

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



TESIS DE GRADO

**EVALUACION COMPARATIVA DE VARIEDADES DE AVENA (*Avena sativa* L.),
CEBADA (*Hordeum vulgare*) Y TRITICALE (*Triticumsecale* W.) EN LAS
LOCALIDADES DE CHOQUENAIRA Y BATALLAS.**

PRESENTADO POR:

YESMIN TITO CHUQUIMIA

La Paz - Bolivia

2014

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

EVALUACION COMPARATIVA DE VARIEDADES DE AVENA (*Avena sativa* L.),
CEBADA (*Hordeum vulgare*), Y TRITICALE (*Triticumsecale* W.) EN LAS
LOCALIDADES DE CHOQUENAIRA Y BATALLAS.

Tesis de Grado presentado como requisito
Parcial para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo

YESMIN TITO CHUQUIMIA

Asesores:

Ing. Ph. D. David Cruz Choque

Ing. M. Sc. Erik Murillo Fernández

Ing. M. Sc. Jorge Guzmán Calla

Tribunal Examinador:

Ing. Héctor Cortez Quispe

Ing. Bernardo Ticona Contreras

Ing. M. Sc. Lucio Tito Villca

Aprobado

Presidente Tribunal Examinador:

2014

CONTENIDO GENERAL

INDICE.....	I
INDICE DE CUADROS	V
INDICE DE GRÁFICOS	VIII
INDICE DE ANEXOS	IX
DEDICATORIA	X
AGRADECIMIENTOS.....	XI
RESUMEN.....	XII
SUMMARY. XIII	

INDICE

1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVOS.....	2
1.1.1 Objetivo General.....	2
1.1.2 Objetivos Específicos.....	2
2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Importancia Forrajera.....	3
2.2 Características Botánicas	5
2.2.1 Avena.....	5
2.2.2 Cebada	5
2.2.3 Triticale	5
2.3 Descripción fenológica de los cultivos.....	7
2.4 Descripción agronómica de los cultivos	8
2.4.1 Producción de forrajes anuales en el altiplano boliviano	8
2.4.2 Siembra	9
2.4.3 Densidad de siembra.....	9
2.4.4 Macollaje.....	11
2.4.5 Altura de Planta	11
2.4.6 Rendimiento de Materia Seca	12
2.5 Análisis económico	13
2.6 Exigencia Climática para la producción de forrajes anuales	14

2.6.1	Clima.....	14
2.6.1.1	Temperatura.....	14
2.6.1.2	Precipitación.....	14
2.6.1.3	Fotoperiodo.....	14
2.6.1.1	Temperatura.....	14
2.6.2	Suelo.....	15
2.6.3	Introducción de variedades.....	15
3	MATERIALES Y METODOS.....	17
3.1	Localización.....	17
3.1.1	Fisiografía y ecología de las regiones en estudio.....	18
3.1.1.1	Batallas.....	18
3.1.1.2	Choquenaira.....	18
3.1.2	Características de las zonas de estudio.....	19
3.2	Materiales.....	19
3.2.1	Material vegetal.....	19
3.2.1.1	Características de las variedades en estudio.....	20
3.2.1.1.1	Características de la Avena.....	20
3.2.1.1.2	Características de la Cebada.....	21
3.2.1.1.3	Características de la Triticale.....	21
3.2.3	Material de laboratorio.....	21
3.2.4	Materiales y equipo de campo.....	22
3.2.5	Material de gabinete.....	22
3.3	Metodología.....	22
3.3.1	Metodología de campo.....	22
3.3.1.1	Muestreo y análisis de suelo.....	22
3.3.1.2	Preparación del sitio del experimento.....	22
3.3.1.3	Siembra.....	23
3.3.2	Procedimiento experimental.....	24
3.3.2.1	Diseño experimental.....	24
3.3.2.2	Modelo estadístico.....	24
3.3.2.3	Factores de estudio.....	24

3.3.2.4	Tratamientos.....	25
3.3.2.5	Características del área experimental.....	25
3.4	Desarrollo del estudio.....	26
3.4.1	Análisis del suelo.....	26
3.4.1.1	Características físico-químico de las dos localidades en estudio.....	26
3.4.2	Registro climáticos.....	27
3.4.3	Cosecha.....	27
3.5	Variables de respuesta.....	28
3.5.1	Días a la emergencia.....	27
3.5.2	Altura de planta a la cosecha del forraje.....	28
3.5.3	Número de macollos.....	28
3.5.4	Días al macollamiento.....	28
3.5.5	Días a la floración.....	28
3.5.6	Días al estado de grano lechoso.....	29
3.5.7	Rendimiento de la materia seca.....	29
3.5.8	Relación tallo/hoja.....	29
3.5.9	Análisis de costos parciales.....	29
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
4.1	PRECIPITACIÓN.....	30
4.2	TEMPERATURA.....	32
4.3	HUMEDAD RELATIVA.....	35
4.4	SUELOS.....	36
4.4.1	Características del suelo en Choquenaira.....	36
4.4.2	Características del suelo en Batallas.....	37
4.5	DESCRIPCIÓN DEL COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO.....	38
4.5.1	Días a la emergencia.....	38
4.5.1.1	Días a la emergencia en dos localidades.....	39
4.5.1.2	Días a la emergencia de variedades.....	40
4.5.1.3	Días a la emergencia para la interacción localidad entre variedad.....	42
4.5.2	DIAS AL MACOLLAMIENTO.....	43
4.5.2.1	Días al macollamiento en dos localidades.....	44

4.5.2.2	Días al macollamiento de variedades	45
4.5.2.3	Días al macollamiento para la interacción localidad entre variedad.....	47
4.5.3	DÍAS A LA FLORACIÓN	48
4.5.3.1	Días a la floración en dos localidades.....	49
4.5.3.2	Días a la floración de variedades.....	50
4.5.4	DÍAS AL GRANO LECHOSO.....	52
4.5.4.1	Días al grano lechoso en dos localidades.....	52
4.5.4.2	Días al grano lechoso de variedades.....	53
4.5.1.3	Días a grano lechoso para la interacción localidad entre variedad.....	55
4.6	DESCRIPCIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO	57
4.6.1	ALTURA DE PLANTA.....	57
4.6.1.1	Altura de planta en dos localidades	58
4.6.1.2	Altura de planta de variedades	58
4.6.1.3	Altura de planta para la interacción localidad entre variedad.....	60
4.6.2	NÚMERO DE MACOLLOS	64
4.6.2.1	Número de macollos en dos localidades	64
4.6.2.2	Número de macollos de variedades.....	65
4.6.3	RENDIMIENTO DE MATERIA SECA	68
4.6.3.	Rendimiento de materia seca en dos localidades.....	68
4.6.3.2	Rendimiento de materia seca de variedades.....	70
4.6.3.3	Rendimiento de materia seca para la interacción localidad entre variedad ..	71
4.6.4	ÍNDICE DE RELACIÓN ALOMÉTRICA HOJA/TALLO	73
4.6.4.1	Relación alométrica hoja/tallo en dos localidades.....	74
4.6.4.2	Relación alométrica hoja/tallo de variedades.....	74
4.7	ANÁLISIS ECONÓMICO	76
4.7.1	Cálculo de costos parciales	76
5	CONCLUSIONES.	82
6	RECOMENDACIONES.	84
7	BIBLIOGRAFÍA	85
8	ANEXOS	92

INDICE DE CUADROS

	Pág.
<u>CUADRO 1.</u> Características botánicas de la avena, cebada y triticale	6
<u>CUADRO 2.</u> Clasificación taxonómica	6
<u>CUADRO3.</u> Localización de las zonas en estudio.....	17
<u>CUADRO 4.</u> Parámetros meteorológicos y geodésicos de las zonas de estudio.....	17
<u>CUADRO 5.</u> Descripción de las zonas de estudio.....	19
<u>CUADRO 6.</u> Material genético introducido	20
<u>CUADRO 7.</u> Características del área estudio.....	26
<u>CUADRO 8.</u> Análisis físico – químico de la localidad de Batallas y Choquenaira.	27
<u>CUADRO 9.</u> Datos promedios mensuales de precipitación (2010-2011)	30
<u>CUADRO 10.</u> Datos promedios mensuales de temperatura (2010 – 2011)	32
<u>CUADRO 11.</u> Datos promedio de la humedad relativa	35
<u>CUADRO 12.</u> Análisis de varianza para días a la emergencia.....	38
<u>CUADRO 13.</u> Prueba de Duncan para comparar los días a la emergencia de las plántulas forrajeras en dos localidades	39
<u>CUADRO 14.</u> Prueba de Duncan para comparar los días a la emergencia de las diferentes especies y variedades forrajeras	40
<u>CUADRO 15.</u> Análisis de Varianza de efectos simples para la interacción localidad por variedad de los días a la emergencia.....	42
<u>CUADRO 16.</u> Comparación de medias para los días a la emergencia de variedades en la interacción localidad por variedad.....	43
<u>CUADRO 17.</u> Análisis de varianza para días al macollamiento..	44
<u>CUADRO 18.</u> Prueba de Duncan para comparar los días al macollamiento de las plántulas forrajeras en dos localidades	45
<u>CUADRO 19.</u> Prueba de Duncan para comparar los días al macollamiento de las diferentes especies y variedades forrajeras	46
<u>CUADRO 20.</u> Análisis de varianza de efectos simples para la interacción localidad por variedad de los días al macollamiento	47

<u>CUADRO 21.</u> Comparación de medias para los días al macollamiento de variedades en la interacción localidad por variedad	48
<u>CUADRO 22.</u> Análisis de varianza para días a la floración	49
<u>CUADRO 23.</u> Prueba de Duncan para comparar los días a la floración de las variedades en dos localidades	49
<u>CUADRO 24.</u> Prueba de Duncan para comparar los días a la floración de las diferentes especies y variedades forrajeras	50
<u>CUADRO 25.</u> Análisis de Varianza para días a grano lechoso (Cosecha)	52
<u>CUADRO 26.</u> Prueba de Duncan para comparar los días a grano lechoso de las variedades en dos localidades	53
<u>CUADRO 27.</u> Prueba de Duncan para comparar los días a grano lechoso de las diferentes especies y variedades forrajeras	54
<u>CUADRO 28.</u> Análisis de Varianza de efectos simples para la interacción localidad por variedad de los días a grano lechoso	55
<u>CUADRO 29.</u> Comparación de medias para los días a grano lechoso de variedades en la interacción localidad por variedad	56
<u>CUADRO 30.</u> Análisis de varianza para días a grano lechoso (Cosecha)	57
<u>CUADRO 31.</u> Prueba de Duncan para comparar la altura de planta en dos localidades ..	58
<u>CUADRO 32.</u> Prueba de Duncan para comparar la altura de planta de las diferentes variedades	59
<u>CUADRO 33.</u> Análisis de varianza de efectos simples para la interacción localidad por variedad	60
<u>CUADRO 34.</u> Comparación de medias para altura de planta de las variedades en la interacción Localidad por Variedad	62
<u>CUADRO 35.</u> Análisis de Varianza para número de macollos	64
<u>CUADRO 36.</u> Prueba de Duncan para comparar la altura de planta en dos localidades ..	65
<u>CUADRO 37.</u> Prueba de Duncan para comparar el número de macollos por planta de las diferentes variedades	65
<u>CUADRO 38.</u> Análisis de Varianza para rendimiento de materia seca	67
<u>CUADRO 39.</u> Prueba de Duncan para comparar el rendimiento de materia seca en dos localidades	69

<u>CUADRO 40.</u> Prueba de Duncan para comparar el rendimiento de materia seca de las diferentes variedades	70
<u>CUADRO 41.</u> Análisis de varianza de efectos simples para la interacción localidad por variedad	71
<u>CUADRO 42.</u> Análisis de Varianza para relación alométrica hoja / tallo	73
<u>CUADRO 43.</u> Prueba de Duncan para comparar la relación hoja/tallo en dos localidades	74
<u>CUADRO 44.</u> Prueba de Duncan para comparar la relación hoja/tallo de las diferentes variedades.....	75
<u>CUADRO 45.</u> Cálculo de costos parciales	77
<u>CUADRO 46.</u> Análisis de dominancia para los tratamientos establecidos	79

INDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
<u>GRÁFICO 1.</u> Comportamiento de la precipitación pluvial mensual de la gestión de estudio en la localidad de Choquenaira y Batallas	31
<u>GRÁFICO 2.</u> Comportamiento de las temperaturas mínimas, máximas y media mensual registrada en la zona de estudio de Choquenaira	33
<u>GRÁFICO 3.</u> Comportamiento de las temperaturas mínimas, máximas y media mensual registrada en la zona de estudio de Batallas.....	34
<u>GRÁFICO 4.</u> Comportamiento de la humedad relativa registrada en las zonas de estudio Choquenaira y Batallas.....	36
<u>GRÁFICO 5.</u> Días a la emergencia de las diferentes especies y variedades forrajeras.....	41
<u>GRÁFICO 6.</u> Días a la emergencia para la interacción localidad por variedad	42
<u>GRÁFICO 7.</u> Días al macollamiento de las diferentes especies y variedades forrajeras. ..	46
<u>GRÁFICO 8.</u> Días al macollamiento para la interacción localidad por variedad.....	47
<u>GRÁFICO 9.</u> Días a la floración de especies y variedades forrajeras	51
<u>GRÁFICO 10.</u> Días a grano lechoso para la interacción localidad por variedad	55
<u>GRÁFICO 11.</u> Altura de planta de especies y variedades en dos localidades	59
<u>GRÁFICO 12.</u> Promedio de altura de planta de especies	61
<u>GRÁFICO 13.</u> Número de macollos de especies y variedades forrajeras	66
<u>GRÁFICO 14.</u> Número de macollos de especies en dos localidades.....	67
<u>GRÁFICO 15</u> Rendimiento de materia seca de variedades en dos localidades	71
<u>GRÁFICO 16</u> Rendimiento de materia seca de variedades	72
<u>GRÁFICO 17</u> Relación alométrica hoja/tallo de planta de especies y variedades	75
<u>GRÁFICO 18.</u> Curva de beneficios netos.....	80

INDICE DE ANEXOS

<u>ANEXO 1.</u> Ubicación de la localidad de Choquenaira.....	89
<u>ANEXO 2.</u> Ubicación de la localidad de Belén	90
<u>ANEXO 3.</u> Análisis de laboratorio de muestra de suelo de la localidad de Choquenaira ...	91
<u>ANEXO 4.</u> Análisis de laboratorio de muestra de suelo de la localidad de Belén	92
<u>ANEXO 5.</u> Análisis de varianza de efectos simples para la interacción localidad por variedad	93
<u>ANEXO 6.</u> Análisis de varianza de efectos simples para la interacción localidad por variedad	93

Dedicatoria

Al creador de todo y dador de la sabiduría, al Dios de la Biblia, por darme la vida y por haberme permitido conocerlo y tener a Cristo Jesús en mi corazón.

