajas temperaturas, con baja humedad, la temperatura adecuada para el cultivo de esta especie varía entre 15 a 31° C, aunque también pueden soportar temperaturas bajas.

2.8.2 Precipitación

Parsons (2005), los cereales por lo general requieren cantidades de precipitación entre 600 a 850 mm/año; sin embargo, se pueden adaptar a zonas con lluvias que registren de 300 a 400 mm/año.

2.8.3 Suelo

Para obtener una buena cosecha, es necesario que el suelo tenga una capa cultivable de por lo menos 20 cm de profundidad y una textura media a pesada y de buena estructura que permitan un buen drenaje, obteniéndose los mejores rendimientos en suelos livianos-limosos o arenosos. También es importante la acidez con un pH de 7 a 8,5 y en materia orgánica es de acuerdo a las necesidades del suelo Parsons (2005) citado por Quispe, (1999).

2.9 Introducción de Variedades

Gallo (2011), indica que la adaptación de una variedad es como el comportamiento satisfactorio en todos los procesos fisiológicos y fenotípicos de la planta, en interacción con el medio ambiente local, siendo de importancia los agentes físicos, químicos, biológicos, atmosféricos y la mano del hombre que intervienen durante el

proceso productivo, los mismos que influyen directa o indirectamente en el rendimiento final del material genético.

La introducción de variedades es una práctica de mejoramiento efectiva que permite identificar variedades sobresalientes de amplia variabilidad y estabilidad (Gutiérrez, 1989).

El mismo autor, menciona que la introducción de germoplasma se puede considerar como un método indirecto de mejoramiento de plantas. A donde quiera que haya ido el hombre ha llevado siempre consigo sus semillas o plantas, y este transporte de materiales ha sido fundamental en el desarrollo de la agricultura mundial. Casi la totalidad de las variedades introducidas por los colonizadores e inmigrantes fueron muy heterogéneas, característica que les proporcionaba una gran flexibilidad de adaptación.

Conde (2003), señala que la avena se desarrolla en suelos variados, alcanzando mayor producción en suelos francos, francos arcillosos y aluviales porque son compactos y retienen mejor el agua.

Mantilla (1995), indica que el método de introducción consiste en incorporar a una localidad germoplasma que ha sido desarrollado en otras regiones. De ahí que una variedad mejorada puede ser considerada introducida, pues pueden ser cultivos de mejor provecho lejos de su lugar de origen.

2.10 Análisis de Costos de Producción

El objetivo de una evaluación económica propuesta por el CIMMYT (1988), consiste en demostrar la viabilidad financiera de un proyecto mediante una metodología sobre el presupuesto parcial y el análisis marginal, como herramientas útiles para determinar las implicaciones económicas en costos y beneficios al analizar los resultados. Para tal efecto se toman los siguientes aspectos económicos.

- **Presupuesto parcial:** Este es un método que se utiliza para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos alternativos.
- **Costos que varían:** Son los costos (por hectárea) relacionados con los insumos comprados, la mano de obra y la maquinaria, que varían de un tratamiento a otro.
- **Rendimiento Ajustado:** Es el rendimiento medio reducido en un cierto porcentaje de 5 a 30 % con el fin de reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y el que el agricultor podría lograr con ese tratamiento.
- **Beneficio bruto:** Resulta de la multiplicación entre el rendimiento ajustado por el precio del producto.
- **Beneficio neto:** El beneficio neto es el beneficio bruto de campo menos el total de los costos variables.
- **Tasa de retorno marginal (%):** Es el beneficio neto marginal (es decir el aumento en beneficios netos) dividido por el costo marginal (aumento en los costos que varían) expresada en un porcentaje.
- **Tratamiento dominado:** La misma señal que, se considera tratamiento dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costo variable más bajo.
- **La relación beneficio/costo (B/C):** Alvarado (2002), muestra la cantidad de dinero que recibirá una alternativa de producción por cada unidad monetaria invertida. Se determina dividiendo los ingresos brutos (beneficios) entre los costos.

3. LOCALIZACIÓN

3.1 Ubicación Geográfica

El área de estudio se encuentra ubicada en el Municipio Patacamaya, Quinta Sección de la Provincia Aroma del departamento de La Paz, se sitúa a 101 kilómetros de la sede de Gobierno, por la carretera interdepartamental La Paz – Oruro al sudoeste de la capital del departamento de La Paz, a una altitud promedio de 3.789 m.s.n.m. (Plan de Desarrollo Municipal de Patacamaya, 2016).

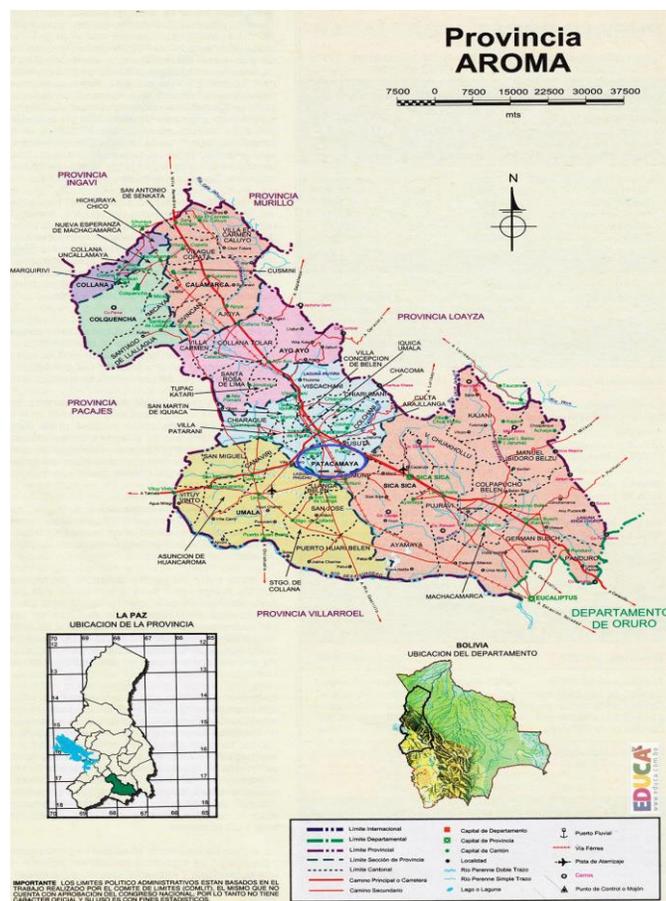


Figura 1. Ubicación de la Provincia Aroma

La Estación Experimental de Patacamaya geográficamente se encuentra entre las coordenadas 17°15'41" de Latitud sur y 67°56'39" de Longitud oeste, en el centro de

la provincia Aroma, de acuerdo a las Cartas del Instituto Geográfico Militar, (PDM. Patacamaya, 2016).



Figura 2. Imagen satelital de la Estación Experimental de Patacamaya

Fuente: adaptado de google earth



Figura 3. Área del terreno de estudio

3.2 Descripción del Área de Estudio

3.2.1 Clima

El Municipio de Patacamaya es una región que se caracteriza por un clima frío, seco y semiárido de extensa planicie, existe una división entre época seca y época de lluvias, que abarca entre 8 y 4 meses respectivamente. La época de lluvia comienza en noviembre y dura hasta marzo, la precipitación anual es 368,7 mm, se presentan granizadas entre los meses de octubre y marzo coincidiendo con la época de lluvias, la ocurrencia de heladas suele ser de 300 días durante el año. (SENAMHI, 2016).

3.2.2 Suelo

De acuerdo a los resultados obtenidos en un trabajo de investigación realizado por Morales (2016), en el área el análisis físico- químico realizado fue realizado en el laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería agronómica, como resultado obtenido nos dice que es un suelo de textura franco arenoso, el valor de pH neutro de 7,22 (anexo 3).

3.2.3 Temperatura

La media anual es 9,4°C, la máxima anual alcanza 20,3°C en noviembre, mientras que la mínima anual es -6,1°C en junio, la menor amplitud térmica diaria ocurre en la época lluviosa de enero a febrero, la mayor amplitud térmica diaria ocurre de mayo a agosto. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de -3 °C a 20 °C y rara vez baja a menos de -6 °C o sube a más de 23 °C (SENAMHI, 2016).

3.2.4 Vegetación

La formación vegetal en el Municipio es xerofítica y composición florística variada, las especies más comunes que se encuentra son: Cola de Ratón (*Horduem murinum*) forraje, Mostacilla (*Brassica campestres*) medicinal, Pasacana (*Cactus*) construcción y alimento humano, cebadilla (*Bromus catarticus*) forraje, Iru ichu (*Festuca*

orthophylla) construcción y forraje, Chua chua (*Baccharis obtussifolia*) leña y forraje (PDM Patacamaya 2006 - 2010).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Materiales y Equipos

4.1.1 Material Vegetal

Para el desarrollo del presente estudio se utilizó el siguiente material genético introducido, el mismo que se detalla en la tabla 1.

Tabla 1.

Material genético introducido

Especie	Variedades	Procedencia	Densidad (kg/ha)
Avena	Águila Texas	SEFO – SAM	80 – 110
Triticale	Renacer Horizonte	COCHABAMBA	80 – 110

SEFO – SAM: Empresa de Semillas Forrajeras

a) Características de las Variedades en Estudio

Los datos de las variedades estudiadas fueron registrados, bajo la responsabilidad del Programa de Cereales Menores del Centro de Investigación en Forraje, CIF – SEFO.

- **Avena Variedad Texas:** liberada el año 1989, con un rendimiento de 8,50 t MS/ha, 142,58 días al corte en estado lechoso y una altura de planta de 150,00 cm, según la procedencia y el etiquetado de la semilla es una variedad fiscalizada con alto rendimiento con un ciclo vegetativo corto, resistente a heladas; según investigaciones se adapta muy bien a la zona del Altiplano.

- **Avena Variedad Águila:** liberada el año 1990, con un rendimiento de 7.00 t MS/ha, 142,58 días al corte en estado lechoso y una altura de planta de 80,18 cm., según la procedencia es una variedad fiscalizada con alta productividad, y adaptación especialmente en valles y en zonas frías y húmedas. Se cultiva desde los 2000 a 4500 msnm, según el etiquetado son resistentes a heladas.
- **Triticale Variedad Renacer:** liberada el año 1990, con un rendimiento de 5.93 t MS/ha, 138,83 días al corte en estado lechoso y una altura de planta de 111,81 cm.
- **Triticale Variedad Horizonte:** es una variedad alta, de entre 105 y 120 centímetros. Producción entre 7 y 12 toneladas por hectárea. Adecuado para la alimentación animal.

(SEFO) Determina las características agronómicas de las variedades como se observa en la tabla 2.

Tabla 2.

Características Agronómicas de las variedades de Avena y Triticale (SEFO)

Avena Var. Texas		Avena Var. Aguila	
Rendimiento	8,50 t MS/ha	Rendimiento	7 t MS/ ha
Días a corte (grano lechoso)	142,58	Días a corte (grano lechoso)	142,58
Altura de planta	150 cm	Altura de planta	80,18 cm
Triticale Var. Renacer		Triticale Var. Horizonte	
Rendimiento	5,93 t MS/ha	Rendimiento	7 - 12 t MS /ha
Días a corte (grano lechoso)	138,83	Días a corte (grano lechoso)	138,83
Altura de planta	112.81 cm	Altura de planta	105 - 120 cm

Fuente : SEFO – SAM: Empresa de Semillas Forrajeras

4.1.2 Material de laboratorio

Para la determinación y la obtención de la materia seca se utilizó lo siguiente:

- Balanza (1000 kg)
- Mufla (horno de mufla - 1300 °C)
- Sobres de papel manila (40 hojas)

4.1.3 Materiales de Equipo de Campo

Para el trabajo de campo se utilizaron los siguientes equipos y materiales:

- Estacas (48 unidades)
- Picotas (10 unidades)
- Rastrillo (10 unidades)
- Letreros (12)
- Flexo (15 metros)
- Wincha (1,50 cm)

4.1.4 Material de gabinete

- Material de escritorio
- Computadora
- Cámara fotográfica
- Calculadora
- Cuaderno de apuntes

4.2 Metodología

4.2.1 Método de Campo

El trabajo fue realizado durante la gestión agrícola 2017- 2018, evaluando el comportamiento agronómico de las variedades de avena y triticale desde la siembra (primera semana de diciembre de la gestión 2017) hasta la fase de grano lechoso (última semana del mes de mayo del año 2018).

4.2.2 Preparación del Área Experimental

La preparación del terreno se llevó a cabo en la segunda semana de noviembre del año 2017, donde la primera semana del mes de diciembre se realizó el roturado a una profundidad de 25 a 30 cm, posteriormente se realiza el rastrillo del área experimental consiguiendo un nivelado del área para posteriormente proceder a la delimitación de las unidades experimentales con estacas de madera.