Por el amor, y sobre todo la confianza depositada, dedico el presente trabajo a mi querido papá Alberto Tito Maydana y a mi mamita Gloria Chuquimia de Tito

De igual manera, dedico esta tesis a mi hermana Mariela, por su apoyo y disposición en todo tiempo, a mi hermano Vidal por su aliento y motivación.

A mi amado esposo J. Tomás Cerrogrande, por alentarme a concluir este trabajo, junto a mi mamá Martha.

Y por último al ingrediente más sabroso de mi vida, a mi hijito Yestom.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar le doy gracias a Dios, por haberme dado fuerzas cuando ya no podía más, por haberme levantado cuando caí, por darme sabiduría para concluir este trabajo.

Agradezco la confianza y el apoyo brindado durante todo este tiempo, por parte de mi familia. Y a mi mamá Martha Guisbert, por tenderme la mano para seguir, por sus consejos y oraciones.

Mi más profundo agradecimiento a la persona que impulso el inicio de esta tesis, y durante todo el trayecto corrigiendo e incluso arreglando detalles, a esa persona tan especial, mi estimado Ing. M.Sc. Jorge Guzmán Calla.

A mis asesores de tesis al Ph. D. David Cruz Choque, Ing. M.Sc. Erik Murillo Fernández, Ing. M.Sc. Jorge Guzmán Calla, agradecerles el constante apoyo profesional y por las orientaciones brindadas durante el desarrollo del trabajo.

A los miembros del tribunal revisor, Ing. Arsenio Cortez, Ing. Bernardo Ticona y Ing. Lucio Tito, por las acertadas sugerencias y correcciones realizadas en el presente trabajo.

Un sincero agradecimiento al Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal INIAF, por el apoyo y colaboración de este trabajo.

De igual manera agradezco al personal de la Estación Experimental de Choquenaira y al Centro Experimental de la UAC - Batallas, por la oportunidad de llevar a cabo este trabajo en sus instalaciones.

Un sincero agradecimiento a la Facultad de Agronomía los docentes y personal administrativo, por los conocimientos impartidos, quienes hicieron posible mi formación profesional.

Agradecer a Lidia Aduvirí, por su incondicional apoyo, y Gerardo y Alain, por aportar en este trabajo.

¡Que El Dios de la Biblia los bendiga a todos!...

RESUMEN

La actividad agrícola regional confronta diversas limitaciones de tipo ecológico, de sistema de producción y de carácter socio – económico. Sin embargo, existen algunas alternativas agrícolas que económicamente puedan ser expectantes para el pequeño productor de la zona altiplánica de Bolivia. Dentro de las pocas alternativas agrícolas anteriormente citados, se tienen a la producción de forrajes. El objetivo del presente estudio fue evaluar el comportamiento agronómico de variedades de diferentes especies de forrajes en condiciones a secano en la localidad de Choquenaira (suelo con textura Franco; pH=6.7) y Batallas (suelo con textura Franco limoso; pH=6.9) del departamento de La Paz, entre diciembre 2010 a mayo 2011 ubicados a una altitud promedio de 3870 y 3856 m.s.n.m. La temperatura media, mínima y máxima fue (21-12-2) °C y (17-11-5) °C. La precipitación total fue 322 mm y 450 mm. Se utilizó semillas certificadas de procedencia del CIF-SEFO; avena (Gaviota, Águila y Alondra); cebada (Gloria IBTA 80 e IBON); triticale (Renacer, Vertiente y Horizonte). El diseño experimental utilizado fue Bloques Completos al Azar en Localidades, en Arreglo jerárquico o anidado. Evaluando parámetros fenológicos como; días a la emergencia, días a grano lechoso y días a la floración, parámetros agronómicos como; altura de planta, número de macollos, rendimiento de materia seca, relación hoja/tallo en dos localidades, presentando los siguientes resultados y conclusiones: Las variedades más precoces fue la variedad IBTA 80 con 27 días, seguida de Gloria e IBON con 26 días y avena con Alondra y Águila con 25 días Gaviota con 24 días. Las variedades más precoces son Águila y Gaviota en avena e IBTA 80 en cebada con 56 días a grano lechoso. La más precoz Horizonte con 94 días al macollaje. La variedad Águila con 132 días, Gaviota 131 días y Alondra 129 días en avena, seguida de las variedades de cebada Gloria 129 días, IBTA 80 127 días e IBON 125 días, Renacer y Vertiente con 124 días y Horizonte 121 días, fue la más precoz. Las variedades de triticale con Horizonte 114 cm, Vertiente 108 cm y Renacer con 107 cm, seguida de Gloria e IBTA 80 con 92 cm, IBON con 83, las variedades en avena son Águila con 83 cm, Gaviota y Alondra con 76 cm. La variedad Gaviota con 12 macollos, Alondra con 11 en avena, Gloria e IBTA 80 con 11, en cebada, seguida de Vertiente Renacer con 11 macollos en triticale, IBON en cebada, Vertiente en triticale y Águila en avena presentan 10 macollos. La localidad de Batallas, se obtuvo el mayor rendimiento con un promedio de 18 ton MS/ha, superior a la localidad de Choquenaira con 15 ton MS/ha. Las variedades que presentaron mayor rendimiento fueron: Renacer, Horizonte y Vertiente con 21.50, 20.50 y 19.67 ton MS/ha. En especies se puede ver claramente que el triticale con un promedio de 20.56 ton MS/ha, fue la de mayor rendimiento, seguida por la cebada con 15.94 ton MS/ha y por último la avena con un promedio de 13.33 ton MS/ha. La relación alométrica hoja/tallo, muestra a la variedad Gaviota de avena con 0.37, Águila 0.34 y Alondra 0.33. En relación a los costos la especie con mayor beneficio neto fue el triticale, evaluado en la localidad de Batallas, recuperando el 1 Bs., invertido más 0.94 centavos de boliviano, obteniendo 1.94 Bs, bastante significativa y beneficiosa para el agricultor.

SUMMARY

The regional agriculture faces several limitations of ecological, production system and socio character - economic. However, there are some agricultural alternatives that can economically be expectant for the small producer Altiplano of Bolivia. In agricultural few alternatives mentioned above is to have fodder production. The aim of this study was to evaluate the agronomic performance of different varieties of forage species in rainfed conditions in the locality of Choquenaira (Franco textured soil, pH = 6.7) and Battles (Franco silty soil texture, pH = 6.9) of department of La Paz, between December 2010 November 2011 located at an average altitude of 3870 m and 3856 The average, minimum and maximum temperature was (02/12/21) and C (05/11/17) C. The total rainfall was 322 mm and 450 mm. Certified provenance CIF-SEFO seeds was used; oats (Seagull, Eagle and Lark); barley (80 and IBON Gloria IBTA); triticale (Renacer, Shed and Horizonte). The experimental design was Randomized Complete Blocks in localities in hierarchical or nested arrangement. Evaluating phenological parameters such as; days to emergence, days to milk stage and days to flowering, agronomic parameters such as; plant height, number of tillers, dry matter yield, leaf / stem ratio in two locations, presenting the following results and conclusions: The earliest varieties variety IBTA was 80 with 27 days followed by Gloria and IBON 26 days and oatmeal with Lark and Eagle Seagull 25 days to 24 days. The earliest varieties are Eagle and Seagull in oats and barley IBTA 80 in 56 days at milky grain. The earliest Horizonte with 94 days to tillering. Variety Eagle 132 days and 131 days Alondra Seagull 129 days in oats followed by barley varieties Gloria 129 days, IBTA 80,127 days or 125 days IBON, Renacer and shed with 124 days and 121 days Horizonte, was the most early. Triticale varieties with Horizonte 114 cm, 108 cm and Renacer Shed 107 cm, followed by Gloria and IBTA 80 92 cm, IBON with 83 oat varieties are 83 cm Eagle, Seagull and Lark 76 cm. La Gaviota variety with 12 tillers, Lark 11 in oats, Gloria and IBTA 80 to 11, barley, followed by Renacer Shed with 11 tillers triticale, barley IBON, Shed in triticale and oats Eagle present 10 tillers. The town of Battles, the highest yield was obtained with an average of 18 t DM / ha, above the town of Choquenaira with 15 ton DM / ha. The varieties produced higher yields were: Rebirth, Horizonte and Shed with 21.50, 20.50 and 19.67 ton DM / ha. In species can clearly see that the triticale with an average of 20.56 ton DM / ha was the highest yield, followed by barley with 15.94 ton DM / ha and finally oats with an average of 13.33 ton DM / ha. The allometric relationship leaf / stem, showing the variety of oatmeal with 0.37 Seagull, Eagle 0.34 and 0.33 Alondra. In relation to costs the species with the highest net benefit was triticale, evaluated in the town of Battle, recovering 1 Bs., I invested over 0.94 cents Bolivia, obtaining 1.94 Bs, quite significant and beneficial to the farmer.

1 INTRODUCCION

El altiplano boliviano es más apto para la explotación y cría de ganado ya sean estas: ganadería camélida, ovina, ganadería de leche o bien doble propósito leche y carne. La agricultura es demasiado riesgosa para lograr niveles de producción elevadas y rendimientos competitivos principalmente por los efectos climatológicos adversos como una escasa precipitación pluvial, días de helada, terrenos cultivables muy pequeños etc. De modo que la crianza de animales depende de la disponibilidad y calidad del forraje que se proporcione.

Toda investigación en cultivos destinados para forraje, debe fundamentarse en el concepto de que los forrajes son el alimento más adecuado y barato para los rumiantes, con mayor productividad ganadera (Cardozo, 2000).

Si bien se han hecho algunos avances en la investigación forrajera, la producción a nivel de pequeño productor sigue siendo baja, debido a causas como: la pobre transferencia de tecnología, limitada disponibilidad de recursos económicos, desconocimiento de nuevas especies - variedades forrajeras y otros, dentro del aspecto agronómico el uso y manejo de agua para riego denota gran importancia en la producción de forrajes en el Altiplano.

Estudios realizados en la Sub-cuenca Media del Rio Keka, Provincia Omasuyos, demuestran que, se obtuvieron rendimientos de materia seca en avena de 6,15 ton/ha seguido por la cebada con 4,76 ton/ha y por último el triticale con 3,93 ton/ha, en diferentes localidades. (Chambi, 2005).

Diez de Medina (2011), señala que en el Altiplano Central la época de producción de forrajes está determinada por una estacionalidad que es muy marcada. El forraje solo se produce en el período primavera-verano y se debe conservar en las estaciones de otoño e invierno.

El mismo autor indica que los cereales menores forrajeros (avena, cebada y triticale), constituyen un recurso forrajero 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 ganadería de estas regiones. Estos cereales menores, en siembras puras, proporcionan un forraje con bajo contenido proteico que no cubre los requerimientos del animal para la producción de leche en particular, por lo que se busca evaluar diferentes especies forrajeras en distintas localidades.

Por lo todo lo expuesto, el presente trabajo tiene la finalidad de alcanzar los siguientes objetivos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

Evaluar el comportamiento agronómico de variedades de diferentes especies de forrajes en condiciones a secano en la localidad de Choquenaira y Batallas del departamento de La Paz.

1.1.2 Objetivos específicos

- Comparar el comportamiento productivo de variedades forrajeras de avena en condiciones a secano en dos localidades.
- Comparar el comportamiento productivo de variedades forrajeras de cebada en condiciones a secano en dos localidades.
- Comparar el comportamiento productivo de variedades forrajeras de triticale en condiciones a secano en dos localidades.
- Realizar los costos variables de los tratamientos.

2.1 Importancia forrajera

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)

González (2001), señala 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 templadas frescas. Europa, EEUU y Rusia cosechan el 80% de la producción mundial.

El mismo autor indica que, este cereal es muy sensible a las enfermedades fungosas. A nivel de valles interandinos, el mayor problema resulta ser el ataque de royas, cuyos agentes causales son: *Puccinia graminis avenae* (roya del tallo) y *Puccinia coronata* (roya de la hoja). El valor nutricional del grano de avena es superior al de otros cereales, debido a su riqueza en aminoácidos esenciales como la lisina.

La cebada en Bolivia, se cultiva en una gran diversidad de suelos y climas. La mayor superficie cultivada es en aquellas regiones cuya altura está entre los 3.000 y 3.500 msnm. A menos de 3.000 la cebada compite con el trigo y el maíz, sobre los 3.700 las heladas limitan la formación de grano. En zonas donde la altura sería la óptima para el cultivo de la cebada, ésta tiene que competir con la papa. (Córdova, 1994).

El mismo autor, indica que la importancia del cultivo de la cebada en nuestro país, radica en que se la utiliza para el consumo humano, para la alimentación de los animales, en berza y en grano y como materia prima para la industria cervecera.

Según Quispe (1999), respecto a los suelos donde se cultiva la cebada en nuestro país, debemos indicar que varían de acuerdo a su formación, pero de modo general carecen de fertilidad natural. En consecuencia, aplicaciones de fertilizantes químicos incrementan los rendimientos aún en los niveles más bajos.

Tomando en cuenta estos aspectos, debemos destacar la importancia que tiene este cereal en nuestro país, para cubrir una superficie igual o superior a la ocupada con el trigo.

El triticale 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.

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 Llanque (2004), señala que el triticale muestra un potencial de rendimiento mucho mayor que el trigo en zonas altas y condiciones semiáridas.

Klapp (1987), el cereal forrajero que aporta mayores rendimientos en buenas condiciones hídricas. El forraje es muy apetecible y de gran valor nutritivo aunque de bajo contenido proteico. Las producciones de grano oscilan entre las 1-3 ton/ha.

2.2 Características botánicas

Según Guerrero, citado por Chambi (2005), menciona la siguiente caracterización botánica:

2.2.1 Avena

Es una gramínea de sistema radicular pseudoasculado, más desarrollado que el trigo y el de la cebada. El tallo es grueso pero con poca resistencia al vuelco; tiene en cambio un valor forrajero. Las hojas son planas y alargadas.

En la unión del limbo y el tallo tienen una lígula, pero no tienen estipulas. El color de las hojas es verde azulado, lo que le distingue de la cebada.

2.2.2 Cebada

Es una planta de hojas estrechas de color verde claro. En el punto en que el limbo se separa del tallo, al terminar la zona envainadora de la hoja, se desarrollan dos estipulas que se entrecruzan por delante del tallo, y una corta lígula dentada aplicada contra este. Su sistema radicular de la cebada es más superficial que el trigo.

2.2.3 Triticale

El triticale es una planta anual anfiploide resultante de la duplicación del cromosoma híbrido inter genérico producido al cruzar el trigo por centeno, de gran desarrollo radicular. Sus inflorescencias son en panoja.

Pearsons. (1989), la avena, cebada y triticale, pertenecen a la familia de las gramíneas, y son conocidos con los nombres científicos: ***Avena sativa***, ***Hordeum vulgare*** y ***Triticum sativum x Secale cereale*** respectivamente.

Cuadro1. Características botánicas de la avena, cebada y triticale

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 adheridas

Fuente: Rojas 2002.

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

Cuadro 2. Clasificación Taxonómica

	AVENA	CEBADA	TRITICALE
Reino:	Plantae	Plantae	Plantae
División:	Magnoliophyta	Magnoliophyta	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida	Liliopsida	Liliopsida
Orden:	Poales	Poales	Poales
Familia:	Poaceae	Poaceae	Poaceae
Género:	Avena	Hordeum	Tricosecale
Especie	Sativa	H. Vulgare	T. aestivum

Fuente: Rojas 2002.

2.3 Descripción fenológica de los cultivos

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

- Emergencia, incluye toda la emergencia (aparición de las plantas con 1 a 2 hojas), hasta el inicio del macollamiento.
- Macollamiento, cuando el 50% de las plantas han macollado, es decir tienen brotes y retoños.
- Encanado, cuando el 50% de las plantas presentan el primer nudo a dos o tres centímetros del suelo.
- Embuchamiento, la panoja (espiga) se encuentra envuelta dentro de la vaina de la hoja bandera (hoja superior).
- Espigado (Panojamiento), o llamado Prefloración, cuando el 50% de las plantas tienen panoja (espiga) completamente libres de la vaina foliar.
- Floración (Antesis), 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 (panojas) presentan granos que al ser presionados con la uña revientan y sale 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 50% de 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.

2.4 Descripción agronómica de los cultivos

2.4.1 Producción de forrajes anuales en el altiplano boliviano

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.

La cebada, es un cereal rustico para la producción de forraje, se adapta desde los 2000 a 4500 m.s.n.m. Tolera condiciones de sequía y es medianamente tolerante a la salinidad. Es una forrajera precoz, los cultivares más importantes son: Lucha, IBTA 80 y Gloria.

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.

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. El triticale presenta una resistencia superior a climas adversos como las heladas y la sequía que el trigo.

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.

2.4.2 Siembra

Tapia, citado por 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.

Añade que las épocas de siembra para la producción de forraje y semilla, regularmente se ajustan a las condiciones climatológicas de la zona, ajustándose necesariamente al principio de la estación de lluvias.

Marín (2002), la siembra, se la realiza al voleo tal como lo efectúan nuestros agricultores en el altiplano boliviano; en cebada se recomienda una densidad de 80 kg/ha, según la calidad y vialidad de la simiente, así como también la textura y estructura terrea. Para estudios experimentales la siembra se ha recomendado en líneas o hileras a una distancia de 20 a 25 cm entre líneas y a chorro continuo sobre las hileras.

2.4.3 Densidad de siembra

Chambi (2005), argumenta que 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.

El mismo autor en un estudio realizado en la Sub-cuenca Media del Rio Keka, Provincia Omasuyos, demuestran que utilizando densidades de siembra; de 90 kg/ha para todas las variedades de estudio, obteniendo rendimientos promedio en avena de 6,15 ton/ha seguido por la cebada con 4,76 ton/ha y por último el triticale con 3,93 ton/ha, en diferentes localidades.

Quispe (1999), con relación a la densidad de siembra la que presento con mayor altura fue la densidad de 90 Kg con 120.93 cm, seguido por la densidad de 110 Kg con 120.00 cm y, por último la densidad de 100 Kg con solo de 118.13 cm.

Prieto y Alzérreca, (1992), en un estudio comparativo de forrajes anuales que realizaron en tres localidades del altiplano, durante tres años, utilizando densidades de siembra; de 100 kg/ha para la cebada, 80 kg/ha para la avena y 120 kg/ha para el triticale, obtuvieron rendimientos promedios de 5.25 ton MS/ha, 4.91 ton MS/ha y 5.84 ton MS/ha respectivamente.

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 ton/ha respectivamente y por último con la densidad de 110 Kg/ha tan solo 7.98 ton/ha.

Mantilla (1995), en estudio comparativo de variedades de avena, cebada y triticale en la localidad de Choquenaira utilizo 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 ton MS/ha respectivamente.

2.4.4 Macollaje

Mendieta (1992), en la Estación Experimental de Patacamaya, encontró que el mayor rendimiento de forraje estaba 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.

El mismo autor condujo ensayos comparativos en la producción de forraje en variedades de avena y triticale determinado que el rendimiento está estrechamente ligado al mayor número de macollos, entre las variedades SEFO – 1, Texas y líneas 85/97, presentaron 5 macollos por planta, la variedad Gaviota y líneas 85/65 solo con 4 macollos por planta, y el Triticale con la variedad Cautivador de 7 macollos por planta frente a las variedades Eronga y Renacer con 6 macollos por planta.

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.

2.4.5 Altura de planta

Un indicador de la producción forrajera es la altura de planta, que es utilizada para evaluar la producción (Robles, 1999).

Chambi (2005), en un estudio comparativo de tres variedades forrajeras introducidas en la Sub-cuenca Media del Rio Keka, Provincia Omasuyos, obteniendo mayor altura de planta en: Renacer en triticale con 96 cm, IBTA – 80 en cebada con 73 cm y L – 94/171 en avena con 68 cm.

Lobaton (2000), menciona que las diferencias pueden ser atribuibles a la variabilidad genética o al potencial genético que tiene cada variedad.

Torrico (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.

Señala también que el triticale fue la planta que presento mayor altura con 127.63 cm, seguido por la avena con 121.67 cm y, por último la cebada con solo 109.87 cm.

Por otra parte Villca (2001), en una evaluación de producción de semillas en el altiplano norte en las variedades de cebada obtuvo alturas en Lucha e IBTA 80 de 129.54 y 113.09 cm por planta.

Mendieta 1992, señala que en un estudio comparativo de rendimiento de cinco variedades de avena y tres variedades de triticale realizado en la Estación Experimental de Choquenaira, obtuvo alturas en las plantas de las especies, variedades y líneas de avena entre 36 a 51 cm y el triticale entre 85 a 95 cm.

2.4.6 Rendimiento de materia seca

Okada (1990), señala que la biomasa de las plantas 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 (105 °C durante 24 horas o 65 °C por 48 horas) hasta que el peso de la muestra llegue a ser constante.

Conde (2003), propone rendimientos de materia seca en tn MS/ha en varias localidades y años, realizados en Patacamaya, San Andrés, Q'orpa, Choquenaira, Kallutaca y Calamarca. Obteniendo rendimientos promedio en Q'orpa 12.14 tn MS/ha en avena y 12.19 tn MS/ha en triticale.

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 ton MS/ha, superior a la localidad de Jahuiraca y Suntia Chico donde se obtuvieron 4.40 y 3.37 ton 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 ton MS/ha respectivamente; en cebada la variedad Gloria obtuvo 4.76 ton MS/ha, superior a las variedades IBTA – 80 e IBON, la variedad Renacer y Eronga en triticale registraron rendimientos de 3.93 ton MS/ha y 2.80 ton MS/ha. En especies la avena alcanzó 5.7 ton MS/ha, seguido por la cebada con 4.6 ton MS/ha, y por último el triticale con 3.4 ton MS/ha.

Quispe (1999), en estudio comparativo de especies forrajeras de avena, cebada y triticale en la Estación Experimental de Belén, presenta el mejor rendimiento de materia seca, la avena con 8.58 tn/ha seguido por el triticale con 7.99 tn/ha y por último la cebada con tan solo 7.47 tn/ha.

Villarroel (2001) de las tres especies forrajeras, la que presentó un rendimiento superior fue la avena con un rendimiento promedio de 7.58 tn/ha de materia seca, seguido por el triticale de 6.46 tn/MS/ha y por último la cebada de 5.23 tn/MS/ha.

2.5 Análisis económico

Se fundamenta principalmente en la consideración de los Costos de producción, el Beneficio bruto, el Costo variable y el Beneficio neto.

Perrín (1976), manifiesta que el objetivo de una evaluación económica, 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:

- ⇒ Beneficio bruto (Bs/ha)
- ⇒ Costo variable (Bs/ha)
- ⇒ Beneficio neto (Bs/ha)

2.6 Exigencia climática para la producción de forrajes anuales

2.6.1 Clima

2.6.1.1 Temperatura

Parsons (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.

2.6.1.2 Precipitación

Los cereales de primavera necesitan unos 600 mm de precipitación durante el año y los de invierno requieren aproximadamente 800mm, sin embargo estas especies también se adaptan a zonas con precipitaciones de 300 a 400 mm de agua.

2.6.1.3 Fotoperiodo

En época de crecimiento y floración requiere de un fotoperiodo con días largos, es decir con más de 12 horas de luz por día, cuando la duración del día no es suficiente en la época de la floración, esta se tardara o no florecerá, sin embargo algunas variedades son relativamente insensibles.

2.6.2 Suelo

Para obtener una buena cosecha de forrajes, es necesario que el suelo tenga una capa cultivable de por lo menos 20 cm de profundidad y una textura media a pesada, 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 (Tejo, 1997).

PDLA (1999), señala que las gramíneas se desarrollan en suelos variados, alcanzando mayor producción en suelos francos, francos arcillosos y aluviales porque son compactos y retienen mejor el agua.

2.7 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.

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.

Según López (1995), el mejoramiento genético mediante introducción consiste en elegir, dentro de una población de plantas, las que más se acercan más al objetivo deseado y recoger su semilla para sembrar una nueva parcela, de la cual se vuelven a tomar los individuos más deseables. Para obtener nuevamente su semilla y proseguir así, generación tras generación (Selección masal).

3.1 Localización

El presente estudio de realizo en dos localidades las mismas que se describen en el siguiente cuadro:

Cuadro 3. Localización de las zonas en estudio

Batallas	Choquenaira
Ubicada en la parte norte de la provincia Los Andes. Está confinado con el oeste por el lago Titicaca y el municipio de Puerto Pérez, al sur con el municipio de Pucarani, al norte con la provincia Larecaja, y en el noroeste por la provincia Omasuyos. Superficie 747.78 Km ² .	Ubicada en las dependencias de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, ubicada en la zona de transición entre el Altiplano Central y Norte, se encuentra a 8 Km de la ciudad de Viacha, provincia Ingavi, con una extensión de 140 ha.
Fuente: FAM 2013	Fuente: Callisaya 1994

Cuadro 4. Parámetros meteorológicos y geodésicos de las zonas de estudio

Localidades	Batallas	Choquenaira
Precipitación anual	600 mm.	619 mm.
Humedad relativa media anual	65.0 %,	57.8 %,
Temperatura mínima promedio	4 – 8 °C	3 – 4 °C
Temperatura máxima promedio	10 - 15 °C	14 – 15.6 °C
Latitud Sur	16°15' 00"	14°16'4 5"
Longitud Oeste	68°25'00"	68°34'24"
Altitud	3856 m.s.n.m	3870 m.s.n.m
	Fuente: FAM 2013	Fuente: Callisaya 1994

3.1.1 Fisiografía y ecología de las regiones de estudio

3.1.1.1 Batallas

Montes de Oca (1997), señala que la región del municipio de Batallas, situada en el altiplano es una gran planicie - derivada de sedimentos depositados en lagos pleistocénicos - situada entre las cordilleras, con alargadas serranías interaltiplánicas, que forma en su conjunto una cuenca Endorreica, donde sobresalen los lagos Titicaca y Poopó. Clasificando de forma ecológica como "Altiplano semihúmedo" a la región circundante al lago Titicaca.

El aspecto fisiográfico de la zona, está dada en un 21% por serranías y 79% de planicies; la vegetación corresponde a Bosque Húmedo Montano Subtropical, donde la vegetación primaria dominante son las plantas xerofíticas y mesofíticas; las especies más representativas que componen la comunidad vegetal son de tipo herbáceos, arbustos y anuales.

Las plantas que predominan en las praderas nativas son las gramíneas y la condición de las mismas va de regular a pobre, producto del uso irracional de los sitios, principalmente está relacionado con el sobre pastoreo de vacunos y ovinos.

3.1.1.2 Choquenaira

La región de Choquenaira se caracteriza por ser bastante frío y seco con frecuentes heladas, que comprende de junio a septiembre.

La estación seca con un incremento de temperatura leve con riesgos de heladas es de septiembre a diciembre. Y el verano presenta un incremento de humedad y temperatura bastante apreciable debido al comiendo de las precipitaciones pluviales que se inicia de diciembre a marzo. Posteriormente se presenta un clima semiseco, donde la precipitación es insignificante, que parte sirve para las primeras labores culturales como se remoción de terrenos que abarca de marzo a junio.