Para la preparación del terreno se realizó unas tres semanas antes de la siembra con el roturado, rastreado y nivelado, con la ayuda de estudiantes y compañeros que fueron parte de la estación experimental de Patacamaya como se describe a continuación, donde no se realizó ningún tipo de fertilización.

4.2.3 Roturado

Se realizó con anterioridad para realizar la siembra en las primeras semanas de noviembre con ayuda de un tractor agrícola provisto de un arado de discos, para la rotura del suelo de las capas superiores con un arado de disco utilizando maquinaria, por la extensión del área de investigación y poder obtener un roturado más eficiente

4.2.4 Desterronado

El rastreado o desterronado se realizó con el objetivo de desmenuzar los terrones y obtener una buena cama, para este proceso se consideró la ayuda de un equipo de

motocultor y rotavator de la misma Estación Experimental de Patacamaya para facilitar la siembra y el nivelado.



Figura 4. Preparación de suelos (Roturado)

4.2.5 Nivelado

Realizado el roturado y rastreado (desterronado) del área experimental se procede a la nivelada actividad desarrollada con el apoyo de personal de la estación experimental de Patacamaya con el fin de contar con un suelo bien mullido y libre de malezas.



Figura 5. Nivelado del terreno

4.2.6 Demarcado y estaqueado del área experimental

Se efectuó el demarcado de las parcelas de estudio de acuerdo a las características del campo experimental, considerando las diferentes distancias, áreas para la determinación y el demarcado con estacas.



Figura 6. Trazado y demarcado de unidades experimentales.

4.2.7 Preparación del material de estudio

En fecha 8 de diciembre se realizó la preparación y el pesado de las semillas de las variedades de estudio, identificadas correspondiente por tratamiento para cada bloque, para proceder a la siembra.



Figura 7. Semillas embolsadas por tratamiento y repetición

4.2.8 Siembra

La siembra se efectuó el 8 de diciembre de 2017, se procedió con los bloques de acuerdo al croquis, se realizó la siembra por el método de voleo esparciendo las semillas sobre la superficie del terreno de forma manual, con una densidad de siembra de 110 kg/ha para todas las variedades de estudio, y con la ayuda de un tractor se realizaron los surcos y el cubrimiento de las semillas.



Figura 8. Siembra al voleo



Figura 9. Apertura de surcos con tractor

4.2.9 Labores Culturales

- **Deshierbe.** Las labores de deshierbe se realizó de forma manual con el fin de reducir la competencia por nutrientes con malezas invasoras de acuerdo a la existencia de las misma para obtener resultados satisfactorios. Las malezas que se identificaron fue Mostaza (*Brassica rapa* L.), Cebadilla (*Bromus catharticus* Valh)
- **Riego.** Establecimiento de riego por aspersión, fue complementario en base al requerimiento del cultivo, este se realizó en periodos de escasas de precipitaciones para cubrir el requerimiento del cultivo en determinados días con el fin de dar condiciones a estos cultivos.

4.2.10 Identificación de las Plantas

Por cada unidad experimental se identificaron y se puso marbete a las cinco plantas al azar por unidad experimental, respetando el efecto de borde, con el objetivo de obtener visibilidad ante durante su crecimiento de follaje y para evitar confusiones en la toma de datos agronómicos durante su desarrollo

4.2.11 Cosecha

Se la realizo manualmente, para posteriormente proceder a la toma de datos de rendimiento de la materia verde. La fecha de corte se realizó de acuerdo a las etapas fenológicas y tiempo optimo del cultivo, es decir cuando más del 50 % se encontraba en grano lechoso, el corte se realizó a una altura de 5 cm sobre el nivel del suelo. En cada unidad experimental se cosecho tres muestras de 1 m², respetando el efecto de borde, en ambos cultivos la cosecha cuando están alcanzaron 120 días después de su siembra.

4.3 Diseño Experimental

El experimento para su mejor estudio fue establecido en diseño de bloques completos al azar, (Calzada, 1986) Para los análisis de datos del experimento se presenta el modelo estadístico a continuación.

4.3.1 Modelo estadístico

Modelo 1.

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_j + \tau_i + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Una observación

μ = Media general

β_j = Efecto del j-ésimo bloque

τ_i = Efecto fijo del i-ésimo Tratamiento

ε_{ijk} = Error experimental

Modelo utilizado para las variables de altura de planta y número de hojas por planta, debido a la respuesta se consideró homogénea dentro de cada parcela.

Modelo 2.

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_j + \tau_i + \varepsilon_{k(i)} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Una observación

μ = Media general

β_j = Efecto del j-ésimo bloque

T_i = Efecto fijo del i -ésimo tratamiento

$\epsilon_{k(i)}$ = Error de muestreo (k -ésima unidad de muestreo dentro del k -ésimo bloque)

ϵ_{ijk} = Error experimental

Debido que dentro de cada unidad experimental se tenían tres sub muestras de 1 m², para estimación de número de macollos, número de plantas, para la determinación del rendimiento de materia verde y materia seca.

Rodríguez de Ángel (1991), menciona que si la respuesta se considera heterogénea donde la unidad experimental el sub muestreo logra mayor precisión.

4.3.2 Características del Campo Experimental

El estudio se efectuó en un terreno uniforme, con una pendiente entre 1 y 2%, considerado como plano, en la tabla 3 muestra las dimensiones del área experimental:

Tabla 3.

Dimensiones del Área de Experimento

Numero de Tratamientos	4
Numero de repeticiones	3
Numero de bloques	3
Área total del experimento	1496,5 m ²
Área neta del experimento	1260 m ²
Area de pasillos	0,6 m
Área de la unidad experimental	105 m ²
Número de unidades experimentales	12

Tabla 4.

Factores de Estudio

Tratamientos	Descripción
T1	Avena Variedad Texas
T2	Avena Variedad Águila
T3	Triticale Variedad Horizonte
T4	Triticale Variedad Renacer

4.3.3 Croquis de campo

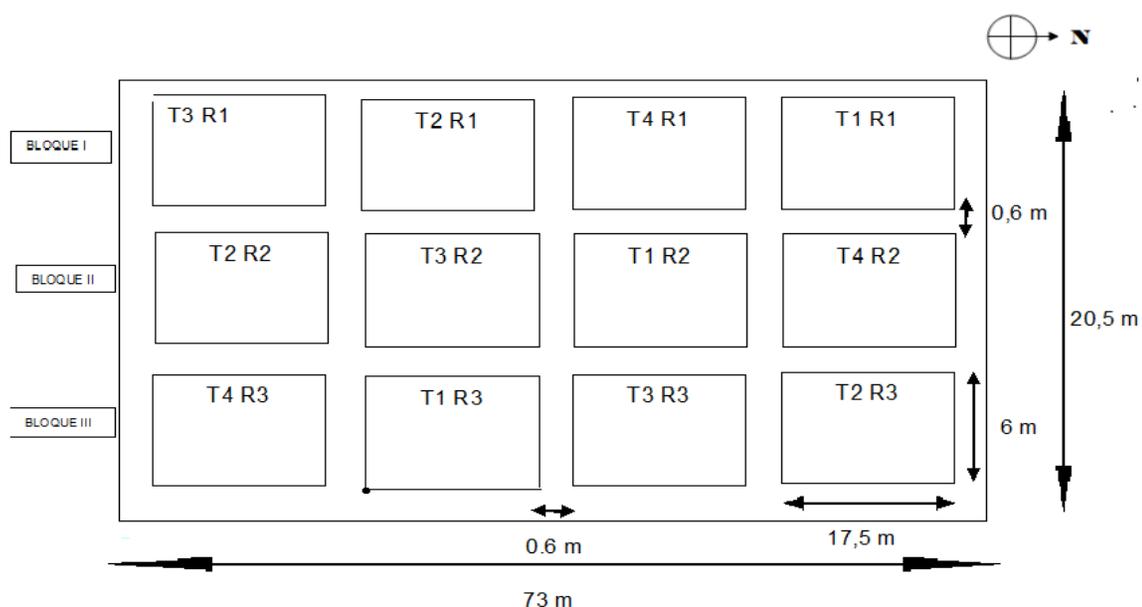


Figura 10. Croquis de campo del estudio

4.4 Variables de Respuesta

4.4.1 Determinación del Comportamiento Fenológico

Las principales variables de respuesta y modalidades de registro durante el ciclo biológico de la planta fueron:

4.4.1.1 Días de Emergencia

Los días a la emergencia se evaluarán cuando se tuvo el 50 – 80 % de plantas emergidas en un tiempo de tres semanas a cuatro en las unidades experimentales, para cada variedad y especie, tomando en cuenta desde el día de la siembra hasta los días a la emergencia.

4.4.1.2 Días al Macollamiento

Esta variable se evaluó cuando el 50 - 80 % de las especies y variedades presentaron esta fase de macollamiento, con la formación de ahijamiento y aparición de tallos

4.4.1.3 Días a la Floración

Esta variable se evaluó cuando el 50 – 80 % de las espigas presentaron una floración casi homogénea de las especies y variedades.

4.4.1.4 Días al estado de Grano Lechoso

Esta variable se evaluó en días a partir de la siembra, y se la realizó junto con la cosecha del forraje cuando el 50% de la parcela presentó el grano lechoso, lo que se verificó con el solo hecho de pellizcar el grano y este presenta un aspecto blanco lechoso.

4.4.2 Variables Agronómicas

4.4.2.1 Altura de Planta

La altura de las plantas se determinó de 5 plantas por cada unidad experimental ya seleccionadas e identificadas, utilizando una cinta métrica, medición que se tomó desde la base del tallo principal hasta la parte apical de la panícula, durante todo su desarrollo con un intervalo de quince días hasta alcanzar su máximo desarrollo de crecimiento.

4.4.2.2 Número de Macollos

El número de macollos se determinará al momento de la cosecha de un área de un metro cuadrado, en su etapa de maduración del grano lechoso contabilizando y sacando un promedio de tres muestras que se encontraban en esta área escogidas al azar de cada unidad experimental.

4.4.2.3 Número de Hojas

El número de hojas por planta se cuantificaba cada 15 días de cinco plantas seleccionadas e identificadas por unidad experimental, desde el momento en que aparecieron las primeras hojas verdaderas hasta que están entraron a la etapa de formación de espigado, fue ahí donde ya dejaron de incrementar el follaje.

4.4.2.4 Rendimiento Materia Verde

Para esta variable el rendimiento de materia verde se vio el forraje en relación con su desarrollo fisiológico de la planta, estableciéndose que el mejor momento de corte, cuando el forraje alcanza el estado de grano lechoso. En esta fase de desarrollo fisiológico la planta cuenta con mayor cantidad y calidad de nutrientes.

Para determinar el rendimiento de materia verde se realizó el corte de los forrajes a una altura de 10 cm del suelo, con la “hoz”, el corte fue de tres muestras de cada unidad experimental un metro cuadrado completamente al azar, respetando el efecto de borde, obteniendo muestras donde se pesaron y obtuvieron los rendimientos en materia verde de cada tratamiento.

4.4.2.5 Rendimiento Materia Seca

Para determinar el valor nutricional y rendimiento de una planta forrajera es necesario trabajar con material seco ya que el material verde constituye una fuente de variación muy importante (Villarreal, 2001).

Esta variable se evaluó de las muestras sacadas de materia verde relativamente pesadas y fueron oreadas para proceder con respectivo cuidado a ser depositadas en sobres manilas por cada variedad, por un tiempo de 72 horas a una temperatura de 65°C hasta obtener un peso constante. Estas se desarrollaron en el laboratorio de fitopatología de la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria perteneciente a la Facultad de Agronomía UMSA. Se determinó su valor utilizando la siguiente expresión

$$\% \text{ M.S.} = (\text{peso muestra seca} / \text{peso muestra húmeda en verde}) * 100$$

Finalmente, el rendimiento en materia seca se obtiene relacionando el 100 %M.S. con el rendimiento inicial en materia verde, para posteriormente proyectar a t MS/ha.

4.5 Análisis de Costos de Producción

De acuerdo al manual metodológico de evaluación de CIMMYT (1988), elaborando los costos de producción para cada variedad del ensayo experimental y se tienen los siguientes indicadores.

a) Ingreso Bruto:

$$\text{I.B.} = \text{R} \times \text{P}$$

Donde:

I.B. = Ingreso Bruto

R = Rendimiento

P = Precio

b) Ingreso neto o utilidad del cultivo:

$$\text{I.N.} = \text{I.B.} - \text{C}$$

Donde:

I.N. = Ingreso Neto

I.B. = Ingreso Bruto

C = Costo de Producción

- c) **Relación Benéfico/Costo:** Las estimaciones de esta evaluación han sido hechas para todos los tratamientos, en base a los precios del mercado local, se hicieron cálculos de transformación de los rendimientos de materia seca y materia verde, con una venta directa de forraje en forma de heno con un peso de 20 kilogramos que preparan para su posterior comercialización entre los ganaderos en las ferias de la zona y de forma local y de materia verde realizando una venta directa sin corte de una hectárea que es una forma de comercialización de los productores, tomando en cuenta los datos de rendimiento en verde obtenidos en un metro cuadrado.