3.1.2 Características de las zonas de estudio

Cuadro 5. Descripción de las zonas de estudio

Localidades	Batallas	Choquenaira
Clima	Clima semi húmedo - diurno en donde las variaciones de temperatura durante el día sean más pronunciadas a medida que avanza el año.	Clima frío. Invierno seco y frecuentes heladas con una duración aproximada de seis meses.
Vegetación	Entre las especies se encontró, Kishuara (<i>Buddleia coriácea</i>), Thola (<i>Parasthrepia cuadrangulare</i>), Ajara (<i>Chenopodium sp</i>), Paja Brava (<i>Stipa ichu</i>), Mostaza (<i>Brassica campestris</i>), Reloj - Reloj (<i>Erodium cicutarium</i>), Bolsa de pastor (<i>Capsella bursa pastoris</i>), Pasto Chojlla (<i>Poa anua</i>), Malva (<i>Malva silvestres</i>), Khora (<i>Tarassa capitata</i>).	Existencia de especies nativas de tipo herbáceo que en gran número pertenecen a la familia de las poaceas. <i>Chenopodium sp</i> (quinua silvestre o ajara), <i>Erodium cicutarium</i> (reloj reloj), <i>Bromus catarticus</i> (cebadilla), <i>Solanun sp</i> (papa silvestre), <i>Taraxacum officinalis</i> (diente de león), <i>Stipa ichu</i> (paja brava), <i>Maslu astrum</i> (Kcora), <i>Distichlis umulis</i> (chiji)
Suelo	Se observa tres tipos de suelos de origen altiplánico donde es evidente la existencia de potasio. Presentan una profundidad efectiva de 25 – 30 cm.	Es un suelo de origen aluvial reciente, incluye deposiciones aluvio-coluviales con partículas finísimas producto de la meteorización. Los suelos presentan una profundidad efectiva de 25 a 32 cm considerando muy delgado de formación aluvial.

Fuente: FAM 2013

Fuente: Callisaya 1994

3.2 Materiales

3.2.1 Material vegetal

Para el desarrollo del presente estudio se utilizó el siguiente material genético introducido, el mismo que se detalla en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Material genético introducido

Especies	Variedades	Procedencia
Avena	Gaviota	SEFO – SAM
	Águila	COCHABAMBA
	Alondra	
Cebada	IBON	SEFO – SAM
	Gloria	COCHABAMBA
	IBTA 80	
Triticale	Renacer	SEFO – SAM
	Vertiente	COCHABAMBA
	Horizonte	

Fuente: Elaboración propia

3.2.1.1 Características de las variedades en estudio

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

3.2.1.1.1 Características de la Avena

✓ **Variedad Gaviota:** liberada el año 1989, con un rendimiento de 8.50 ton 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.

✓ **Variedad Águila:** liberada el año 1990, con un rendimiento de 7.00 ton 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.

✓ **Variedad Alondra:** conocida anteriormente como L-94/171, el número 94 indica el año que se introdujo al CIF y 171 el número de entrada en la colección, la procedencia es del USDA, liberada el año 2002, con un rendimiento de 7.31 ton MS/ha, 139.83 días al corte en estado lechoso y una altura de planta de 85.26 cm.

3.2.1.1.2 Cebada

✓ **Variedad IBON:** liberada el año 1988, con un rendimiento de 5.88 ton MS/ha, 142.58 días al corte en estado lechoso y una altura de planta de 88.51cm.

✓ **Variedad Gloria:** liberada el año 1988, con un rendimiento de 5.66 ton MS/ha, 142.58 días al corte en estado lechoso y una altura de planta de 62.18 cm.

✓ **Variedad IBTA 80:** liberada el año 1984, con un rendimiento de 5.25 ton MS/ha, 130.25 días al corte en estado lechoso y una altura de planta de 94.83 cm.

3.2.1.1.3 Triticale

✓ **Variedad Renacer:** liberada el año 1990, con un rendimiento de 5.93 ton MS/ha, 138.83 días al corte en estado lechoso y una altura de planta de 112.81 cm.

✓ **Variedad Vertiente:** liberada el año 1991, con un rendimiento de 3.80 ton MS/ha, 133.33 días al corte en estado lechoso y una altura de planta de 82.78 cm.

✓ **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.

3.2.3 Material de laboratorio

- ✓ Balanza de precisión (0.001g)
- ✓ Mufla
- ✓ Sobres de papel

3.2.4 Materiales y equipo de campo

- ✓ Estacas
- ✓ Picotas
- ✓ Rastrillo
- ✓ Chuntas
- ✓ Letreros
- ✓ Marbetes
- ✓ Flexo metro
- ✓ Sobres de papel
- ✓ Hoces
- ✓ Wincha métrica

3.2.5 Material de gabinete

- ✓ Material de escritorio
- ✓ Computadora

3.3 Metodología

3.3.1 Metodología de campo

3.3.1.1 Muestreo y análisis de suelo

Se estableció el área de estudio, se tomaron muestras de suelo al azar por el método del zig-zag, cuarteando hasta obtener un kilogramo de suelo (Chillón, 2013, entrevista verbal), a una profundidad de 20 cm en dos localidades, luego se envió para su análisis físico-químico al Laboratorio de Calidad Ambiental del Instituto de Ecología, perteneciente a la Facultad de Ciencias Puras y Naturales de la Universidad Mayor de San Andrés.

3.3.1.2 Preparación del sitio del experimento

El desarrollo para la preparación del sitio experimental fue el siguiente:

- Se llevó a cabo a los 15 días del mes de noviembre en la localidad de Choquenaira y a los 3 días del mes de diciembre en la localidad de Batallas, ambas en la gestión 2010.
- Comenzando con el riego en ambas localidades (Choquenaira y Batallas).
- Para posteriormente realizar el arado y rastreado empleando yuntas (tracción animal), a una profundidad de 25 cm.
- Seguidamente se realizó el nivelado con ayuda de rastrillo, en ambas localidades.
- Finalmente se demarco y cerco el área experimental con el empleo de estacas de madera y alambre tejido.

3.3.1.3 Siembra

La siembra se efectuó el 22 de diciembre en la localidad de Choquenaira, el 30 de diciembre en la localidad de Batallas, posteriormente se estableció los bloques de acuerdo al croquis, iniciando con la apertura de surcos, depositando la semilla a chorro continuo con una densidad de siembra de 90 Kg/ha para todas las variedades de estudio, espaciadas por 20 cm entre cada surco aproximadamente, cubriendo las semillas de forma manual con la ayuda de una picota.

3.3.1.4 Labores culturales

El desmalezado del cultivo se realizó de forma manual con el fin de obtener resultados satisfactorios debido a que las lluvias incidieron de forma benéfica para las malezas, se encontraron malezas propias del lugar como: diente de león (*Taraxacum officinales*), bolsa de pastor (*Capsella bursa-pastoris*), mostacilla (*Lepidium latifolium*) reloj reloj (*Erodium cicutarium*).

3.3.2 Procedimiento experimental

3.3.2.1 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue Bloques Completos al Azar en Localidades, en Arreglo jerárquico o anidado. Rodríguez del Ángel.

3.3.2.2 Modelo estadístico

A fin de evaluar el efecto de las localidades sobre las variedades forrajeras en estudio, se utilizó el siguiente modelo lineal aditivo propuesto por (Rodríguez del Ángel, 1991).

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_{(\alpha)j(i)} + \gamma_k + \alpha\gamma_{ik} + \epsilon_{k(ij)}$$

Dónde:

Y_{ijk}	=	Observación cualquiera
μ	=	Media general del ensayo
α_i	=	Efecto del i-ésima localidad
$\beta_{(\alpha)j(i)}$	=	Efecto de la j-ésimo bloque anidado en la i-ésima localidad
γ_k	=	Efecto del k-ésimo tratamiento
$\alpha\gamma_{ik}$	=	Efecto del i-ésima localidad con la k-ésimo tratamiento (interacción localidad y tratamiento)
$\epsilon_{k(ij)}$	=	Error experimental

3.3.2.3 Factores de estudio

En el presente estudio se establecieron los siguientes factores de estudio:

Factor A: Localidades

a₁ = Batallas

a₂ = Choquenaira

Factor C: Variedades

c₁ = Águila

c₂ = Gaviota

c₃ = Alondra

c₄ = IBON

c₅ = Gloria

c₆ = IBTA 80

c₇ = Renacer

c₈ = Vertiente

c₉ = Horizonte

3.3.2.4 Tratamientos

Se establecieron los tratamientos tomando en cuenta la existencia de dos localidades, combinadas con las nueve variedades, dando un total de 18 tratamientos. Todos estos simulados en tres bloques correspondientes.

3.3.2.5 Características del área experimental

A continuación se presenta las características del área experimental, utilizada para el ensayo de evaluación de forrajes.

Cuadro 7. Características del área estudio

Número de tratamientos	18
Número de repeticiones	3
Número de bloques	3
Área total del experimento	2160 m²
Área neta del experimento	720 m²
Área de pasillos	1.00 m
Área de la unidad experimental	24 m²
Número de unidades experimentales	54
Ancho de las unidades experimentales	6 m
Efecto de bordura	0.50 m
Ancho de los pasillos	1.00 m

Fuente: Elaboración propia 2013

3.4 Desarrollo del estudio

3.4.1 Análisis del Suelo

Antes de la preparación de suelo y después de la cosecha se realizó el muestreo de suelo para su respectivo análisis físico - químico del suelo.

3.4.1.1 Características físico – químico de las dos localidades en estudio

Cuadro 8. Análisis físico – químico de la localidad de Batallas y Choquenaira

Parámetro	Batallas	Choquenaira
pH	6,9	6,6
Materia orgánica (%)	3	3,1
N (%)	0,19	0,18
P (%)	9,0	9,2

Fuente: Laboratorio de Calidad Ambiental del Instituto de Ecología

3.4.2 Registro Climáticos

Aprovechando la estación termo pluviométrica de la estación y además los instrumentos instalados en los trabajos de investigación del ciclo (2010 – 2011), se tomaron datos durante todo el periodo que se evaluó el cultivo, es decir se tomaron datos de precipitación pluvial mediante el empleo de un pluviómetro y temperaturas mediante un termómetro de máximas y mínimas.

3.4.3 Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual con la ayuda de hoces y una romana de 50 kg para el pasado de la fitomasa realizando a la vez la última evaluación de campo, la cosecha se realizó en el estado fenológico de floración en ambas localidades, debido a que se presentaron las primeras heladas.

La cosecha para forraje se realizó manualmente cosechando ocho surcos centrales, dejando un efecto de bordura de 50 cm de cada accesión. Primeramente de acuerdo al estado de madurez fisiológica de cada accesión, la cosecha se realizó o casi obligada con el fin de evitar que las heladas afectaran el cultivo.

3.5 Variables de Respuesta

3.5.1 Días a la emergencia

Los días a la emergencia se evaluaron cuando se tuvo el 50% de plantas emergidas en las unidades experimentales, para cada variedad y accesión, tomando en cuenta desde el día de la siembra hasta la emergencia.

3.5.2 Altura de planta a la cosecha del forraje

Esta variable se evaluó cada semana hasta el momento de la cosecha de forraje por variedad y por bloque de acuerdo al diseño experimental empleadas en campo; para ello se escogieron diez plantas al azar, haciendo la lectura desde el cuello de la planta hasta el pie de la espiguilla terminal, las cuales se midieron durante todo el desarrollo vegetativo del cultivo.

3.5.3 Número de Macollos

Esta variable se evaluó contando los macollos que emergieron en cada planta, desde la emergencia hasta que se estabilizó el número de macollos parámetro que se evaluó en diez plantas por cada unidad experimental y por bloque.

3.5.4 Días al Macollamiento

Esta variable se evaluó cuando el 50% de las accesiones y variedades presentaron esta fase de macollamiento.

3.5.5 Días a la Floración

Esta variable se evaluó cuando el 50% de las espigas, las florecillas se abren y las anteras liberan el polen, esto realizado en todas las accesiones y variedades.

3.5.6 Días al estado de grano lechoso

Se evaluó en días a partir de la presencia de espigas (panojas), donde los granos al ser presionados con la uña revientan y sale un líquido de color blanco.

3.5.7 Rendimiento de la Materia Seca

Para determinar el rendimiento de una planta forrajera es necesario trabajar con material seco ya que el mismo constituye una fuente de variación muy importante (Villarroel, 2001).

Para evaluar este parámetro se procedió a sacar muestras de dos plantas con una altura promedio por unidad experimental cada 15 días, pesando en Kg de materia verde en una balanza analítica y posterior determinación de materia seca, de esta manera se procedió con todas las variedades en ambas localidades.

3.5.8 Relación Tallo Hoja

Para la evaluación de relación tallo - hoja se tomaron 20 tallos al azar de cada unidad experimental, cortándose desde la base de la planta, teniendo cuidado de no perder hojas. De estos tallos se separaron todas las hojas, se picaron las hojas y tallos, dejando secar hasta obtener peso constante.

3.5.9 Análisis de Costos Parciales

Para el análisis de costos parciales se tomó en cuenta la propuesta por Perrín (1976), de evaluación económica que 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.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La información climática de mayor importancia que se consideró en el presente estudio fue: precipitación, temperatura y humedad relativa, los cuales fueron analizados a partir de la siembra del cultivo.

4.1 Precipitación

Durante el periodo de investigación las precipitaciones registradas en cada mes sucedieron con diferente intensidad como se observa en el cuadro 9.

Cuadro.9 Datos promedios mensuales de precipitación (2010-2011)

PRECIPITACION (ml)		
	Choquenaira	Batallas
NOV	20	99,8
DIC	50	77,3
ENE	147.07	159,1
FEB	94.54	134,5
MAR	18.93	54,3
ABR	10.08	2,5

Fuente: Elaboración propia 20123

Además se observa el comportamiento de la precipitación pluvial entre los meses de enero y febrero, como se puede evidenciar estas son mayores las cuales favorecen al buen desarrollo del cultivo.

Para un mayor detalle se observa la variación de temperatura, en el gráfico 1.

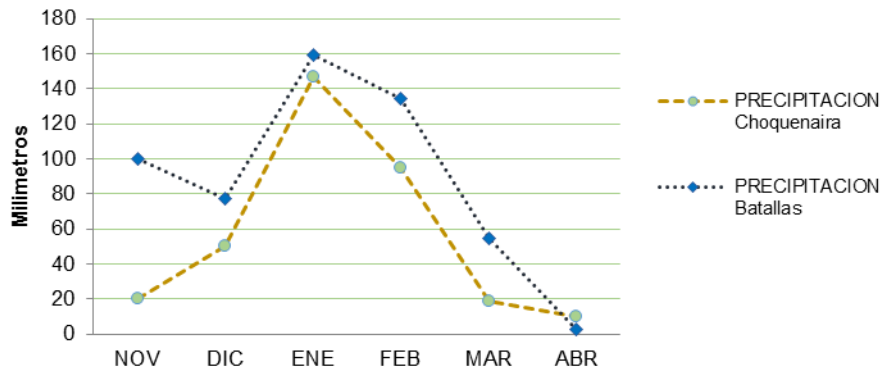


Gráfico 1. Comportamiento de la precipitación pluvial mensual de la gestión de estudio en la localidad de Choquenaira y Batallas

En la localidad de Choquenaira, se puede observar, las precipitaciones ocurridas durante el ciclo de cultivo, donde en el mes de diciembre hubo una precipitación relativamente baja en comparación al mes de enero; en este mes hubo mayor concentración de precipitación, favoreciendo al desarrollo del cultivo debido a que el cultivo se encontraba en un estado de macollamiento para su posterior floración.

En los meses de marzo y abril, se observa una menor precipitación, afectando el desarrollo del cultivo, para estos últimos meses se tuvo un déficit de humedad en el suelo esto afectó un mayor crecimiento del cultivo debido a que se encontraba en la fase de floración, en esta fase aun el cultivo no ha terminado su crecimiento, este factor sucedió en avena, debido a que el triticale y cebada continuaron su ciclo normal.

En la localidad de Batallas, las lluvias se extendieron desde la gestión 2010 en el mes de noviembre y diciembre, mes en que se realizó la siembra, posteriormente la gestión 2011 de enero a febrero presentan precipitaciones óptimas para un buen desarrollo de variedades en estudio.

En el mes de marzo se da inicio a la baja de precipitaciones, tornandose la estacion seca, descendiendo la temperatura en el mes de abril, comenzando las primeras heladas. Indicar que la ultima semana de abril, se realizo el corte del forraje en estudio, por lo cual no fue afectada por las heladas de mayo.

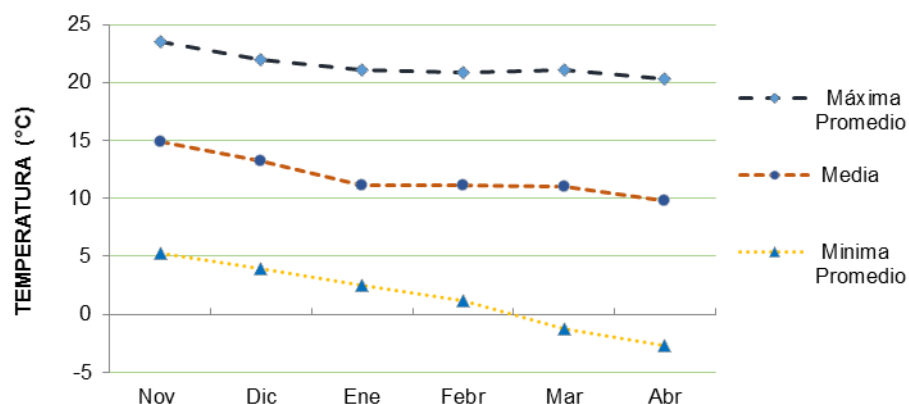
4.2 Temperatura

Durante el periodo de investigación las de mayor importancia que se consideraron fueron: temperatura máxima, mínima y la temperatura media, como se detalla en el cuadro 10.

Cuadro 10. Datos promedios mensuales de temperatura (2010 – 2011)

	Choquenaira			Batallas		
	Temperatura Máxima Promedio	Temperatura Media	Temperatura Mínima Promedio	Temperatura Máxima Promedio	Temperatura Media	Temperatura Mínima Promedio
NOV	23,53	14,93	5,32	18,4	11,7	5
DIC	22,01	13,2	3,99	16,9	11,1	5,3
ENE	21,12	11,13	2,53	16,1	10,8	5,5
FEB	20,89	11,15	1,21	16,4	11,5	6,7
MAR	21,12	11,00	-1,23	16,8	10,40	4,00
ABR	20,32	9,8	-2,65	17,4	9,3	1,2

Las bajas temperaturas y alta humedad perduran durante toda la temporada seca, incrementándose en el mes de siembra y desarrollo vegetativo de las especies forrajeras, esto en la localidad de Choquenaira, tal como se aprecia en la gráfica 2.



Gráfica 2. Comportamiento de las temperaturas mínimas, máximas y media mensual registrada en la zona de estudio de Choquenaira

En la localidad de Choquenaira, las temperaturas más altas registradas durante el periodo de estudio son los meses de noviembre y diciembre, alcanzando valores entre los 23 y 22 °C, seguido de los meses de mayo febrero y marzo.

Las temperaturas promedios registradas fueron alrededor de 14°C para el mes de noviembre, posteriormente manteniéndose en 11°C para los meses enero y febrero; temperatura maxima, bajando a 9.8° C. Para el mes de abril, esto afectando de manera implícita al cultivo en estudio debido a que el cultivo aun se encontraba en etapa de floración. Las temperaturas minimas registradas fueron de 5.32 para el mes de noviembre bajando hasta un promedio mínimo de -2.65°C para el mes de abril.

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.

La variación de temperaturas máximas, mínimas y media tuvieron un comportamiento normal en ambas zonas de estudio, a excepción de de las temperaturas mínimas las que provocaron una leve quemadura en las plántulas emergidas en la localidad de Choquenaira, no afectando este al desarrollo de las variedades de forraje en estudio.

En la gráfica 3. Se aprecia la variación de temperatura de la localidad de Batallas.

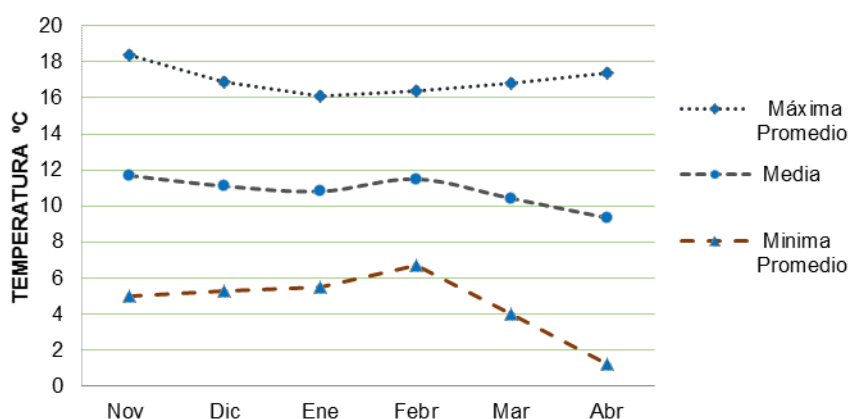


Gráfico 3. Comportamiento de las temperaturas mínimas, máximas y media mensual registrada en la zona de estudio de Batallas

En la localidad de Batallas, las temperaturas promedios registradas, se ajustaron en relación a la exigencia climática para la producción de forrajes, tales como la avena, cebada y tricale que se cultivan en zonas templadas de 15 a 31 °C, aunque también pueden soportar bajas en temperatura y humedad. Parsons, citado por Quispe (1999).

El mismo autor manifiesta, que en la época de crecimiento y floración los cereales requieren un periodo con días largos, es decir con más de 12 horas de luz por día.

Las temperaturas promedio registradas fueron alrededor de 11°C para el mes de noviembre, posteriormente manteniéndose en 10°C para los meses enero y febrero, la temperatura máxima, bajando a 9°C, para el mes de abril, esto afectando de manera implícita al cultivo en estudio debido a que el cultivo aun se encontraba en etapa de floración. Las temperaturas mínimas registradas fueron de 5°C para el mes de noviembre bajando hasta un promedio mínimo de 1.2°C para el mes de abril.

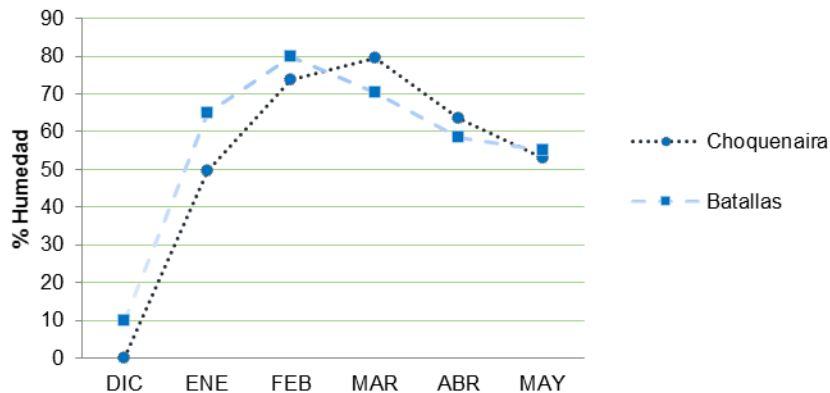
4.3 Humedad relativa

En el siguiente cuadro 11. Se detalla el comportamiento de la humedad relativa registrada en las dos localidades en estudio.

Cuadro 11. Datos promedio de la humedad relativa

HUMEDAD RELATIVA		
	Choquenaira	Batallas
DIC	0	10
ENE	49,66	65
FEB	73,85	80
MAR	79,57	70,41
ABR	63,52	58,57
MAY	52,83	55,02

Las bajas temperaturas y alta humedad perduran durante toda la temporada seca, incrementándose en el mes de siembra y desarrollo vegetativo de las especies forrajeras. Gráfica 4.



Gráfica 4. Comportamiento de la humedad relativa registrada en las zonas de estudio Choquenaira y Batallas

4.4 Suelos

4.4.1 Características del suelo de Choquenaira

Los suelos de Choquenaira, el lugar donde se realizó el estudio son de origen aluvial reciente, incluyen depósitos aluvio - coluviales, con deposiciones finas. Presentan una capa arable efectiva de 30 a 50 cm, considerado apto para la agricultura, por lo menos para el cultivo de forraje, fácil de trabajar y que responde fácilmente a la incorporación de materia orgánica.

El suelo tiene un color gris claro en seco y pardo grisáceo oscuro en cuando está húmedo, en cambio el subsuelo presenta un color gris rosáceo en seco y pardo a rojizo cuando este se encuentra húmedo.

El suelo del área experimental según el análisis químico según, norma internacional sus siglas en inglés (ISRIC), presento un pH de 6.6 al inicio del ensayo en la final presento un pH de 6.9 esto quiere decir que está dentro de lo permisible ,en conductividad eléctrica a principio presento 230 $\mu\text{s}/\text{cm}$ y al final del ensayo presento 129 $\mu\text{s}/\text{cm}$, nitrógeno total a principio fue de 0.18 % al final 0.17%, el fosforo disponible a principio fue de 92 P/mg*kg-1 y al final fue de 69 P/mg*kg-1, en materia orgánica a

principio del ensayo fue de 3.1% al final 3.1%, el potasio intercambiable a principio 1.4 cmolc/kg al final del ensayo fue de 1.5 cmolc/kg.

De acuerdo al análisis físico la textura Franco el porcentaje de arena presente a principio del ensayo fue de 44% al final del ensayo fue de 47%, el porcentaje de limo a principio fue de 31% al final fue de 27%, y el arcilla a principio fue de 25% y al final del ensayo fue 26 % denominándose un suelo de textura franco en ambos casos. Anexo 3.

4.4.2 Características del suelo de Batallas

Los suelos de Batallas, presentan una capa arable efectiva de 20 a 50 cm, apto para la agricultura, por lo menos para el cultivo de forrajes y otros. Son fáciles de trabajar.

El suelo tiene un color gris semi oscuro en seco y pardo oscuro cuando está húmedo, en cambio el subsuelo presenta un color gris en seco y pardo a rojizo cuando este se encuentra húmedo.

El suelo al inicio del ensayo presento un pH de 6.9 al inicio del ensayo. Al final el ensayo presentó un pH de 7.0 esto quiere decir que está dentro de lo permisible. Respecto a la conductividad eléctrica, en principio presentó 220 $\mu\text{s}/\text{cm}$ y al final del ensayo presentó 216 $\mu\text{s}/\text{cm}$, nitrógeno total a principio fue de 0.19 % al final 0.18%, el fósforo disponible a principio fue de 9,0 P/mg*kg⁻¹ y al final fue de 8,3 P/mg*kg⁻¹, en materia orgánica a principio del ensayo fue de 3.0% al final 2.5%, el potasio intercambiable a principio 0.2 cmolc/kg al final del ensayo fue de 0.18 cmolc/kg.

De acuerdo al análisis físico la textura es Franco limoso, el porcentaje de arena presente a principio del ensayo fue de 18% al final del ensayo fue de 17%, el porcentaje de limo a principio fue de 56% al final fue de 49%, y el arcilla a principio fue de 26% y al final del ensayo fue 34 % denominándose un suelo de textura Franco arcillo limoso al final del ensayo.

Se puede apreciar dos tipos de suelo de origen altiplánico donde es evidente la baja existencia de potasio, de aspecto húmedo, con un pH ligeramente ácido al igual que la localidad de Choquenaira. Anexo 4.

Callisaya (1994), menciona que la textura del suelo es arcillo limoso y franco arcillo limoso, de estructura bloque sub angular, moderadamente fuerte a media, friable en húmedo y ligeramente duro en seco, el subsuelo presenta consistencia ligeramente adherente en mojado, muy friable en húmedo y ligeramente duro en seco.

4.5 Descripción del comportamiento fenológico

4.5.1 Días a la emergencia

El análisis de varianza detectó diferencias significativas ($P > 0,05$) para las fuentes de variación de bloques en localidades y variedades, al contrario para la interacción de localidad por variedad se muestra que los valores de cada variedad tienen un comportamiento similar en cualquier localidad, que se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 12. Análisis de Varianza para días a la emergencia

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	F _c	F _t	Sig.
Localidad	1	8,17	8,17	0,69	0.41	*
Bloque (Localidad)	4	18,89	4,72	0,40	0.81	ns
Variedad	8	58,00	7,25	0,61	0.76	ns
Localidad * Variedad	8	172,00	21,50	1,81	0.11	*
Error	32	379,78	11,86			
Total	53					

*= Significativo ($p < 0.05$) y ns= no significativo

CV=12.78%

El coeficiente de variación de la variable días a la emergencia de 12.78%, indica que los datos obtenidos y la metodología aplicada en la recolección de los mismos fueron de plena certidumbre, 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.

La significación de localidad por variedad, indica la diferencia existente en las dos localidades y en las variedades de cada especie.

4.5.1.1 Días a la emergencia en dos localidades

Para la comparación de medias para la variable días a la emergencia se realizó mediante la prueba de Duncan ($\alpha=0,05$), que se muestra en el cuadro 13.