Formulas empleadas:

$$CT = CFT + CVT$$

Donde:

CT= Costo total

CFT= Costo fijo total

CVT= Costo variable total

$$RB/C = IB/CT$$

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:

- $B/C > 1$, entonces, es económicamente rentable
- $B/C < 1$, entonces, se tiene pérdidas el estudio o el proyecto no es recomendable su aplicación a nivel de producción.
- $B/C = 1$, entonces, no hay ganancia ni pérdida, por tanto, el resultado es dudoso.

5. RESULTADOS Y DISCUSION

El presente trabajo de investigación fue evaluado el comportamiento agronómico de variedades de avena (*Avena sativa*) y triticale (*Triticum secale*) en la Estación Experimental de Patacamaya. A continuación, se detallan los resultados obtenidos en el ensayo.

La información climática tiene una importancia que se consideró en el presente estudio fue precipitación y temperatura, los cuales fueron analizados a partir de la preparación de terreno

5.1 Precipitación Pluvial Durante la Gestión 2017-2018

Durante el periodo de investigación los datos de precipitación pluvial registrados en la Estación Experimental de Patacamaya de los meses en el que se hizo el estudio, durante todo el ciclo de la fase fisiológica, y que fueron tomados en cuenta a partir del mes de noviembre de la gestión 2017, mes en el que se inició la ubicación y preparación del terreno para siembra, hasta el mes de abril de la gestión 2018, pues fue el mes en que se realizó la cosecha de las diferentes unidades experimentales.

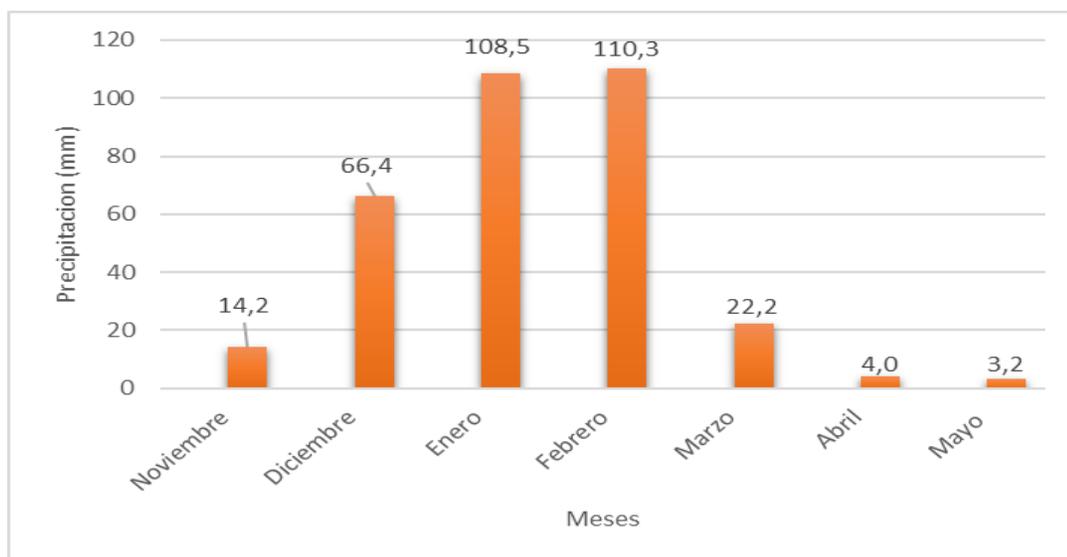


Figura 11. Precipitación registrada durante el periodo noviembre 2017 a mayo 2018 en Patacamaya

En la Figura 11 se puede ver la acumulación de la precipitación de forma mensual, donde en el mes de noviembre se registra una precipitación de 14,2 mm, existiendo un déficit de agua en los tratamientos en la parcela de estudio, en el mes de diciembre existe un ascenso de la precipitación llegando a los 66,4 mm favoreciendo al desarrollo de los cultivos, en consecuencia a la baja precipitación se realizó el riego por aspersión (complementario) antes y después de la siembra, tres veces a la semana de riego por 4 horas para asegurar la emergencia de los forrajes de avena y triticale.

En el mes de enero existe un ascenso de precipitación a 108,5 mm, en febrero existe también un ascenso a 110,3 mm favoreciendo al forraje en el desarrollo, finalmente en marzo, abril y mayo desciende a 22,2 mm, 4,0 mm y 3,2 respectivamente, en marzo empieza a descender las precipitaciones y en abril se realiza el corte del forraje por lo que ya no afecta el descenso de precipitación en ese mes.

Parsons (2005), menciona que los cereales pueden adaptarse a zonas con lluvias que registren de 300 a 400 mm/año, como se puede observar en nuestro estudio en los seis meses de estudio tuvimos una precipitación de 325,6 mm durante todo el desarrollo de los cultivos cumpliendo con un requerimiento mínimo de acuerdo a su rango de adaptación.

5.2 Temperatura

Durante el periodo de investigación se encuentran los valores promedios mensuales de temperatura máxima y mínima datos proporcionados por SENAMHI para la gestión agrícola 2017 a 2018.

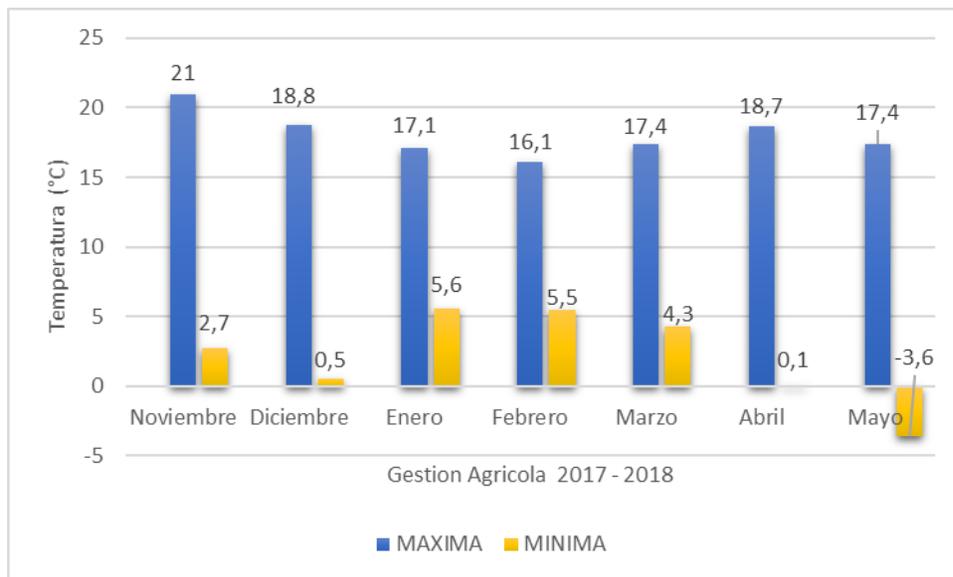


Figura 12. Temperaturas promedio minino y máximas registradas durante el periodo de estudio noviembre 2017 a mayo 2018 en Patacamaya

En la Estación Experimental de Patacamaya la temperatura más alta registrada fue en el mes de noviembre, alcanzando un valor de 21 °C, en los meses de diciembre, enero y febrero van descendiendo hasta 16°C, en el mes de marzo aumenta a 17,4 °C.

La temperatura mínima registrada para el mes de noviembre fue de 2,7 °C, etapa donde no solo se desarrollaba la preparación del terreno, en el mes de diciembre fue de 0,5 °C encontrándose como la más mínima, en los meses de enero, febrero y marzo con 5,6, 5,5 Y 4,3°C, respectivamente, las temperaturas empezaron a bajar ya para el mes de abril descendió hasta 0,1 °C, esto afecta de manera implícita a los cultivos debido que se encontraban en la etapa de floración.

La temperatura media se encontró en el rango del requerimiento del cultivo de avena. Robles (1976), señala que, de 3°C, hasta los 15°C más de 3000 m.s.n.m. están en el rango de temperatura, sin embargo, las temperaturas mínimas extremas afectando el desarrollo del ciclo vegetativo del cultivo coincidiendo con Torres (1984), el cultivo de avena se verá afectado por las heladas cuando estas lleguen por debajo de 0°C.

5.3 Variables Fenológicas

A continuación, se detalla los resultados obtenidos en campo del presente trabajo de investigación de las características consideradas tales como: días a la emergencia, días al macollamiento, días a la floración y días al grano lechoso las cuales fueron evaluados estadísticamente.

5.3.1 Días a la Emergencia

La variable de días a la emergencia de avena de variedades Texas y Águila, y de triticale de variedades Renacer y Horizonte se muestran a continuación.

Tabla 5.

Análisis de varianza para días a la emergencia de las especies forrajeras avena y triticale

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	Significancia
Bloque	8,67	2	4,33	0,74	0,5178	ns
Tratamiento	104,67	3	34,89	5,92	0.0316	*
Error	35,33	6	5,89			
Total	148,67	11				

FV (Fuente de variación); SC(Sumatoria de cuadrados); GL(Grados de libertad); CM(Cuadrado Medio); F(f calculado); p-valor(Nivel de significancia); **= altamente significativo *= Significativo ($p < 0.05$) y ns= no significativo

CV =8,51%

La tabla 5, muestra el análisis de varianza para la variable días a la emergencia, con el coeficiente de variación es de 8,51 % el cual indica que los datos son confiables. Indica que entre bloques no existe diferencia significativa y que para los tratamientos si se puede encontrar una diferencia significativa entre estas variedades de avena y triticale, también se puede mencionar que el resultado de la emergencia de estas variedades casi fue uniforme para todos los bloques.

Tabla 6.

Prueba de Duncan para comparar los días al macollamiento de las especies y variedades forrajeras

Tratamiento	Días	Duncan (5%)	
Renacer (triticale)	33	A	
horizonte (triticale)	30	A	B
Aguila (avena)	27	B	
Texas (avena)	25	B	

De acuerdo a la prueba de Duncan, las variedades que tardaron más en emerger fueron las variedades de triticale: Renacer (33 días) y Horizonte (30 días) relativamente entre ambas no existe mucha diferencia en días al emerger de forma uniforme, las variedades de avena emergieron en menos días, Águila (27 días) y Texas (25 días). Como se puede ver la variedad de triticale demoraron en emerger con una diferencia de casi una semana con la avena que su emergencia se uniformizó en menos días.

En relación a especies, la más precoz fue la avena con sus variedades de Águila con 27 días y Texas con 25 días. Esta información coincide con los datos obtenidos por Chambi (2005), donde reporta mayor días de emergencia en triticale con Eronga 29 días y Renacer 22 días, la avena alcanzó un promedio de emergencia media de 17,7 días, en una de las tres localidades la variedad Águila emergió en 21 días, resultados promedio de tres localidades.

Mamani (1997) citado por Conde (2003), señala que las diferencias en el número de días a la emergencia en las distintas localidades conducen a concluir que esta fase fenológica está mayormente influenciada por las condiciones de humedad del suelo y no tanto por las características genéticas de las variedades.

Según Barrientos (2001), el déficit hídrico en el altiplano es muy agudo durante los meses de septiembre, octubre y noviembre, aunque se registran mayores

precipitaciones en anteriores meses; estos se pierden rápidamente debido a la acción de la temperatura del medio, la intensa radiación solar y los fuertes vientos que aceleran la evapotranspiración.

Tito (2014), en un trabajo de comparación de variedades de avena, cebada y triticales en las localidades de Choquenaira y Batallas, reporta que las variedades de triticale Horizonte emergió a los (32,3 días) y Renacer (27 días), entre estas variedades, en relación las variedades de avena fueron las más precoces Alondra (225,3 días), Águila (24,7 días) y Gaviota (24,3 días).

Ticona (2006), indica que en su trabajo de interacción de densidad por nitrógeno en el cultivo de triticale realizado en Tiahuanaco, los días a la emergencia presentó un promedio de 17,22 días.

5.3.2 Días al Macollamiento

La variable de días al macollamiento de avena de variedades Texas y Águila, y de triticale de variedades Renacer y Horizonte se muestran a continuación.

Tabla 7.

Análisis de varianza para días al macollamiento de las especies forrajeras avena y triticale

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	Significancia
Bloque	5,01	2	2,5	1,12	0,3419	ns
Tratamientos	66,98	3	22,33	10,01	0,0002	**
Error de Muestreo	73,11	6	12,18			
Error	53,52	24	2,23			
Total	198,62	35				

FV (Fuente de variación); SC(Sumatoria de cuadrados); GL(Grados de libertad); CM(Cuadrado Medio); F(f calculado); p-valor(Nivel de significancia); **= altamente significativo *= Significativo (p < 0.05) y ns= no significativo

CV = 3,08%

El análisis de varianza nos indica que entre bloques no existe diferencia significativa se puede decir que las condiciones fueron homogéneas para todo el experimento y que para los tratamientos si se puede encontrar una alta diferencia significativa entre estas variedades de avena y triticale, también se puede mencionar que el resultado de días al macollamiento de estas variedades por los datos obtenidos las metodologías empleadas fueron confiables de la misma manera su CV es 3,08 %.