Cuadro 13. Prueba de duncan para comparar los días a la emergencia de las plántulas forrajeras en dos localidades

Localidades	Número de plantas	Días a la emergencia	Duncan ($\alpha=0,05$)
Choquenaira	10	28,00	a
Batallas	10	26,20	b

De acuerdo a la clasificación de Duncan, las localidades de Choquenaira y Batallas presentan diferencias estadísticamente diferentes, en cuanto a los días a la emergencia.

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.

Por otro lado, la fuerte evaporación afecta a los recursos de aguas superficiales esta aseveración ratifica la conclusión de que la emergencia depende de la humedad y la clase textural del suelo.

En la localidad de Choquenaira, el mes de enero se presentó un incremento en la precipitación lo que provoco pudrición de algunas semillas de avena, debido a la excesiva humedad.

4.5.1.2 Días a la emergencia de variedades

La prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) de probabilidad, para la variable días a la emergencia de variedades se muestra en el cuadro 14.

Cuadro 14. Prueba de Duncan para comparar los días a la emergencia de las diferentes especies y variedades forrajeras.

Especies / Variedades	Número de plantas	Días a la emergencia	Duncan ($\alpha=0,05$)
Triticale Var. HORIZONTE	10	32,3	a
Triticale Var. VERTIENTE	10	27,3	b
Triticale Var. RENACER	10	27,0	b
Cebada Var. IBTA 80	10	27,0	b
Cebada Var. GLORIA	10	26,2	b
Cebada Var. IBON	10	26,2	b
Avena Var. ALONDRA	10	25,3	b
Avena Var. AGUILA	10	24,7	b
Avena Var. GAVIOTA	10	24,3	b

De acuerdo a la prueba de Duncan, las variedades que tardaron más en emerger fueron; la variedad Horizonte (32.3 días), Vertiente (27.3 días) y Renacer (27.0 días) correspondientes al triticale, en cebada la más precoz fue la variedad IBTA 80 con 27 días, seguida de Gloria e IBON, ambas con 26.2 días.

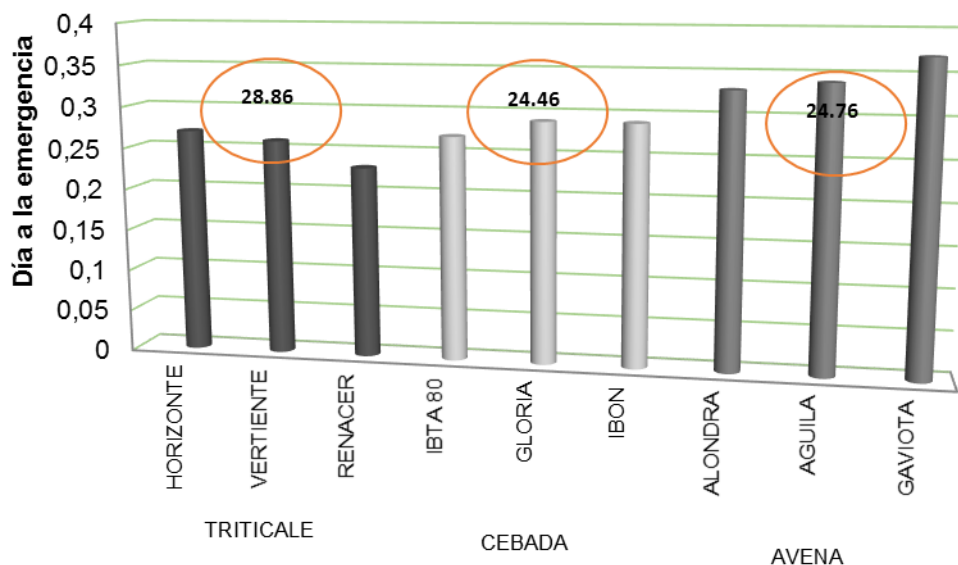


Gráfico 5. Días a la emergencia de las diferentes especies y variedades forrajeras

En relación a especies, la más precoz fue la avena con sus variedades Alondra (25.3 días), Águila (24.7 días) y Gaviota con 24.3 días.

Esta información coincide con lo mencionado por Chambi (2005), donde reporta mayor días de emergencia en Triticale en la variedad Eronga (29.5 días) y Renacer (22.8 días).

Cortez (2003), también reporta 20.5 días a la emergencia en la variedad Gaviota de avena en la localidad de Choquenaira y un promedio de 19 días en la localidad de Belén.

La comparación para las variedades más tardías en emergencia indica que, se encontraron diferencias significativas entre las variedades de Horizonte (32.3 días) y Renacer (27 días), siendo esta última más precoz en relación al triticale. En cebada se tiene a la variedad IBTA 80, con (27 días) y Gloria e Ivon con (26.2 días), las mismas que no presentan diferencias significativas. En lo que concierne a las variedades de avena no presentaron diferencias significativas en la variable días a la emergencia.

4.5.1.3 Días a la emergencia para la interacción localidad entre variedad

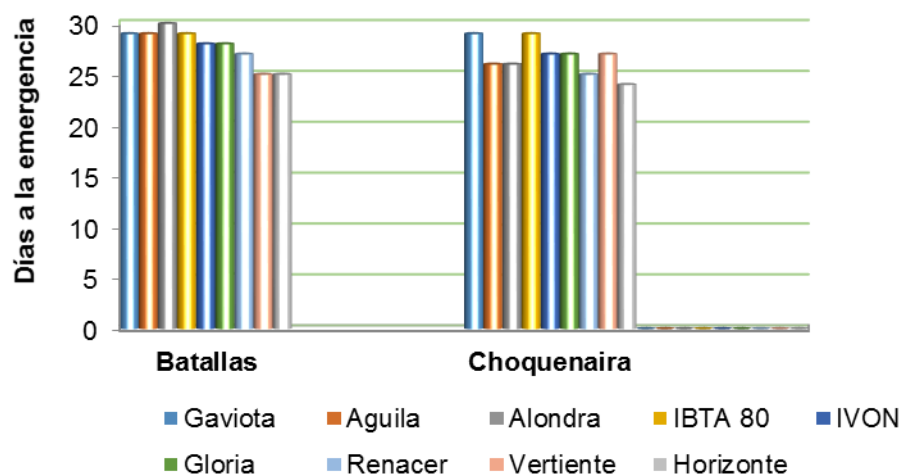
El cuadro 15, muestra el análisis de efectos simples para la interacción localidad por variedad de la variable días a la emergencia.

Cuadro15. Análisis de Varianza de efectos simples para la interacción localidad por variedad de los días a la emergencia

Fuente Variación	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)	Sig.
Var. (Loc1)	8	18	2,25	0,2	2,51	ns
Var. (Loc2)	8	7	1	0,1	2,51	ns
Error	18	220	12			

*= Significativo ($p < 0.05$) y ns= no significativo

Se puede apreciar que en la localidad de Batallas y Choquenaira, no se presentan diferencias significativas para la variable días a la emergencia. Para una mejor percepción más objetiva de la interacción localidad por variedad, los resultados se muestran en el gráfico 6.



Gráfica 6. Días a la emergencia para la interacción localidad por variedad

Se puede observar que no existen diferencias entre localidades y dentro de esta entre especies, llegando a concluir que los promedios en relación a días a la emergencia son iguales.

Cuadro 16. Comparación de medias para los días a la emergencia de variedades en la interacción Localidad por Variedad

Especie / Variedad	Batallas	Choquenaira
Avena Var. ALONDRA	30	29
Avena Var. GAVIOTA	29	26
Avena Var. AGUILA	29	26
Cebada Var. IBTA 80	29	29
Cebada Var. IVON	28	27
Cebada Var. GLORIA	28	27
Triticale Var. RENACER	27	25
Triticale Var. VERTIENTE	25	27
Triticale Var. HORIZONTE	25	24

El cuadro 16, detalla que en la localidad de Batallas, las variedades más precoces fueron: Alondra (30 días), Gaviota y Águila con 29 días en avena. El triticale fue la especie más tardía en sus tres variedades.

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

4.5.2 Días al macollamiento

El análisis de varianza detectó diferencias significativas ($Pr > 0,05$) para las fuentes de variación de bloque dentro de localidades, variedades y localidad por

variedad, al contrario la no significancia en localidad muestra que los valores obtenidos presentaron un comportamiento similar en las dos localidades.

Cuadro 17. Análisis de Varianza para días al macollamiento

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	F_c	F_t	Sig.
Localidad	1	0.46	0.46	0.10	0.63	ns
Bloque (Localidad)	4	16.30	4.07	0.93	0.10	*
Variedad	8	199.26	24.91	5.70	<.0001	*
Localidad * Variedad	8	15.70	1.96	0.43	0.44	Ns
Error	32	140.01	4.38			
Total	53					

*= Significativo ($p < 0.05$) y **ns=** no significativo

CV=2.29%

El coeficiente de variación de la variable días al macollamiento de 2.29% fue ínfimo y se encuentra por debajo del rango admisible para evaluar experimentos de campo, expuesto por Calzada (1982). Este valor nos indica que los datos obtenidos y la metodología empleada en la recolección de los mismos fueron confiables. La significación de bloques dentro de localidades indica que el diseño de bloques completos al azar permitió controlar el efecto de la pendiente del terreno en el experimento.

4.5.2.1 Días al macollamiento en dos localidades

Para la comparación de medias para la variable días al macollamiento, se realizó mediante la prueba de Duncan ($\alpha=0,05$), que se muestra en el cuadro 18.

Cuadro 18. Prueba de duncan para comparar los días al macollamiento de las plántulas forrajeras en dos localidades

Localidades	Número de plantas	Días a la emergencia	Duncan ($\alpha=0,05$)
Choquenaira	10	61.111	A
Batallas	10	55.852	B

De acuerdo a la clasificación de Duncan, las localidades de Choquenaira y Batallas presentaron diferencias significativas, en cuanto a los días al macollamiento. Este resultado muestra que la emergencia de las variedades fue distinta en todos los bloques.

Al respecto Copa (1996), menciona que no se presentaron diferencias significativas entre la interacción de variedades y localidades en tres localidades, lo cual muestra que los datos analizados en dicha trabajo son aceptables de acuerdo a los días de macollamiento.

Por otro lado PDLA (1999), menciona que lo factores o condiciones que afectan al número de macollos son; las condiciones ambientales, temperatura, luz, fotoperiodo, agua y nutrientes, argumentando Bazán 2009, menciona que no se encontraron diferencia significativas en los días al macollamiento entre tratamiento entre diferentes variedades de forrajes.

4.5.2.2 Días al macollamiento de variedades

La prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) de probabilidad, para la variable días al macollamiento de variedades se muestra en el cuadro 19.

Cuadro 19. Prueba de Duncan para comparar los días al macollamiento de las diferentes especies y variedades forrajeras

Especies / Variedades	Número de plantas	Días al macollamiento	Duncan ($\alpha=0,05$)
Cebada Var. IBON	10	61.6	A
Avena Var. ALONDRA	10	60.0	B
Triticale Var. RENACER	10	59.5	B
Triticale Var. VERTIENTE	10	59.1	B
Triticale Var. HORIZONTE	10	59.0	B
Cebada Var. GLORIA	10	58.5	B
Cebada Var. IBTA 80	10	56.6	C
Avena Var. GAVIOTA	10	55.8	C
Avena Var. AGUILA	10	55.7	C

Según la prueba Duncan al nivel de ($\alpha=0,05$). Las variedades de IBON (61días) en cebada y Alondra (60 días) en avena, fueron las más tardías en llegar al macollar en relación a las tres variedades de la especie de triticale, como Renacer (59.5 días) Vertiente (59.12 días) y Horizonte (59 días). En cebada Gloria con 58.5 días e IBTA 80 con 56.6 días, la especie más precoz es la avena con sus variedades Gaviota (55.8 días) y Águila con 55.7 días al macollamiento.

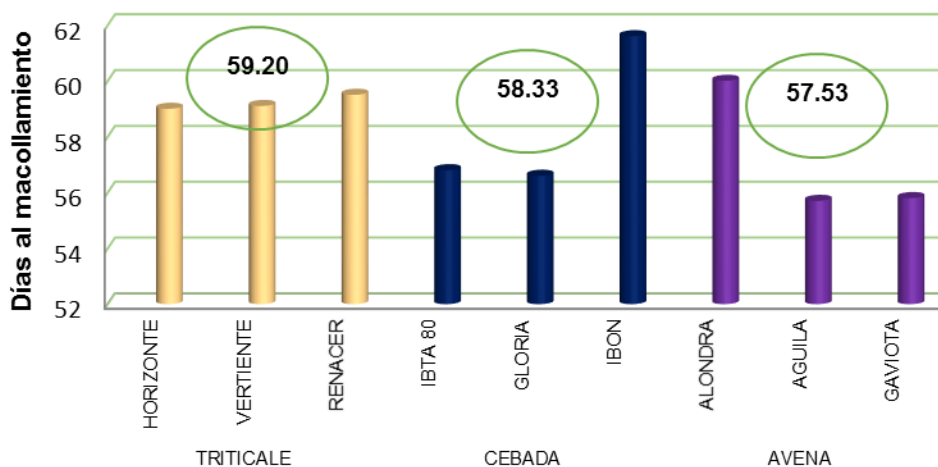


Gráfico 7. Días al macollamiento de las diferentes especies y variedades forrajeras

Se puede observar en el gráfico 7, claramente la diferencia entre especies, encontrando al triticale con 59.2 días al macollamiento, seguida de la cebada con 58.33 y por último la especie más precoz en relación a esta variable, la avena.

4.5.2.3 Días al macollamiento para la interacción localidad entre variedad

El cuadro 20, muestra el análisis de efectos simples para la interacción localidad por variedad de la variable días a la emergencia.

Cuadro 20. Análisis de Varianza de efectos simples para la interacción localidad por variedad de los días al macollamiento

Fuente Variación	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)	Sig.
Var. (Loc1)	8	18	2,25	0,2	2,51	Ns
Var. (Loc2)	8	7	1	0,1	2,51	ns
Error	18	220	12			

*= Significativo ($p < 0.05$) y **ns**= no significativo

Se puede apreciar la no significancia en relación a la variable días al macollamiento, en las dos localidades en estudio. Esto nos indica que el comportamiento fue similar, tanto en la localidad de Choquenaira y Batallas.



Gráfica 8. Días al macollamiento para la interacción localidad por variedad

Se puede observar que no existen diferencias entre localidades y dentro de esta entre especies, llegando a concluir que los promedios en relación a días a los días al macollamiento son iguales en las dos localidades y en cada variedad.

Cuadro 21. Comparación de medias para los días al macollamiento de variedades en la interacción Localidad por Variedad

Especie / Variedad	Batallas	Choquenaira
Cebada Var. IBON	62	60
Avena Var. AGUILA	61	61
Avena Var. ALONDRA	61	61
Triticale Var. RENACER	61	62
Triticale Var. VERTIENTE	60	61
Triticale Var. HORIZONTE	60	61
Cebada Var. IBTA 80	60	62
Cebada Var. GLORIA	60	62
Avena Var. GAVIOTA	60	61

Se puede evidenciar que no existieron diferencias entre variedades en los días al macollamiento, debido probablemente al aspecto genético.

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.

4.5.3 Días a la floración

El análisis de varianza detectó diferencias significativas ($P > 0,05$) para las fuentes de variación de localidades, variedades y no se encontraron diferencias significativas para el resto de las fuentes de variación.

Cuadro 22. Análisis de Varianza para días a la floración

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	F_c	F_t	Sig.
Localidad	1	1604.86	1604.86	32.43	<.0001	*
Bloque (Localidad)	4	115.82	28.95	0.59	0.67	ns
Variedad	8	676.63	84.58	1.71	0.14	*
Localidad * Variedad	8	605.00	75.62	0.63	0.79	ns
Error	32	1385.68	49.49			
Total	53					

*= Significativo ($p < 0.05$) y ns= no significativo

CV=6.95%

El coeficiente de variación de la variable días a la floración de 6.95%, indica que los datos obtenidos y la metodología aplicada en la recolección de los mismos fueron seguros. La significación de variedades demuestra la diferencia de las distintas variedades en relación a los días a la floración.

4.5.3.1 Días a la floración en dos localidades

La comparación de medias para el factor localidad, se realizó mediante la prueba de medias Duncan ($\alpha=0,05$) de probabilidad estadística. Cuadro 23.

Cuadro 23. Prueba de Duncan para comparar los días a la floración de las variedades en dos localidades

Localidades	Número de plantas	Días a la floración	Duncan ($\alpha=0,05$)
Batallas	10	107	a
Choquenaira	10	95	b

De acuerdo a la clasificación de Duncan, la localidad de Batallas es estadísticamente significativa ($Pr>0,05$) y diferente en relación a la localidad de Choquenaira.

Como se puede apreciar en el cuadro 15, la localidad de Batallas presento mayor precocidad, debido a las precipitaciones ocurridas en la zona, lo cual ayudo en el desarrollo óptimo del cultivo. Es decir la diferencia de 12 días en relación a la otra localidad, puede deberse a la influencia de riego.

4.5.3.2 Días a la floración de variedades

La prueba de Duncan al ($Pr>0,05$) de probabilidad, para la variable días a la floración de variedades, se muestra en el cuadro 24.

Cuadro 24. Prueba de Duncan para comparar los días a la floración de las diferentes especies y variedades forrajeras

Espece / Variedad	Número de plantas	Días a la floración	Duncan ($\alpha=0,05$)
Triticale Var. VERTIENTE	10	107	a
Avena Var. AGUILA	10	105	a b
Avena Var. ALONDRA	10	104	a b
Cebada Var. GLORIA	10	102	a b c
Cebada Var. IBTA 80	10	102	a b c
Avena Var. GAVIOTA	10	100	a b c
Triticale Var. RENACER	10	99	b c
Cebada Var. IVON	10	96	b c
Triticale Var. HORIZONTE	10	94	c

De acuerdo a la clasificación de Duncan ($\alpha=0,05$), la variedad Vertiente (107 días) en triticale y la variedad de Águila (105 días) y Alondra (104 días) en avena, fueron tardíos en relación a las variedades Gloria (102 días), IBTA 80 (102 días) en cebada y la variedad Gaviota (100 días) en avena. Las variedades de Renacer (99

días), Horizonte en triticale y la variedad IVON en cebada, presentaron mayor precocidad, en relación a las otras variedades.

se observa, que la variedad Horizonte, nuevamente tuvo un comportamiento precoz, esta vez en relación a los días de floración, donde presento (94 días), contrariamente la variedad Vertiente de la misma especie presenta (107 días), siendo esta la última en florecer.

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.

Al respecto Quispe (1999) en un trabajo realizado en Choquenaira, reporta que la variedad Gaviota florece a los 108 días, esta diferencia con respecto a las otras variedades en estudio se debe principalmente a la escasa precipitación durante el periodo de cultivo del mencionado trabajo

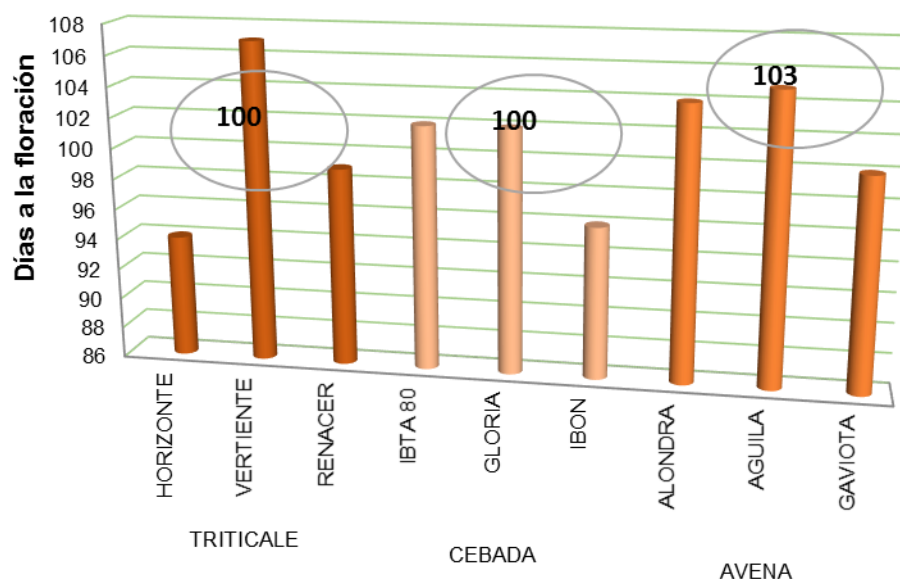


Gráfico 9. Días a la floración de especies y variedades forrajeras

En el siguiente gráfico 9, se observa que no existen diferencias significativas entre las especies de Triticale y Cebada, ambas tienen un comportamiento similar en relación a días a la floración, en consecuencia la única especie que se muestra diferente fue la avena.

4.5.4 Días a grano lechoso (Cosecha)

El análisis de varianza detectó diferencias significativas ($P > 0,05$) para las fuentes de variación de localidades, no se encontraron diferencias significativas para el resto de las fuentes de variación.

Cuadro 25. Análisis de Varianza para días a grano lechoso (Cosecha)

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	F_c	F_t	Sig.
Localidad	1	9.8	9.8	0.18	0.67	ns
Bloque (Localidad)	4	256.15	62.53	1.17	0.34	*
Variedad	8	670.67	83.83	1.56	0.17	*
Localidad * Variedad	8	957.70	119.71	2.23	0.05	*
Error	32					
Total	53					

*= Significativo ($p < 0.05$) y **ns**= no significativo

CV=5.76%

El coeficiente de variación de la variable días a grano lechoso fue de 5.76%, indica que los datos obtenidos y la metodología aplicada en la recolección de los mismos fueron óptimos. La significación de localidades se debe probablemente al factor edáfico.

4.5.4.1 Días a grano lechoso en dos localidades

La comparación de medias para el factor localidad, se realizó mediante la prueba

de Duncan ($\alpha=0,05$), expuesta en el cuadro 26.

Cuadro 26. Prueba de Duncan para comparar los días a grano lechoso de las variedades en dos localidades

Localidades	Número de plantas	Días a grano lechoso	Duncan ($\alpha=0,05$)
Choquenaira	10	127	a
Batallas	10	124	B

De acuerdo a la clasificación de Duncan, los días a grano lechoso (cosecha) de las variedades en estudio fueron menores en la localidad de Batallas con un promedio de (124.519 días), mostrando diferencias significativas respecto a la localidad de Choquenaira que llegó a 127.370 días.

Las diferencias entre localidades son probablemente a las condiciones edáficas en cuanto a la textura de suelo y la humedad presente, ya que en la localidad de Batallas presenta una textura suelta, además por la presencia del lago Titicaca, que presenta un aspecto de humedad constante. Al respecto Barrientos (2001), asevera que la fenología de la planta es una expresión definitiva del clima y la interacción medioambiental de los elementos biológicos.

Según Chambi (2005), afirma que la variedad Gloria de cebada con 127 días fue la más precoz. En triticale la variedad Eronga con 133 días.

4.5.4.2 Días a grano lechoso de variedades

La prueba de Duncan ($\alpha=0,05$), para la variable días a grano lechoso de las variedades en estudio, se muestra en el Cuadro 27.

Cuadro 27. Prueba de Duncan para comparar los días a grano lechoso de las diferentes especies y variedades forrajeras

Variedad	Número de plantas	Días a grano lechoso	Duncan ($\alpha=0,05$)
Avena Var. AGUILA	10	132	a
Avena Var. GAVIOTA	10	131	a b
Avena Var. ALONDRA	10	129	a b
Cebada Var. GLORIA	10	129	a b
Cebada Var. IBTA 80	10	127	a b
Cebada Var. IVON	10	125	a b
Triticale Var. RENACER	10	124	a b
Triticale Var. VERTIENTE	10	124	a b
Triticale Var. HORIZONTE	10	121	b

En el siguiente cuadro, se puede observar que triticale fue el más precoz con un promedio de 123 días, seguido por la cebada con 127 días y finalmente la avena con 131 días.

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.

Villegas (2004), evaluando el comportamiento de la cebada en tres localidades del altiplano norte, informa que los días a la madurez fisiológica en Chaguaya, Escoma y Ancoraimes llegaron a 147, 140 y 151 días respectivamente.

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

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

4.5.4.3 Días a grano lechoso para la interacción localidad entre variedad

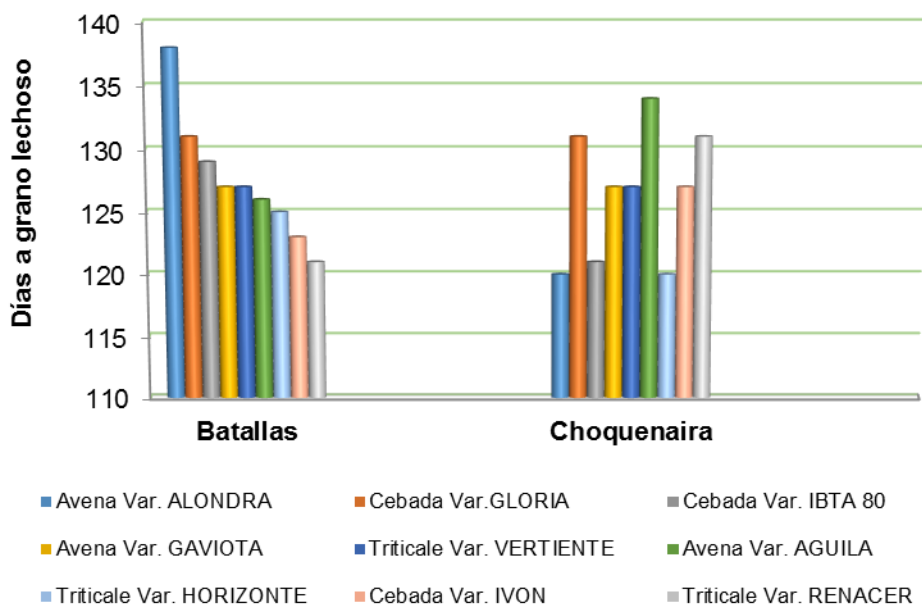
El cuadro 28, muestra el análisis de efectos simples para la interacción localidad por variedad de la variable días a grano lechoso.

Cuadro 28. Análisis de Varianza de efectos simples para la interacción localidad por variedad de los días a grano lechoso

Fuente Variación	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)	Sig.
Var. (Loc1)	8	65	2,25	0,7	2,51	ns
Var. (Loc2)	8	71	1	2,31	2,51	ns
Error	18	1714.51	53.58			

*= Significativo ($p < 0.05$) y **ns**= no significativo

Se puede apreciar la no significancia en relación a la variable días a grano lechoso, en las dos localidades en estudio. Esto nos indica que el comportamiento fue similar, tanto en la localidad de Choquenaira y Batallas.



Gráfica 10. Días a grano lechoso para la interacción localidad por variedad

Se puede observar que no existen diferencias entre localidades y dentro de esta entre especies, llegando a concluir que los promedios en relación a días a la emergencia son iguales.

Cuadro 29. Comparación de medias para los días a grano lechoso de variedades en la interacción Localidad por Variedad

Especie / Variedad	Batallas	Choquenaira
Avena Var. ALONDRA	138	120
Cebada Var. GLORIA	131	131
Cebada Var. IBTA 80	129	121
Avena Var. GAVIOTA	127	127
Triticale Var. VERTIENTE	127	127
Avena Var. AGUILA	126	134
Triticale Var. HORIZONTE	125	120
Cebada Var. IVON	123	127
Triticale Var. RENACER	121	131

En la localidad de Choquenaira, se observa que la variedad más precoz es Horizonte con 120 días en triticale, en relación a las otras dos especies, Vertiente con 127 días y Renacer con 131 días respectivamente. En esta localidad la variedad más tardía fue Aguila en avena con 134 días y Gaviota con 127 días. En cebada tenemos a IBON (127 días), IBTA 80 (121 días) y Gloria con 131 días.

La comparación para las variedades en la localidad de Batallas, indica que la variedad Renacer (121 días), fue más precoz y estadísticamente diferente ($\alpha=0,05$) a las variedades Vertiente y Renacer con 127 y 125 días en lo que concierne al triticale. En la cebada la variedad más precoz fue IVON (123 días), seguida de IBTA 80 (129 días) y Gloria (131 días). Finalmente en avena la variedad Alondra (138 días), Gaviota (127 días) y Águila (126 días), no presentaron diferencias significativas.

Además Chambi (2005), señala que la evaluación de precocidad es de mucha importancia en programas de investigación y producción de líneas y variedades forrajeras, especialmente para escapar a ciertos factores climatológicos adversos como las heladas y la sequía.