Tabla 8.

Prueba de Duncan para comparar los días al macollamiento de las especies y variedades forrajeras

Tratamiento	Días	Duncan (5%)
Renacer (Triticale)	62	A
Horizonte (Triticale)	61	A
Aguila (Avena)	60	A
Texas (Avena)	55	B

De acuerdo a la prueba de Duncan, las variedades de triticale Renacer 62 días y Horizonte 61 días, fueron las más tardías en llegar a macollar en relación a las variedades de avena como Águila 60 días, que no tiene mucha diferencia con las variedades de triticale y por ultimo Texas 55 días que fue la más precoz en llegar a macollar.

Tito (2014), según los resultados obtenidos en días al macollamiento indica que las variedades de triticale macollaron a los 59,5 días la variedad Renacer y 59 días la variedad Horizonte, y las variedad mas precoz fueron de avena con 55,8 días la variedad Gaviota y 55,7 días al macollamiento la variedad Texas.

Al respecto Conde (2003), en un estudio realizado en variedades y accesiones de avena en la localidad de Choquenaira, señala que se llegó a la etapa de macollamiento en un rango de 55 a 61 días.

5.3.3 Días a la Floración

El análisis de varianza indica que entre bloques si existe una alta diferencia significativa y que para los tratamientos también se encuentra una alta diferencia significativa entre estas variedades de avena y triticale, también se puede mencionar que el resultado de días a la floración de estas variedades por los datos obtenidos las metodologías empleadas fueron confiables y la significación de variedades demuestra la diferencia de las variedades en relación a los días a la floración.

Tabla 9.

Análisis de varianza para días a la floración de las especies forrajeras avena y triticale

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia
Bloque	46,17	2	23,08	13,19	0,0064	**
Tratamiento	172,25	3	57,42	32,81	0,0004	**
Error	10,5	6	1,75			
Total	228,92	11				

FV (Fuente de variación); SC(Sumatoria de cuadrados); GL(Grados de libertad); CM(Cuadrado Medio); F(f calculado); p-valor(Nivel de significancia); **= altamente significativo *= Significativo ($p < 0.05$) y ns= no significativo

CV = 1,33%

En este análisis de varianza para la variable días a la floración, con el coeficiente de variación es de 1,33 % el cual indica que los datos son confiables

Tabla 10.

Prueba de Duncan para comparar los días a la floración de las especies y variedades forrajeras

Tratamiento	Días	Duncan (5%)
Aguila (Avena)	104	A
Texas (Avena)	101	A
Renacer (Triticale)	98	B
Horizonte (Triticale)	94	C

De acuerdo a la prueba de Duncan, las variedades de avena como Águila 104 días y Texas 101 días, fueron tardíos en relación a los días a la floración. La variedad Renacer 98 días y la variedad Horizonte 94 días en triticale fueron las presentaron precocidad en relación a las variedades de avena en días a la floración.

Se observa, que las variedades de triticale tuvieron un comportamiento precoz, esta vez en relación a los días de floración y las variedades de avena fueron tardías.

Tito (2014), resultados obtenidos en su trabajo de investigación en los días a floración las variedades Vertiente 107 días, Renacer 99 días y Horizonte 94 días, fueron las que presentaron mayor precocidad a comparación de las variedades de avena como Alondra 104 días, Águila 105 días y Gaviota 102 días, fueron tardías en un promedio de las localidades de Choquenaria y Batallas.

Cortez (2000) reporta 121,75 días a la fase de floración en la variedad Gaviota, a sí mismo informa que el promedio encontrado en tres localidades (Belén, Choquenaira y Sallcópampa) es de 114 días, valores que son superiores al promedio general del presente trabajo que es de 101 días.

Ticona (2006) nos dice que en su trabajo de investigación en número de días al espigamiento fue mayor para los tratamientos con fertilización en las diferentes densidades, debido a que alcanzaron mayor grado de desarrollo a diferencia de los

tratamientos sin fertilización que están en una dinámica de reproducción por la falta de elementos por la falta de elementos necesarios para continuar su desarrollo. Los días al espigamiento para todo el experimento en el cultivo de triticale presentó un promedio de 113,75 días.

5.3.4 Días al Grano Lechoso

El análisis de varianza indica que entre bloques no existe una diferencia significativa y que para los tratamientos de la misma manera no existe una diferencia significativa entre estas variedades de avena y triticale, también se puede mencionar que el resultado de días a grano lechoso de estas variedades por los datos obtenidos las metodologías empleadas fueron confiables y la significación de variedades demuestra la diferencia de las variedades en relación a los días a grano lechoso.

Tabla 11.

Análisis de varianza para días a grano lechoso de las especies forrajeras avena y triticale

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia
Bloque	9,5	2	4,75	0,35	0,7156	ns
Tratamiento	87,00	3	29	2,16	0,1937	ns
Error	80,5	6	13,42			
Total	177,00	11				

FV (Fuente de variación); SC(Sumatoria de cuadrados); GL(Grados de libertad); CM(Cuadrado Medio); F(f calculado); p-valor(Nivel de significancia); **= altamente significativo *= Significativo (p < 0.05) y ns= no significativo

CV = 2,83 %

La tabla 11, muestra el análisis de varianza para la variable días al grano lechoso, con el coeficiente de variación es de 2,83 % el cual indica que los datos son confiables.

Tabla 12.

Prueba de Duncan días a grano lechoso de las especies y variedades forrajeras

Tratamiento	Días	Duncan (5%)
Aguila (Avena)	133	A
Texas (Avena)	130	A
Horizonte (Triticale)	128	A
Renacer (Triticale)	126	A

De acuerdo a la prueba de Duncan, las variedades de avena como Águila 133,33 días y Texas 130,33, fueron tardíos en relación a los días a grano lechoso. La variedad Horizonte 128,33 días y la variedad Renacer 126,00 días en triticale fueron las más precoces.

Estos datos se igualan a los encontrados por Chambi (2005) en un estudio realizado en la provincia Omasuyos, quien reporta que la especie con mejor índice de precocidad fue la cebada con 130 días, seguido por el triticale con 137 días y por último la avena con 143 días hasta la cosecha.

Tito (2014), evaluando la comparación de variedades de avena y triticale en las localidades de Choquenaira y Batalla, nos dice se pudo observar que el triticale fue el más precoz con un promedio de 123 días y la avena con 131 días.

En función a las fases fenológicas evaluadas para variedades de avena se pudo evidenciar el estado de grano lechoso a los 166 días (Conde, 2003)

Prieto et al, (1992), indica que la diferencia en la precocidad se atribuye a las condiciones medio ambientales y al genotipo de la especie y variedad.

5.4 Variables Agronómicas

5.4.1 Altura de Planta

La tabla 13, se presenta los promedios de altura en (cm) por tratamiento para las variedades de avena (Texas y Águila) y triticale (Renacer y Horizonte), cuando se encuentran en la fase grano lechoso (cosecha).

Tabla 13.

Análisis de varianza de la altura a días de grano lechoso (cosecha) de las especies forrajeras avena y triticale

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia
Bloque	448,74	2	224,37	1,88	0,2329	NS
Tratamientos	5544,81	3	1848,27	15,45	0,0031	**
Error	717,66	6	119,61			
Total	6711,21	11				

FV (Fuente de variación); SC(Sumatoria de cuadrados); GL(Grados de libertad); CM(Cuadrado Medio); F(f calculado); p-valor(Nivel de significancia); **= altamente significativo *= Significativo ($p < 0.05$) y ns= no significativo

CV=11,08%

El coeficiente de variación de la variable altura de planta (cm) fue de 11,08% que indica que los datos obtenidos y la metodología aplicada en la recolección de los mismos fueron confiables, ya que tiene un valor menor al 30%, porcentaje considerado como límite para trabajos de campo; según Calzada (1982), indica un rango de 9 a 30% de CV, como aceptable en trabajos de campo.

Según el análisis estadístico se verifica la existencia de diferencias significativas en los diferentes tratamientos, lo que demuestra que el crecimiento y el desarrollo de ambas especies son algo diferentes en las variedades de avena y triticale. Entre los bloques la altura de planta es similar de forma general.

Luego de determinar la existencia de diferencias significativas entre tratamientos, se procedió a efectuar la prueba de Duncan ($\alpha=0,05$), con la finalidad de identificar las mismas, con mayor exactitud con relación a la altura de planta de estas variedades.

Tabla 14.

Prueba de comparación de medias (Duncan) de la planta de las variedades y especies forrajeras

Tratamiento	Altura (cm)	Duncan (5%)
Renacer (Triticale)	121	A
Horizonte (Triticale)	116	A
Texas (Avena)	91	B
Águila (Avena)	67	C

La comparación de medias para la altura de planta entre variedades de avena y triticales, señala que presentaron diferencias significativas, entre las que alcanzaron mayor altura fueron las variedades Renacer 121 cm, Horizonte 116 cm, ambas variedades de triticales, seguido por las variedades de avena con las variedades Texas 91 cm y Gaviota con 67 cm entre estas variedades si se observa diferencia altamente significativa.

Como se ven en las tablas 14, los datos de la altura de especie forrajera de triticales son altos, que podría atribuirse al material genético empleado y la precipitación de la zona, como también otro factor importante es la rusticidad del híbrido, así mismo las variedades de avena presentan resultados buenos también puede atribuirse al potencial genético y su adaptación a condiciones adversas.

Los datos de altura de planta por SEFO en promedio alcanzados en condiciones zonas húmedas para las variedades de Triticales Renacer 121.81 cm y Horizonte 105 - 120 cm comparando con los resultados en este no son muy diferentes, y las

variedades de avena Texas 150 cm y Águila 80,18 cm, realizando la misma comparación están por debajo de los resultados de SEFO.

En los siguientes cuadros se muestra la ganancia de altura por día, con una regresión cuadrática cconsideretando desde la etapa de emergencia hasta la etapa de grano lechoso (cosecha):

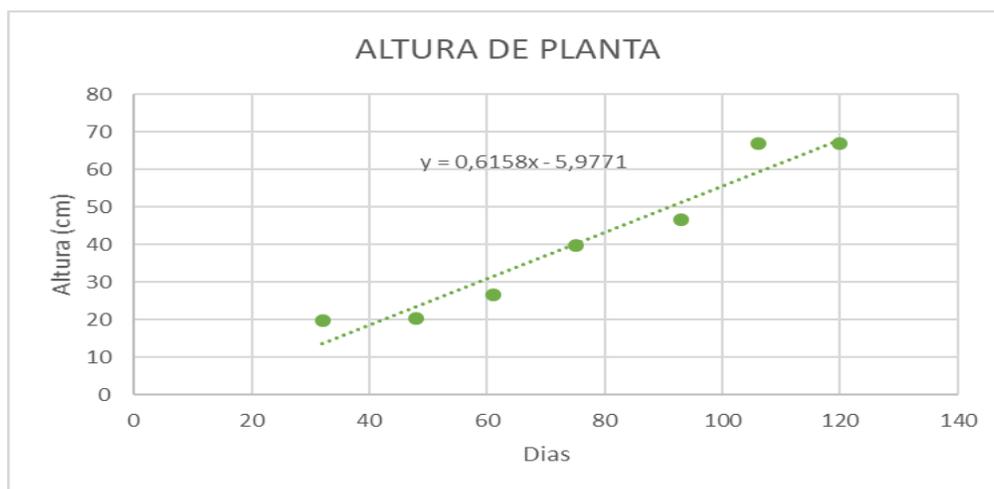


Figura 13. Tendencia Lineal Avena Variedad Águila

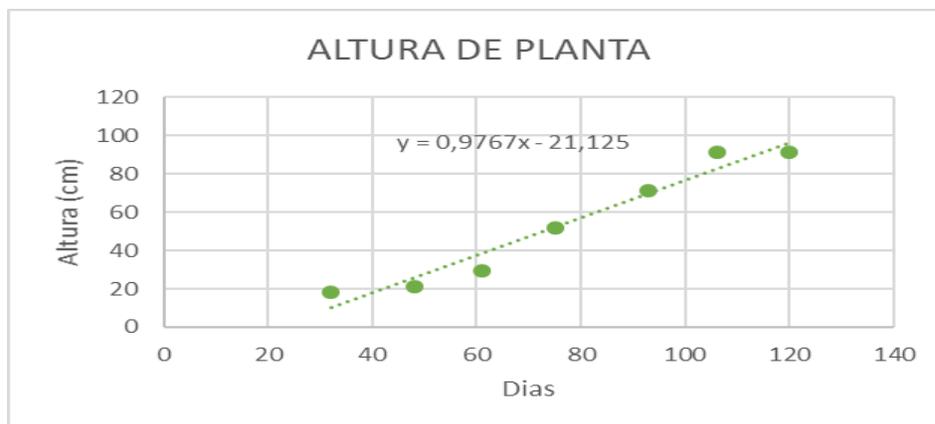


Figura 14. Tendencia Lineal Avena Variedad Texas

El análisis de tendencia lineal días vs altura nos dice que entre las variedades de avena, Texas por cada día gana en altura 0,9 cm y Águila gana por día 0,61 cm.

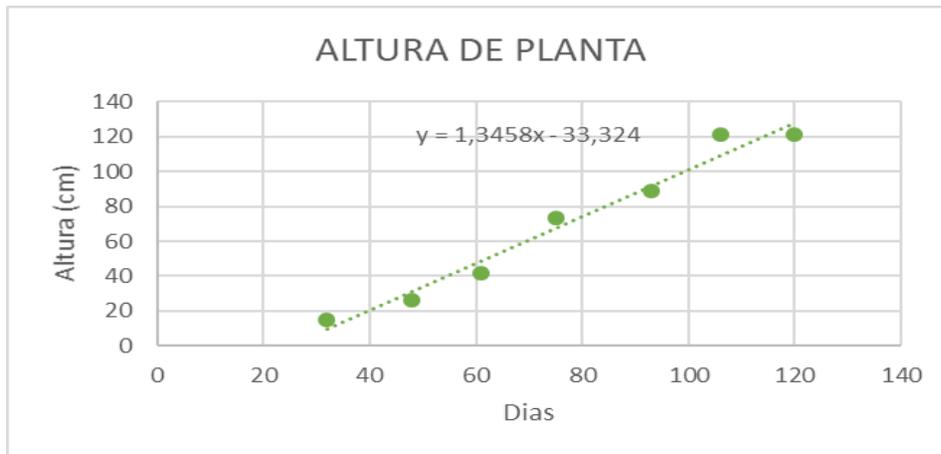


Figura 15.Tendencia Lineal Triticale Variedad Renacer

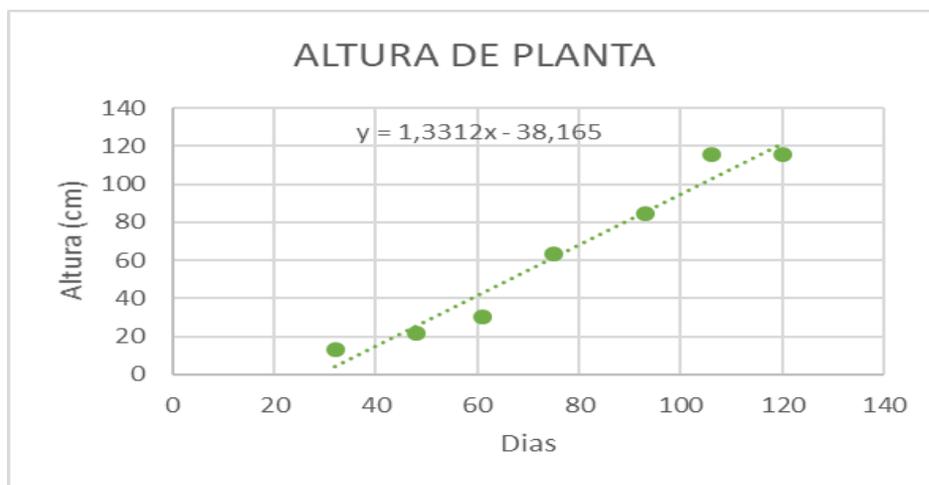


Figura 16.Tendencia Lineal Triticale Variedad Horizonte

El analisis de tendencia lineal dias vs altura para las variedades de triticale nos dice que Renacer por dia gana en altura 1,34 cm y Horizonte 1,33 cm ambas se observa una similitud en crecimiento.

Por su parte Rodríguez (1999), indica que el crecimiento es un proceso fisiológico muy complicado y depende de la mayoría de otros procesos que tienen lugar en una planta, como la fotosíntesis, respiración, absorción de agua, sustancias minerales y orgánicas.

La disparidad de altura de planta de las especies, puede atribuirse al potencial genético y a su capacidad de adaptación a condiciones adversas. Al respecto Chambi (2005), señala que solo es posible detectar el potencial de los cultivares, cuando los factores medio ambientales se encuentran en un nivel relativamente óptimo para el desarrollo de las plantas.

Un indicador de la producción forrajera es la altura de planta, que es utilizada para evaluar la producción (Robles, 1990)

Torrice (2002), indica que a mayor altura de planta los rendimientos en producción de materia seca son mayor y viceversa de las tres especies forrajera como la avena, cebada y triticale.

Barrientos (2003), atribuye que la altura de planta está influenciada por los factores climáticos (temperatura, precipitación) afectando el normal crecimiento y desarrollo del cultivo de avena forrajera.

Se observa, que la variedad Renacer 121,07cm tuvieron un mayor crecimiento, seguida por las variedades de Horizonte 115,67 cm, comparando con resultados obtenidos por Tito (2014) en la localidad de Choquenaira, la variedad Renacer alcanzo una altura de 111,12 cm y Horizonte 127,20 cm, comparando los resultados no existe mucha diferencia en las alturas alcanzadas por el triticale ya que ambas son sector altiplánico mientras en las variedades de avena obtuve un resultado en las variedad de Texas 91,27 cm y Aguila 67cm, en el caso de avena que obtuvieron en choquenaria por Tito (2014) la variedad Texas fue de 82,00 cm, se observa una mejor respuesta haciendo una comparación con mis resultados.

Por otro lado, Chambi (2005), en un estudio en tres localidades de la provincia Omasuyos, logro en las variedades de avena de 54,7 a 69,9 cm, y por último los mejores resultados se presentaron en el triticales con promedios de 79,8 a 103,3 cm, observando y comparando los resultados obtenidos en este trabajo son mayores en la Estación Experimental de Patacamaya.

Lobaton (2001), reporta en un estudio realizado en variedades de avena a secano y bajo riego la altura de planta al momento de cosecha de forraje fue de 170,1 cm de altura con riego y 94,5 cm a secano, mostrando de esta forma que la altura es directamente proporcional con la disponibilidad de agua, que en comparación con el presente trabajo es uno de los factores favorables que influyo en la altura de planta, con un rango medio la altura del triticales con 121,07 – 115,67 cm.

Los resultados objetados en el presente trabajo se relacionan con los observados por Quispe (1999) en la localidad de Choquenaira, donde de las tres especies forrajeras; el triticales presento la mayor altura de planta con un promedio de 98,81 cm; seguido por la avena con 87,73 cm .

5.4.2 Número de Hojas por Planta

El número de hojas por planta fueron tomadas por plantas seleccionadas obteniendo la cantidad máxima en follaje realizando un seguimiento al cultivo acuerdo al crecimiento y desarrollo de las plantas. Con los datos obtenidos se procedió a efectuar el respectivo análisis de varianza para los diferentes tratamientos que se muestra en la siguiente tabla 15.

Tabla 15.

Análisis de varianza de numero de hojas por planta de las especies forrajeras avena y triticale

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	Significancia
Bloque	70,75	2	35,37	1,68	0,2641	NS
Tratamiento	326,56	3	108,85	5,16	0,0424	*
Error	126,64	6	21,11			
Total	523,95	11				

FV (Fuente de variación); SC(Sumatoria de cuadrados); GL(Grados de libertad); CM(Cuadrado Medio); F(f calculado); p-valor(Nivel de significancia); **= altamente significativo *= Significativo ($p < 0.05$) y ns= no significativo

CV= 19,2%

El coeficiente de variación de la variable fue de 19,2%, indica que los datos obtenidos y la metodología aplicada en la recolección de los mismos fueron certeros, ya que tiene un valor menor al 30%.

Según el análisis estadístico de número de hojas por planta de planta.se verifica la existencia de diferencias significativas en los diferentes tratamientos, lo que demuestra que entre especies y variedades el desarrollo y la cantidad de hojas por planta varían de avena y triticale. Entre los bloques no es significativa la diferencia del desarrollo de las hojas por planta.

Luego de determinar la existencia de diferencias significativas entre tratamientos, se procedió a efectuar la prueba de Duncan (5%), con la finalidad de identificar las mismas, con mayor exactitud.

Tabla 16.

Prueba de comparación de medias Duncan de las variedades y especies forrajeras

Tratamiento	Número de hojas/planta	Duncan (5%)	
Renacer (Triticale)	30	A	
Texas (Avena)	28	A	
Águila (Avena)	22	A	B
Horizonte (Triticale)	17		B

La comparación de medias para el número de hojas por planta, que fueron claramente identificadas entre variedades de avena y triticale en este trabajo, señala que presentaron diferencias significativas, entre las que alcanzaron mayor follaje fueron las variedades Renacer con 30 hojas/planta en promedio, siguiendo la avena variedad Texas con 28 hojas/planta en promedio, no tan lejos de estos promedios sigue la avena variedad águila con 22 hojas/planta en promedio y por último con una diferencia muy significativa está el triticale variedad horizonte con 17 hojas/planta.

El número de hojas por planta se atribuye a la característica de que, a densidades mayores las plantas están más juntas y ocupan un menor espacio por planta existiendo competencia por alcanzar la luz para su proceso fotosintético al contrario de una densidad menor, la planta estimulada a una mayor formación de hojas por la mayor captación de luz, disponibilidad de agua que es muy importante para el desarrollo y nutrientes, en este trabajo la avena ambas variedades tienen una cantidad importante de follaje, claramente en el triticale la variedad renacer supera la cantidad a la avena, pero la otra variedad de triticale es menor.

En las siguientes figuras se muestra el incremento de hojas con una regresión cuadrática hasta antes de entrar en la etapa de floración donde pierde la capacidad para la formación de nuevas hojas:

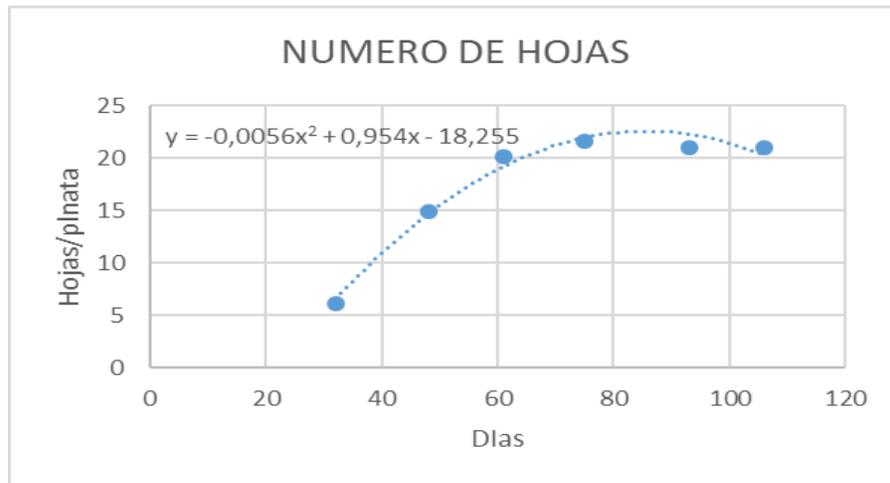


Figura 17. Regresión cuadrática número de hojas/ planta de la Avena Variedad Águila

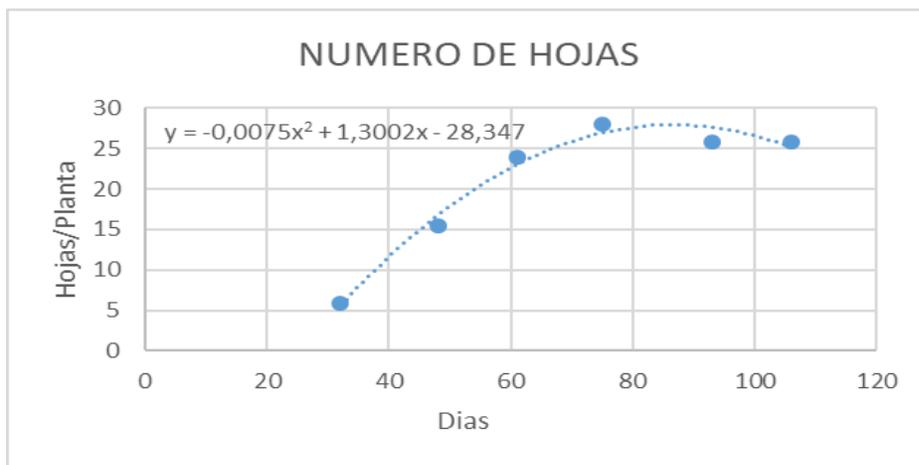


Figura 18. Regresión cuadrática número de hojas/ planta de la Avena Variedad Águila

El análisis de regresión cuadrática nos dice que entre las variedades de avena, la variedad Texas por día incrementa en 1,3 hojas por cada planta en promedio y Águila por día incrementa 0,95 número de hojas promedio por planta.



Figura 19. Regresión cuadrática número de hojas/ planta de Triticale Variedad Horizonte

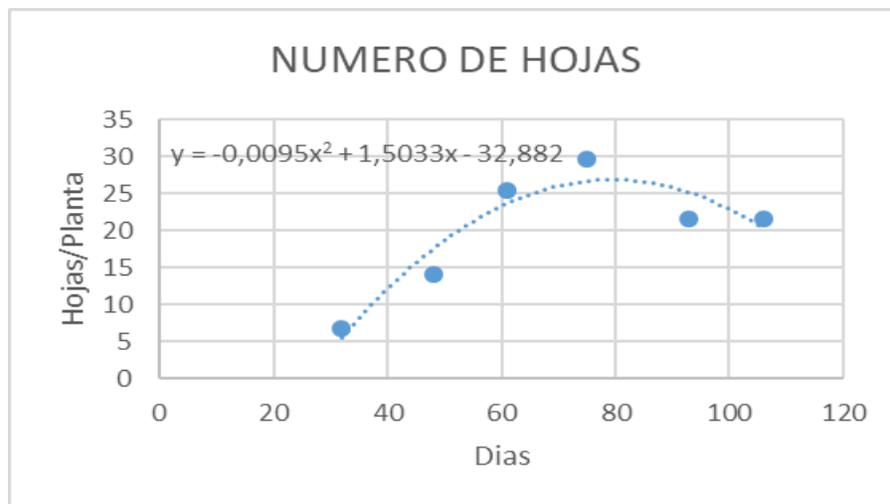


Figura 20. Regresión cuadrática número de hojas/ planta de Triticale Variedad Renacer

De la misma forma podemos observar que en el análisis de regresión cuadrática días vs. Número de hojas por planta entre las variedades de triticale, Renacer por cada día incrementa 1,5 hojas por planta en promedio.

Meneses (2003), señala que es importante desde el punto de vista de la calidad del forraje puesto que en las hojas se tiene más nutrimentos (en especial proteína) y su digestibilidad es mayor. Por ello, un valor alto para esta variable es señal de una mejor calidad forrajera del cereal.

Según Barrientos (2001), añade que cuando el punto de crecimiento forma la inflorescencia, pierde la capacidad para la formación de nuevas hojas y esto repercute en la relación hoja/tallo, en este trabajo efectivamente ambas especies y las variedades dejaron de formar nuevas hojas cuando ya empezaron a entrar a la fase de inflorescencia alcanzando la cantidad máxima por planta en follaje.

Clares (2014), indica que la dosis de abonado influye en la mayor formación de hojas en el cultivo, es decir, la importancia que tiene su aplicación gracias al aporte de macro nutrientes que estimula el desarrollo de la planta, apoyado por la densidad óptima que permite que las hojas la captación de la luz con disponibilidad de agua en el suelo para el proceso de fotosíntesis, las variedades mejoradas tienen capacidad genética dada de producir mayor número de hojas, y aun estímulo de aporte de nutrientes por el abono orgánico.

Ticona (2006) indica de acuerdo a los resultados obtenidos en su trabajo de investigación en el cultivo del triticale nos dice que por cada densidades mayores de 120 y 160 kg/ha la pérdida de hojas fue mayores y caída que sufrieron se debe a la alta población existente y mayor sombra que a diferencia de una siembra de 80 kg/ha no registraron pérdidas más al contrario hubo formación de nuevas hojas a medida que las plantas se desarrollaban, la densidad de siembra es un parámetro importante para determinar el desarrollo de las plantas. la mayor producción de hojas se registró para la densidad de siembra de 80 kg/ha con un valor promedio de 19,75 hojas, indica también que una determinada superficie tiene una capacidad más o menos concreta para albergar a un cierto número de individuos.

5.4.3 Número de Plantas

Con los datos obtenidos se procedió a efectuar el respectivo análisis de varianza para los diferentes tratamientos que se muestra en la siguiente tabla 17.

Tabla 17.

Análisis de varianza para el número de plantas en un metro cuadrado de las especies forrajeras avena y triticale

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia
Bloque	1013,56	2	506,78	10,39	0,0006	**
Tratamiento	6524,78	3	2174,93	44,59	<0,0001	**
Error de Muestreo	2772,22	6	462,04			
Error	1170,67	24	48,78			
Total	11481,22	35				

FV (Fuente de variación); SC(Sumatoria de cuadrados); GL(Grados de libertad); CM(Cuadrado Medio); F(f calculado); p-valor(Nivel de significancia); **= altamente significativo *= Significativo ($p < 0.05$) y ns= no significativo

CV=14,47%

El coeficiente de variación de la variable número de plantas fue de 14,47%, indica que los datos obtenidos y la metodología aplicada en la recolección de los mismos fueron certeros, ya que tiene un valor menor al 30%. Además, el análisis de varianza nos muestra que existe una diferencia altamente significativa.

Luego de determinar la existencia de diferencias significativas entre tratamientos, se procedió a efectuar la prueba de Duncan (5%), con la finalidad de identificar las mismas, con mayor exactitud.

Tabla 18.

Pruebas de comparación de medias Duncan para el número de plantas de las especies y las variedades forrajeras

Tratamiento	Número de plantas/m ²	Duncan (5%)
Aguila (avena)	60	A
Texas (avena)	59	A
Renacer (triticale)	47	B
Horizonte (triticale)	27	C

De acuerdo a la clasificación de Duncan ($\alpha=0,05$), las variedades de avena Aguila y Texas en cuanto a la cantidad de plantas en una superficie de un metro cuadrado no hay diferencia significativas siendo un promedio de número de plantas de 60 y 59 plantas/m², a diferencia del triticale que en ambas variedades Renacer y Horizonte si presentan una diferencia significativas obteniendo un promedio máximo en esta especie la variedad Renacer con 49 plantas/m² y por ultimo tenemos a la variedad Horizonte con 27 plantas/m².

Lino (2007), en un trabajo de densidades de siembra y rendimiento en forraje en tres especies forrajeras anuales avena, cebada y triticale en potosí, indica que en base a las densidades de semillas empleadas y la calidad de la semilla utilizada, se debería llegar a 200 a 300 plantas/m², sin embargo en su estudio el tuvo un promedio de 69 plantas/m², lo que favoreció a tener mejor espaciamento y por ende debería haber mayor macollaje uniforme, fenómeno que nos indica que no ocurrió, por la influencia de las sequias prolongadas ocurridas en el ciclo vegetativo.

5.4.4 Número de Macollos

El número de macollos determinados de áreas de 1 m² como sub muestras para obtener datos más exactos Con los datos obtenidos se procedió a efectuar el

respectivo análisis de varianza para los diferentes tratamientos que se muestra en la siguiente tabla 19.

Tabla 19.

*Análisis de varianza de numero de macollos por planta en **un metro cuadrado** de las especies forrajeras de avena y triticale*

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	Signficancia
Bloque	5,01	2	2,5	1,12	0,3419	ns
Tratamientos	66,98	3	22,33	10,01	0,0002	**
Error de Muestreo	73,11	6	12,18			
Error	53,52	24	2,23			
Total	198,62	35				

FV (Fuente de variación); SC(Sumatoria de cuadrados); GL(Grados de libertad); CM(Cuadrado Medio); F(f calculado); p-valor(Nivel de significancia); **= altamente significativo *= Significativo ($p < 0.05$) y ns= no significativo

CV=20,70%

El coeficiente de variación de la variable para el número de macollos fue de 20,70%, indica que los datos obtenidos y la metodología aplicada en la recolección de los mismos fueron certeros, ya que tiene un valor menor al 30%. Además, el análisis de varianza presenta una diferencia significativa entre los tratamientos, en los bloques no presentan diferencias significativas.

Para verificar la magnitud de las diferencias existentes entre las medias de los tratamientos de las especies y variedades en cuanto al número de macollos, se procedió a efectuar la comparación prueba de Duncan cuyos resultados se presentan en la siguiente tabla 20.

Tabla 20.

Prueba Duncan Número de Macollos por planta de las variedades y especies forrajeras

Tratamiento	Número de macollos/planta	Duncan (5%)	
Texas (avena)	9,3	A	
Aguila (avena)	7,2	B	
Renacer (triticale)	6,7	B	C
Horizonte (triticale)	5,6		C

De acuerdo a la prueba de Duncan ($\alpha=0,05$), la variedad de avena Texas alcanza un valor superior a las otras variedades con un promedio de 9 macollos/planta, seguida la variedad Águila, 7 macollos/planta y triticale variedad Renacer 7 macollos/planta, nos indica que no presentan diferencias significativa y triticale variedad Horizonte con 6 macollos/planta presentando el menor número de macollos.

En el anexo 10, se puede observar que no existe mucha diferencia entre variedades y en promedio entre especies si existe, la que obtuvo más capacidad de formación de macollaje fue la avena Texas bajo las condiciones de esta región y entre triticales la variedad Renacer.

SEFO 2010, indica que el macollaje está en función de la variedad y la densidad de siembra teniendo a menores densidades mayor macollaje en suelos fértiles.

Estos resultados en el número de macollos la densidad atribuye mucho, porque las plantas están más dispersas y tienen espacio físico aéreo por planta por lo que se aprovecha la radiación solar, nutrientes y agua que es importante para la mayor formación de macollos, porque una densidad mayor las plantas tienden a tener menor macollamiento.

Tito (2014), en un trabajo realizado en dos localidades Choquenaira y Batallas obtuvo un promedio entre ambas de macollaje para avena variedad Águila de 10 macollos por planta y en triticale variedad Renacer de 10,33 macollos por planta, nos dice también que entre localidades la variación es mínima las diferencias entre especies forrajeras.

Con respecto al número de macollos Villarroel (2001), en un ensayo realizado en la Estación Experimental de Belén, registro el mayor número de macollos en la avena con 7,26 macollos/planta, y triticale con solo 4,33 macollos/planta.

Resultados obtenidos por Ticona (2006) para el número de macollos de la especie triticale en la localidad de Tihuanaco, nos dice en una interacción de densidad de siembra por dosis de nitrógeno, el promedio más bajo corresponde a una densidad de siembra de 160 kg/ha sin fertilizante con 1,70 macollos/planta y con una densidad de siembra de 80 kg/ha con 3,40 macollos/planta y con la aplicación de dosis de nitrógeno en una densidad de siembra de 160 kg/ha con 3,50 macollos/planta el resultado más bajo y con una densidad de 80 kg/ha con 5,55 macollos/planta un resultado alto. Nos indica a mayor densidad refleja un mayor número de plantas, por lo tanto, el área por planta es menor y el macollamiento es menor.

Quispe (1999), en un estudio de especies y variedades de Avena, Cebada y Triticale para la producción de forraje en el altiplano central en la Estación Experimental de Choquenaira en condiciones de secano, encontró un promedio de 6,46, 5,46 y 3,41 macollos por planta de las especies estudiadas.

Al respecto Robles (1990), indica que el número de macollos por planta, es un carácter fuertemente influenciado por las condiciones ambientales, principalmente la humedad, precipitación pluvial, fertilidad del suelo y la época de siembra. Mendieta (1992), el mayor o menor número de macollos está en función a una disponibilidad apropiada del nitrógeno en el suelo

5.4.5 Materia Verde

Con los datos obtenidos se procedió a efectuar el respectivo análisis de varianza para los diferentes tratamientos de las especies forrajeras de avena y triticale que se muestra en la siguiente tabla 21.

Tabla 21.

Análisis de varianza del rendimiento de Materia Verde de las especies forrajeras avena y triticale

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	Significancia
Bloque	4,74	2	2,37	11,23	0,0004	**
Tratamientos	3,72	3	1,24	5,89	0,0037	**
Error de Muestreo	3,17	6	0,53			
Error	5,06	24	0,21			
Total	16,69	35				

FV (Fuente de variación); SC(Sumatoria de cuadrados); GL(Grados de libertad); CM(Cuadrado Medio); F(f calculado); p-valor(Nivel de significancia); **= altamente significativo *= Significativo ($p < 0.05$) y ns= no significativo

CV=25,78%

Se muestra el análisis de varianza para la variable de rendimiento de materia verde. El coeficiente de variación es de 25,78 % el cual indica que los datos son confiables y el ensayo se realizó de acuerdo a un cronograma establecido.

Así mismo, el análisis de varianza indica que existen diferencias altamente significativas entre bloques, como también se puede observar que entre tratamientos la materia verde existe una diferencia altamente significativa.

considerando los valores reportados para el rendimiento de materia verde en el cuadro anterior, según los cuales tratamientos si presentan diferencias altamente

significativas, se procedió a efectuar la prueba de Duncan con la finalidad de determinar más detalladamente las mismas.

Tabla 22.

Prueba de comparación de medias Duncan para el rendimiento de materia verde de especies y variedades forrajeras

Tratamiento	PMV (t/ha)	Duncan (5%)	
Texas (Avena)	20,9	A	
Renacer (Triticale)	20,4	A	
Aguila (Avena)	17,1	A	B
Horizonte (Triticale)	12,8		B

De acuerdo a la prueba de Duncan ($\alpha=0,05$), la variedad de avena Texas con 20,9 t/ha alcanza el valor superior de rendimiento en materia verde, seguido a esto el triticale con la variedad Renacer con 20,4 t/ha de rendimiento en materia verde y avena variedad Aguila con 17,1 t/ha y 12,8 t/ha el triticale de variedad Horizonte, entre las variedades de avena en ambas existe una diferencia significativa, como también entre las variedades de triticale., la avena variedad Texas obtuvo mayor peso en materia verde, esto se puede atribuirse a la mayor formación de macollos, la altura de planta obtenida, y la cantidad de agua que se encuentra en la planta.

Clares (2014), La aplicación de mayores dosis de abonado en el cultivo de avena, independientemente de la variedad, repercute positivamente en el rendimiento de materia verde, ya que el uso de mayores cantidades de estiércol, contribuye con el aporte de mayores cantidades de nutrientes estimula el desarrollo normal de la planta y consecuentemente en el rendimiento.

La proporción de agua presente en las plantas el cual influye en el peso de Materia Verde, lo cual es corroborado por (Kramer, s.f.) quien indica que, el agua constituye de 80 a 90 % del peso fresco de la mayoría de las partes de las plantas.

Ticona (2006), indica que en rendimiento de materia verde de una densidad a otra se atribuye al crecimiento y desarrollo normal de las plantas ya que, a mayor densidad de semilla sembrada, el número de plantas es mayor y el área por planta y disponibilidad de nutrientes es menor lo que no permite desarrollar normalmente. Los resultados de rendimiento de materia verde obtenido en su trabajo bajo la interacción densidad de siembra y dosis de nitrógeno en triticale fue 15,83 t/ha, la variable de rendimiento en materia verde no existe mucha información los estudios realizados se trabaja en base a materia seca. El peso de materia seca es utilizado en vez de la materia fresca, por los problemas que presenta en el contenido de agua que puede ser variable en la cosecha (Mamani 1997).

5.4.6 Materia seca

Con los datos obtenidos de procedió a efectuar el análisis de varianza para los diferentes tratamientos de las especies forrajeras de avena y triticale que se muestra en la siguiente tabla 23.

Tabla 23.

Análisis de la varianza del rendimiento de materia seca de las especies forrajeras avena y triticale.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	Significancia
Bloque	48,3	2	24,15	0,52	0,6014	ns
Tratamientos	126,2	3	42,07	0,9	0,4534	ns
Error de Muestreo	224,16	6	37,36			
Error	1115,88	24	46,49			
Total	1514,54	35				

FV (Fuente de variación); SC(Sumatoria de cuadrados); GL(Grados de libertad); CM(Cuadrado Medio); F(f calculado); p-valor(Nivel de significancia); **= altamente significativo *= Significativo ($p < 0.05$) y ns= no significativo

CV=29,20%

El coeficiente de variación de la variable de rendimiento de materia seca fue de 29,20 %, indica que los datos obtenidos y la metodología aplicada en la recolección de los mismos fueron confiables. De acuerdo al análisis estadísticamente se observan diferencias no significativas entre tratamientos y para los bloques de la misma manera.

Considerando los valores reportados en el cuadro anterior del rendimiento de materia seca, según los cuales los tratamientos no presentan diferencias significativas, se procedió a efectuar la prueba de Duncan con la finalidad de determinar más detalladamente las mismas.

Tabla 24.

Prueba de Duncan para comparar el rendimiento de materia seca de las diferentes especies y variedades

Tratamiento	PMS (t/ha)	Duncan (5%)
Texas (avena)	7	A
Renacer (triticale)	5,57	A
Horizonte (triticale)	5,57	A
Aguila (avena)	5,46	A

De acuerdo a la siguiente prueba Duncan, el promedio con mayor rendimiento de materia seca es la Avena variedad Texas (6,8 t/ha), seguida por el triticale variedad de Renacer (5,57 t/ha) y Seguidas también se encuentra el triticale la variedad horizonte con un rendimiento de (5,57 t/ha) y por último la avena de variedad águila obtuvo un rendimiento de (5,46 t/ha), como se puede observar no hay una diferencia en rendimientos en los resultados de materia seca , se puedo indicar que es casi homogéneo. Hacer conocer también o destacar que los rendimientos alcanzados

fueron obtenidos en parcelas bajo descanso y sin la utilización de fertilizantes químicos y orgánicos.

Gómez (2000), señala que son muchos los factores que condicionan el rendimiento, tales como los factores biológicos (plagas, enfermedades y malezas), factores edáficos (nutrientes, pH, textura y estructura), factores climáticos (sequía, lluvias, temperatura).

Corroborando a lo mencionado anteriormente (Copa, 1996) comenta que, a mayor o menor rendimiento de materia seca, está estrechamente relacionado con el número de macollos, el cual también tienen que ver con la cantidad de nitrógeno aplicado como fertilizante.

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

Ticona, A (2006), en un estudio de interacción de densidad de siembra y dosis de nitrógeno en triticale, con una densidad de siembra de 80 kg/ha y sin fertilización fue de 4,32 t/ha de materia seca en triticale y con fertilización fraccionada de nitrógeno 9,01 t/ha, fueron los mejores resultados obtenidos con esa densidad de siembra.

Chambi (2005), trabajo realizado en la sub cuenca media del Rio Keka provincia Omasuyos, quien menciona que la avena presentó un valor de rendimiento de materia seca de 5,7 t MS/ha, y el triticale con 3,4 t MS/ha. Comparando con los resultados obtenidos de este trabajo en promedios entre especies la avena alcanza un rendimiento de 6,15 t MS/ha y el triticale 5,6 t MS/ha, se observa que los rendimientos de avena no son muy alejados los resultados, en cambio en el triticale si existe un rendimiento mucho mayor.

Gutiérrez (1999), señala en una evaluación de líneas y cultivos de avena en producción de forraje y semillas en el CIF "La Violeta", sobre salen las variedades Gaviota y SEFO-1 con 136 y 104 cm por planta con un rendimiento de 7.5 t/MS/ha, lo que nos indica que el rendimiento de MS está relacionado con la altura de planta., que en nuestro caso es de 176.2 cm. con un rendimiento de 15.5 t/MS/ha para la variedad testigo.

Lobaton (2001), en un ensayo con la variedad Gaviota informa un rendimiento en materia seca de 13 t/ha en la localidad de Calamarca.

Lazarte y Chacon (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 t/ha de materia seca.

En el centro experimental agropecuario de Condoriri, perteneciente a la Universidad Técnica de Oruro, Meneses y Barrientos (2003), reportan datos de rendimiento en el caso del triticale variedad Renacer usada como testigo en siembra pura, obteniendo un mayor rendimiento con 18,3 t/ha frente a otras líneas de menor rendimiento de solo 11,7 t/ha

Ticona (2009), en el trabajo de investigación en producción de forraje y semilla de triticale, muestra un promedio de rendimiento en materia seca para los tratamientos bajo de riego de 12.1 t/ha, y el de secano con 10.9 t/ha, él indica que la influencia del agua es un mayor desarrollo potencial forrajero en el altiplano y que el cultivo de triticale se puede obtener buenos rendimientos con la aplicación de agua.

Ticona (2009), Claramente la altura de la planta es superior en el de riego y es menor en 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 híbrido (X. triticosecale).

5.5 Análisis de Costos de Producción

El análisis económico que se presenta los costos de producción, ingreso bruto, ingreso neto y la relación beneficio/costo. En la primera columna se muestran los tratamientos; de las variedades de avena y triticale.

Tabla 25.

Presupuesto parcial para una hectárea (en Bs.) para las especies y variedades forrajeras avena y triticale

Tratamientos	Rendimiento de MS (t/ha)	Rendimiento ajustado (t/ha)	Costos de Producción (Bs/ha)	Ingresos Brutos (Bs/ha)	Ingreso Neto (Bs/ha)
Avena variedad Texas	6,8	6,46	4980	6460,0	1480,0
Avena variedad Aguila	5,46	5,12	4980	5120,0	140,0
Triticale variedad Horizonte	5,57	5,23	5200	5230,0	30,0
Triticale variedad Renacer	5,57	5,23	5200	5230,0	30,0

La tabla 25 se muestra el presupuesto parcial para todo el ensayo donde en su primera columna se observa los tratamientos como la avena variedad Texas, siguiendo la avena variedad Aguila, el triticale variedad horizonte y triticale variedad renacer.

En la segunda columna se observa el rendimiento medio de la materia seca obtenida para cada tratamiento avena variedad Texas con un rendimiento de 6,8 t/ha, seguido la avena variedad Aguila con 5,46 t/ha, triticale variedad horizonte 5,57 t/ha y por

último el triticale variedad renacer 5,57 t/ha. Ambas variedades de triticale muestra un rendimiento medio igual y los más bajos del trabajo de investigación.

En la tercera columna se observa el rendimiento ajustado donde se realiza un ajuste del rendimiento medio para todos los tratamientos, es así que se ajustó el rendimiento obtenido con un 5% de decremento al rendimiento observado con el fin de eliminar la sobre estimación del ensayo y reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y del agricultor los cuales siempre van a ser superiores a los de este, de acuerdo a las recomendaciones de CIMMYT (1988).

En la cuarta columna se observa el total de los costos de producción para cada tratamiento para ello se tomó en cuenta los costos que varían por cada tratamiento, como ser; insumos comprados, mano de obra y maquinaria, que se requiera para cada tratamiento.

En la quinta columna se presenta los ingresos brutos de campo, que se obtuvo de los rendimientos ajustados por el precio de venta en heno de forraje, quien obtuvo mayor beneficio bruto fue la avena de variedad Texas, que presento también mayor rendimiento, siendo el precio de venta averiguado por el sector de la región de un fardo de heno de 20 kg a un precio de 20 Bs para todos los tratamientos.

En la siguiente columna se observa el ingreso neto para cada tratamiento para ello se hace la diferencia entre los costos de producción y los ingresos brutos. Donde se puede apreciar que, el máximo ingreso neto se lo obtuvo la avena variedad Texas que logro un beneficio de 1480,0 Bs/ha.

Tabla 26.*Relación Beneficio costo de la Avena y Triticale*

Tratamientos	Costos de Produccion (Bs/ha)	Ingresos Brutos (Bs/ha)	Relacion Beneficio/Costo
Avena variedad Texas	4980	6460,0	1,30
Avena variedad Aguila	4980	5120,0	1,03
Triticale variedad Horizonte	5200	5230,0	1,01
Triticale variedad Renacer	5200	5230,0	1,01

La tabla 26 nos muestra que la variedad de mayor rendimiento y de mayor beneficio/costo fue la avena variedad Texas (B/C=1,30), lo que significa que, por cada boliviano invertido, se recupera el boliviano y se gana 0,30 Centavos de boliviano, el resultado es una proporción bastante significativa y beneficiosa para el agricultor. además, las otras variedades presentan también resultados beneficiosos, las más altas son las de avena y los de triticale presentan un beneficio/ costo con un promedio (B/C 1,01).

En este trabajo también se quiere considerar los costos de producción ajustado bajo en rendimiento obtenido de materia verde, que gran parte de la región se realiza la venta de forraje en verde, en el siguiente cuadro se muestra lo siguientes datos ajustados.

Tabla 27.

Presupuesto parcial para una hectárea en Bs.

Tratamientos	Rendimiento De Materia Verde (t/ha)	Rendimiento ajustado (t/ha)	Costos de Produccion (Bs/ha)	Ingresos Brutos (Bs/ha)	Ingreso Neto (Bs/ha)
Avena variedad Texas	20,9	18,9	3050	47250	44200
Triticale variedad Renacer	20,4	18,3	3270	45750	42480
Avena variedad Aguila	17,1	15,3	3050	38250	35200
Triticale variedad Horizonte	12,8	11,5	3270	28750	25480

La tabla 27, se observa en la segunda columna el rendimiento de materia verde obtenida, en la tercera columna se realiza también un ajuste del rendimiento medio para todos los tratamientos, con un 10 % de decremento al rendimiento observado con el fin de eliminar la sobre estimación del ensayo y reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y del agricultor.

En la cuarta columna se observa el total de los costos de producción para cada tratamiento para ello se tomó en cuenta los costos que varían por cada tratamiento, como ser; insumos comprados, mano de obra y maquinaria, que se requiera para cada tratamiento, sin contar el costo de mano de obra por la cosecha por ser una venta directa.

En la quinta columna se presenta los ingresos brutos de campo no considerando el costo de cosecha porque la venta es directa sin corte, de esta manera que se obtuvo los rendimientos ajustados por el precio de venta de materia verde de forraje, quien obtuvo mayor beneficio bruto fue la avena de variedad Texas, que presentó también mayor rendimiento, considerando el precio de venta por hectárea averiguado por el

sector de la región de 2500 bs (sin cosecha), lo que equivale a 1 kg de materia verde a 2,50 bs considerado para todos los tratamientos.

Tabla 28.

Relación Beneficio costo de la Avena y Triticale

Tratamientos	Rendimiento Medio de MV (t/ha)	Costos de Producción (Bs/ha)	Ingresos Brutos (Bs/ha)	B/C
Avena variedad Texas	20,9	3050	47250	15,5
Triticale variedad Renacer	20,4	3270	45750	14,0
Avena variedad Aguila	17,1	3050	38250	12,5
Triticale variedad Horizonte	12,8	3270	28750	8,8

Realizando el mismo análisis anterior para la relación beneficio/costo la variedad de mayor rendimiento fue la avena Texas (B/C=15,5), el resultado es significativa y beneficiosa para el agricultor como alternativa para realizar la venta en materia verde, la variedad con menor resultado de beneficio/costo fue el triticale Horizonte con (B/C= 8,8), pero que también es un resultado significativo.

6. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados logrados, en la introducción de estas variedades de forrajes para poder observar su comportamiento agronómico en la Estación Experimental de Patacamaya se establecen las siguientes conclusiones.

- Para la etapa fenológica de emergencia la avena forrajera fue la que menos días reportó, Águila con 26 y Texas con 25 días respectivamente. El triticale tardó más en emerger, con diferencia de una semana.
- En los días al macollaje la avena Texas con 55 días fue la más precoz, en contraposición al triticale variedad Renacer con 62 días como el más tardío, en relación a esta etapa fenológica.
- En los días de floración la variedad de triticale renacer con 98 días y horizonte con 94 días, fueron más precoces en esta etapa, las más tardías fueron la avena Aguila con 104 días y Texas 101 días.
- En los días a grano lechoso (cosecha), las variedades de triticale horizonte con 128 días y renacer con 126 días fueron las más precoces, las más tardías en esta etapa fueron la avena águila con 133 días y Texas 130 días.
- La especie y variedad forrajera con mayor altura de planta en el ensayo fue el triticale con la variedad Renacer registrándose 121,07 cm al momento del corte.
- Para la variable de número de hoja por planta la variedad Renacer obtuvo la mayor cantidad con 30 hojas/planta, la avena con la variedad Texas obtuvo 28 hojas/planta, siguiendo también tenemos a la avena variedad Aguila con 28 hojas/planta y por último la menor cantidad fue de 22 hojas/planta de la variedad Renacer de la especie de triticale.

- La Variable de número de plantas, la Avena en ambas variedades Aguila y Texas alcanzo el número más alto con 60 plantas/m² en ambas variedades no existe una diferencia significativa, el triticales la variedad Renacer con 49 plantas/m² y la variedad Horizonte 27 plantas/m²
- Para la variable de número de macollos, la avena variedad Texas con 9 macollos, la avena variedad Águila con 7 macollos, ambas obtuvieron el número más alto de macollos por planta, el triticales variedad Renacer con 7 macollos y la variedad Horizonte con 6 macollos por planta.
- Para la variable de materia verde, se obtuvo el mayor rendimiento en promedio la variedad de Avena Texas con 2,09 kg/m², seguido el triticales variedad Renacer 2,04 kg/m², la avena variedad Águila con 1,71kg/m² y el triticales variedad Horizonte con 1,28 kg/m².
- Para la variable de materia seca, el mayor rendimiento lo obtuvo la Avena variedad Texas 6,8 t/ha, seguida el triticales variedad Renacer con 5,57 t/ha, posterior también el Triticales variedad 5,57 t/ha y la Avena variedad Aguila con 5.46 t/ha.

7. RECOMENDACIONES

Se recomienda seguir con más trabajos de investigación promoviendo la utilización de las variedades de avena (texasy águila) y triticales (renacer y horizonte) bajo condiciones adecuadas en distintas regiones en apoyo a la seguridad alimentaria de los pueblos de la región.

Se recomienda realizar investigaciones para efectivizar el uso del agua en riego con un sistema controlado cumpliendo con el requerimiento en las distintas etapas en estos cultivos, porque la aplicación de riego en este trabajo solo fue complementaria que ayudo bastante para obtener estos resultados, para que los resultados sean aún mejores.

Se recomienda hacer trabajos de investigación con aplicaciones de fertilizantes nitrogenados y abonos orgánicos en momentos oportunos de aplicación para tener mejores resultados, en esta parte de esta región y para la misma estación experimental de Patacamaya.

Realizar investigaciones orientadas a la producción de semilla de avena y triticales, en la estación experimental de Patacamaya, de las variedades de avena y triticales que se utilizaron en este trabajo y otras se puedan implementar con condiciones controladas para poder tener datos, de este sector del altiplano y para la misma estación.

Desarrollar trabajos de investigación y adaptación de cultivares de avena y triticales en regiones geográficas a fin de determinar la región óptima en uso eficiente de recursos para su producción.

8. BIBLIOGRAFIA

- Barrientos, E. (2001). *Manejo de praderas y producción de forrajes*. Universidad Técnica de Oruro . Oruro, Bolivia.
- Calzada, B. (1982). *Metodos estadisticos para la investigacion* . Cochabamba, Bolivia: Ed. Los Amigos del Libro.
- Castro, T. (2003). *Evaluacion de variedades y lineas avanzadas de triticale en la producción de forraje en dos zonas del departamento de la paz*. La Paz, Bolivia.
- Chambi, O. (2005). *Comportamiento agronomico de variedades forrajeras introducidas de Avena, Cebada y Triticale en la Sub Cuenca Media del rio Keka provincia Omasuyos*. La Paz - Bolivia: Tesis de Grado.
- Chambi, O. (2005). *Comportamiento agronómico de variedades forrajeras introducidas de avena, cebada y triticale en la sub-cuenca media del rio keka provincia omasuyos* . La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andres.
- Chilon, E. (1996). *Manual de Edafología*. La Paz, Bolivia: Ed. Cidat.
- CIMMYT. (1988). *Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo*,). Mexico.
- Clares condori, A. (2014). *evaluacion del comportamiento productivo de tres variedades de avena forrajera, bajo tres densidades de abonado*. departamento de La Paz: Tesis de grado.
- Conde, H. (2003). *Caracterizacion agronomica y fenologica de accesiones de avena en procesos de introduccion en la estacion experimental de Choquenaira*. La Paz, Bolivia.
- Copa, S. (1996). *Respuesta de variedades y lineas de triticale (Triticum secale), a densidades de siembra y niveles de fertilizacion nitrogenada en el altiplano norte de La Paz*. La Paz, Bolivia: Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andres.

- Crosquist, A. (1988). *La evolucion y clasificacion de plantas*. The New York : 2da edicion. Botanic.
- Diez de Medina, R. (2011). *La Ganaderia de Leche en el Altiplano Boliviano*. La Paz - Bolivia: Boletin informativo.
- Guerrero , A. (1996). *El suelo, los abonos y fertilizacion de los cultivos*. Bilbao, España: Mundi prensa.
- Gutierrez , F. (1999). *Forrajes y semillas forrajeras, Universidad Mayor de San Simon, Martin Crdenas Centro de investigacion en forrajes* . Cochabamba, Bolivia: La Violeta.
- Gutierrez, F. (1989). *Forrajes y semillas forrajeras La Violeta*. Cochabamba, Bolivia.
- Lanque, J. (2004). *Comportamiento del triticale (Triticum aestivum x Secale cereale) bajo condiciones de secano y riego por aspersion en tres epocas de siembra de Invierno en el Altiplano. Tesis Lic. Ing. Agr.* La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andres.
- Lazarte , L., & Chacon, J. (1981). *Evaluacion de lineas de triticale en forraje. En forrajes y Semillas Forrajeras*. Cochabamba, Bolivia.
- Lino Torrez, R. (2007). *Efectos de densidadesde siembra sobre el rendimiento en forraje y semilla, en tres especies forrajeras anuales*. Potosi , Bolivia: Revista Agricultura.
- Lobaton, G. (2001). *Estudio de dos variedades de avena forrajera (Avena sativaL.) a secano y bajo riego por goteo en Calamarca Tesis Ing Agr. Escuela Militar de INGENIERIA " Mcal. Antonio Jose de Sucre*. La Paz, Bolivia.
- Mamani, C. (1997). *Comportamiento agronomico de la quinua (chenopodium quinoa)en asociacion con cebada para ensilaje en el altiplano central*. La Paz , Bolivia : Tesis Ing Agr. UMSA - Facultad de Agronomia .
- Mantilla, J. (1995). *Evaluacion de variedades de Avena, Cebada y Triticale en la localidad de choquenaira* . Laz , Bollivia: Universidad Mayor de San Andres.

- Marca, S. (1989). *Fenología de cereales de grano pequeño curso taller de fenología de cultivos Andinos*. Puno, Peru: Proyectos de Investigación de Sistemas Agropecuarios Andinos.
- Mendieta, H. (1992). *Estudio comparativo de rendimiento de cinco variedades de avena y tres variedades de triticale en la provincia Ingavi*. La Paz, Bolivia.
- Meneses, R. (2003). *Producción de forrajes y leguminosas en el altiplano Boliviano*. Cochabamba, Bolivia: Centro de investigación en forrajes " La Violeta" (CIF - UMSS).
- Morrison. (1977). *comendio internacional del ganado* . Ed. UTEHA - Mexico. p 721.
- Okada, G. (1990). *Agricultura natural* . Atami Japon : Editorial MDA. SHOHJH.
- PDM(Plan de Desarrollo Municipal - Patacamaya). (2006 - 2010). *Programa presuestario de gestión social*. La Paz, Bolivia: Alcaldía de Patacamaya.
- Pearsons, D. (1989). *Manual de edición Agropecuaria en Triticale, Cebada , Avena*. Mexico: Segunda edición Editorial Trillas.
- Prieto, G., & Alzerreca, H. (1991). *Evaluación de forrajes introducidos en localidades del Altiplano Norte de Potosí*. Potosí, Bolivia: Informe IBTA.
- Quispe, N. (1999). *Estudio Comparativo de variedades de avena, cebada y Triticale en la localidad de Choquenaira*. . La Paz, Bolivia: Tesis Lic. Ing. Agr. .
- Ramirez, A. (1977). *Cultivo e Industrialización del Centeno , Avena y Cañagua*. La Paz, Bolivia: Folleto Informativo.
- Ramirez, A. (1977). *Cultivo e Industrialización del centeno, avena y cañagua* . La Paz, Bolivia: Folleto Informativo.
- Robles, R. (1990). *Producción de granos y forrajes*. Mexico: ED. Limusa.
- Robles, R. (1999). *Producción de granos y forrajes 5 ° Edición* . Mexico .

- SEFO. (2000). *Semillas de Forrajera para Bolivia*. Cochabamba, Bolivia: Programa Nacional de Semillas .
- Senamhi(Servicio nacional de Meteorología e Hidro. (2018). *Registro climático de la localidad de Patacamaya, provincia Aroma*. La Paz, Bolivia.
- Ticona, A. (2006). *Efectos de la aplicación fraccionada de nitrógeno y densidad de siembra en el comportamiento agronómico de triticale en Tihuanaco*. La Paz - Bolivia: Tesis de Grado.
- Ticona, D. (2009). *Producción de forraje y semilla de triticale bajo riego y secano en tres épocas de siembra en la comunidad de Calaya, provincia Los Andes* . La Paz - Bolivia: Tesis de grado.
- Tito Chuquimia, Y. (2014). *Evaluación comparativa de variedades de Avena, Cebada y Triticale en las localidades de Choquenaira y Batallas*. La Paz- Bolivia : Universidad Mayor de San Andrés - Facultad de Agronomía.
- Torrico, D. (2002). *Evaluación de variedades y densidades de Avena forrajera(Avena sativa) en la granja de Kallutaca, Provincia los andes*. La Paz, Bolivia: Tesis Lic. Ing. Agr.
- Trigo), C. I. (1988). *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; manual metodológico de evaluación económica*. México D.F.
- Villarreal, M. (2001). *Evaluación de tres especies forrajeras anuales(Avena, Cebada y Triticale) en diferentes épocas y densidades de siembra en la Estación Experimental Belén Altiplano Norte*. La Paz - Bolivia: Universidad Mayor De San Andrés.
- Violeta, L. (1989). *Forrajes y semillas forrajeras* . Cochabamba, Bolivia.