4.6 Descripción del comportamiento agronómico

4.6.1 Altura de planta

El análisis de varianza detectó diferencias significativas ($P > 0,05$) para las fuentes de variación de localidades, interacción localidad por variedad, no se encontraron diferencias significativas para el resto de las fuentes de variación.

Cuadro 30. Análisis de Varianza para días a grano lechoso (Cosecha)

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	F _c	F _t	Sig.
Localidad	1	1849.18	1849.18	9.34	0.0045	*
Bloque (Localidad)	4	5488.07	1372.02	6.93	0.0004	*
Variedad	8	9664.81	1208.10	6.10	<.0001	*
Localidad * Variedad	8	881.48	110.18	0.86	0.8050	ns
Error	32					
Total	53					

*= Significativo ($p < 0.05$) y **ns**= no significativo

CV=15.22%

El coeficiente de variación de la variable altura de planta fue de 15.22%, 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.

Además, el análisis de varianza exhibe que existen diferencias significativas entre bloques dentro de localidades lo que significa que existieron diferencias en el factor suelo, al mismo tiempo se puede observar la significancia entre variedades de las diferentes especies.

4.6.1.1 Altura de planta en dos localidades

De acuerdo a la clasificación de Duncan ($\alpha=0,05$) de probabilidad las dos localidades presentaron diferencias significativas para la altura de planta, como se puede apreciar en el Cuadro 31.

Cuadro 31. Prueba de Duncan para comparar la altura de planta en dos localidades

Localidades	Número de plantas	Altura de plantas en cm.	Duncan ($\alpha=0,05$)
Batallas	10	98.33	a
Choquenaira	10	86.63	b

De acuerdo a la clasificación de Duncan, muestra que la mayor altura de planta se presentó en la localidad de Batallas con un promedio de 98.33 cm., siendo significativamente diferente al resultado obtenido en Choquenaira con 86.63 cm.

Chambi (2005), menciona que el factor edáfico de diferentes localidades tiene efecto en la altura de planta. Es decir que la fertilidad de suelo en Batallas fue superior a la de Choquenaira, a esto también se atribuye el buen manejo del cultivo.

4.6.1.2 Altura de planta de variedades

De acuerdo a la prueba de Duncan ($\alpha=0,05$), con relación a la altura de planta de variedades, se detalla en el Cuadro 32.

Cuadro 32. Prueba de Duncan para comparar la altura de planta de las diferentes variedades

Variedad	Número de plantas	Altura de planta	Duncan ($\alpha=0,05$)
Triticale Var. HORIZONTE	10	114.00	a
Triticale Var. VERTIENTE	10	108.17	a b
Triticale Var. RENACER	10	107.33	a b
Cebada Var. GLORIA	10	92.33	b c
Cebada Var. IBTA 80	10	91.50	b c
Cebada Var. IVON	10	83.33	c
Avena Var. AGUILA	10	81.50	c
Avena Var. GAVIOTA	10	78.00	c
Avena Var. ALONDRA	10	76.17	c

La comparación de medias para la altura de planta entre variedades, señala que presentaron diferencias significativas, entre las que alcanzaron mayor altura fueron las variedad Horizonte (114.00 cm), Vertiente (108.17 cm) y Renacer (107.33 cm), en triticales, seguido por las variedades de cebada Gloria (92.33 cm), IBTA 80 (91.50 cm) y IVON (83.33cm) y finalmente las variedades de avena Águila (81.50 cm), Gaviota (78.00 cm.) y Alondra (76.17 cm).

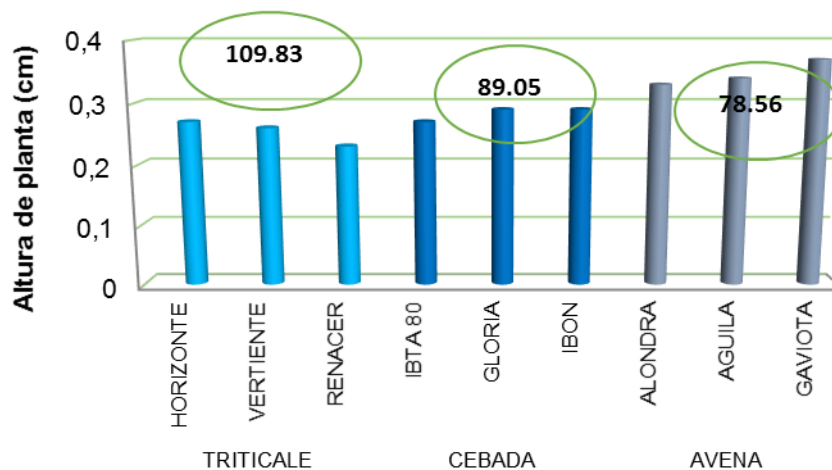


Gráfico 11. Altura de planta de especies y variedades forrajeras

Los resultados obtenidos en el presente trabajo se relacionan con los obtenidos por Villarroel (2001), en un estudio comparativo de especies forrajeras realizadas en la localidad de Belén, señala que el triticale presentó la mayor altura 127.63 cm, seguido de la cebada con 121.67 cm., y por último la avena con 109.87 cm. Los mismos fueron superiores e iguales a los obtenidos al presente estudio. Situación que podría atribuirse a las precipitaciones variables en la zona y el material genético empleado.

4.6.1.3 Altura de planta para la interacción localidad entre variedad

El cuadro 33, muestra el análisis de efectos simples para la interacción localidad por variedad de la variable altura de planta.

Cuadro 33. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción localidad por variedad

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)	Sig.
V(Loc1)	8	8412	1051,5	5,3	2,51	*
V(Loc2)	8	2315	289	3,5	2,51	*

* = Significativo (Pr<0.05) ns = No Significativo

Se puede apreciar en el cuadro 21, la existencia de diferencias significativas entre variedades dentro de localidades y entre las localidades. Para una mejor percepción de los resultados se muestra en la gráfico 8.

Se observa que en la localidad de Batallas se tuvieron los mayores promedios de altura de plantas, debido probablemente a las mejores condiciones edafoclimáticas que se presentó, donde la variedad Alondra de avena, seguida de Renacer y Vertiente en triticale, alcanzaron las mayores alturas. En la localidad de Choquenaira las variedades que alcanzaron mayor altura fueron Horizonte, Vertiente, Renacer en triticale y Gloria e IVON en cebada.

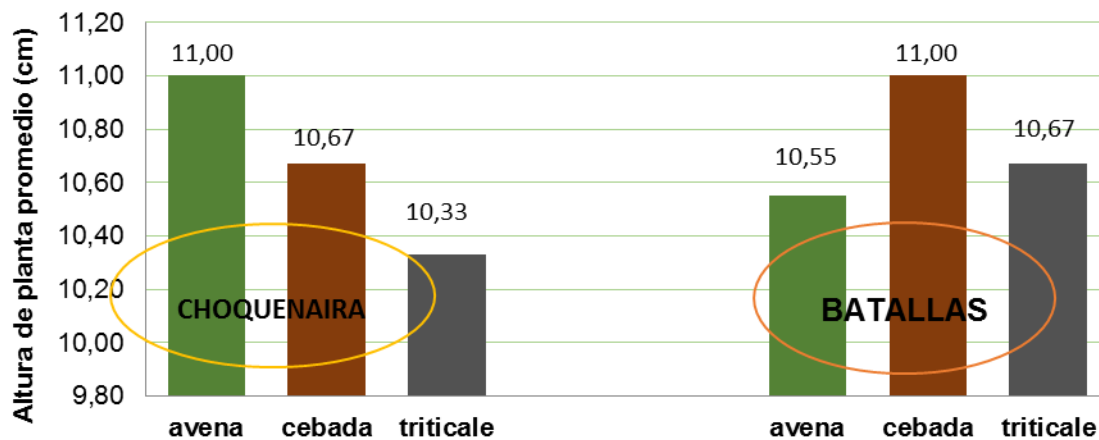


Gráfico 12. Promedio de altura de planta de especies

Se puede evidenciar claramente la diferencia entre localidades y dentro de esta entre especies, llegando a concluir que los mejores promedios se lograron en la localidad de Batallas, donde las especies de triticale alcanzaron mayor altura con 116 cm, seguida por la cebada con 98 cm, la avena alcanzó un promedio de 81 cm. Al contrario ocurrió en la localidad de Choquenaira, cuyos promedios fueron en avena 108 cm, cebada 81 cm y en triticale con 104 cm.

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.

La prueba de Duncan ($\alpha=0,05$), se muestra en el cuadro 35, el mismo expone los promedios y las diferencias estadísticas en el comportamiento de las diferentes variedades dentro de la distintas localidades.

Cuadro 34. Comparación de medias para altura de planta de las variedades en la interacción Localidad por Variedad

Variedad	Batallas	Choquenaira
Avena Var. ALONDRA	176.99	83.65
Triticale Var. VERTIENTE	105.74	109.95
Triticale Var. RENACER	104.23	111.12
Triticale Var. HORIZONTE	101.42	127.20
Cebada Var. IBTA 80	85.00	98.00
Cebada Var. GLORIA	79.85	104.89
Avena Var. AGUILA	77.60	77.97
Cebada Var. IVON	77.25	90.18
Avena Var. GAVIOTA	71.00	82.00

En el cuadro 34, muestra que la variedad Alondra (176.99 cm), fue estadísticamente diferente y superior a otras variedades de su especie y también a la de las otras especies, presentando la avena un promedio general de 111.48 cm, en el caso de las variedades del triticale, se encuentran dentro la media de 103.80 cm, seguido por la variedad de cebada con un promedio de 80.82 cm.

Chambi 2005, argumenta que la avena es una especie que se adapta mejor a zonas con abundante precipitación y riego; entonces podemos decir que la localidad de Batallas fue favorable para esta especie.

Se puede observar en la localidad de Choquenaira, que la variedad Horizonte (127.20 cm) fue diferente y superior a las demás variedades, seguida por las variedades de Renacer (111.12 cm), Vertiente (109.95 cm), y Gloria (104.89 cm), IBTA 80 (98.00 cm), y finalmente las variedades con menor altura fueron las variedades de avena, IVON (90.18 cm), Alondra (83.65 cm) y Gaviota (82.00 cm), estas últimas fueron estadísticamente similares. Esto se puede atribuir a la falta de precipitación y riego, ya que la avena tiene mejor comportamiento en zonas húmedas.

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, en cebada obtuvo 64.2 a 75.3 cm respectivamente y por último los mejores resultados se presentaron en el triticale con promedios de 79.8 a 103.3 cm.

En otro estudio realizado por Mendieta (1996), en un estudio comparativo de variedades de avena y triticale en la Estación de Choquenaira, logro alturas en las variedades de avena entre 36 a 51 cm, en triticale entre 85 a 95 cm.

Los valores de altura de planta, la especie triticale fue la que mostro mayor desarrollo, este dato es corroborado por Quispe (1999), quien señala que la variedad Renacer logro un promedio de 105.39 cm, seguida de la variedad Gaviota de avena con 94.57 cm, y por ultimo las variedades IBTA 80 y Lucha en cebada con 70.35 y 69.51 cm. Y también por Chambi (2005), quien concluye que las variedades con mayor altura de planta fueron; Renacer en triticale con 90.81 cm, IBTA 80 en cebada con 68.83 cm y L-94/171 en avena con 65.26 cm. Añade que la localidad Tipampa reportó las mayores alturas de plantas, en el triticale 96 cm, en la cebada 73 cm y la avena 68 cm.

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.

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.

4.6.2 Número de macollos

El análisis de varianza detectó diferencias significativas ($P > 0,05$) para las fuentes de variación de bloques dentro de localidades y variedades, no se encontraron diferencias significativas para el resto de las fuentes de variación.

Cuadro 35. Análisis de Varianza para número de macollos

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	F _c	F _t	Sig.
Localidad	1	0.074	0.074	0.08	0.77	Ns
Bloque (Localidad)	4	13.704	3.426	3.70	0.138	*
Variedad	8	13.000	1.625	1.76	0.124	*
Localidad * Variedad	8	11.592	1.449	0.57	0.675	ns
Error	32					
Total	53					

*= Significativo ($p < 0.05$) y **ns**= no significativo

CV=9.02%

El coeficiente de variación de la variable días a grano lechoso fue de 9.02%, 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 exhibe la existencia significativa de bloques dentro de localidades lo que significa que se controló la pendiente del terreno.

4.6.2.1 Número de macollos en dos localidades

De acuerdo a la clasificación de Duncan ($\alpha=0,05$) de probabilidad las dos localidades no presentaron diferencias significativas para el número de macollos por planta, como se puede apreciar en el Cuadro 36.

Cuadro 36. Prueba de Duncan para comparar la altura de planta en dos localidades

Localidades	Número de plantas	Número de macollos	Duncan ($\alpha=0,05$)
Batallas	10	11	a
Choquenaira	10	10	b

De acuerdo a la clasificación de Duncan, muestra la significancia en el número de macollos en las dos localidades, esto nos indica que el número de macollos son diferentes, tanto en Batallas como Choquenaira.

4.6.2.2 Número de macollos por planta de variedades

De acuerdo a la clasificación de Duncan ($\alpha=0,05$) de probabilidad, para el número de macollos de las variedades, se detalla en el cuadro 37.

Cuadro 37. Prueba de Duncan para comparar el número de macollos por planta de las diferentes variedades

Variedad	Número de plantas	Número de macollos/planta	Duncan ($\alpha=0,05$)
Avena Var. GAVIOTA	10	11.66	a
Avena Var. ALONDRA	10	11.00	a
Cebada Var. GLORIA	10	10.83	a b
Cebada Var. IBTA 80	10	10.83	a b
Triticale Var. VERTIENTE	10	10.66	b
Triticale Var. RENACER	10	10.66	b
Cebada Var. IVON	10	10.33	c
Triticale Var. HORIZONTE	10	10.00	c
Avena Var. AGUILA	10	10.00	c

De acuerdo a la clasificación de Duncan ($\alpha=0,05$), las variedades Gaviota,

Alondra de avena, junto a las variedades de Gloria e IBTA 80 de cebada, no presentaron diferencias significativas, siendo 11.08 el promedio de número de macollos por planta valor superior a las otras variedades, como ser Vertiente (10.66), Renacer (10.66) de triticale e IVON (10.33) en cebada y Horizonte (10.00), por último Águila (10.00) en avena.

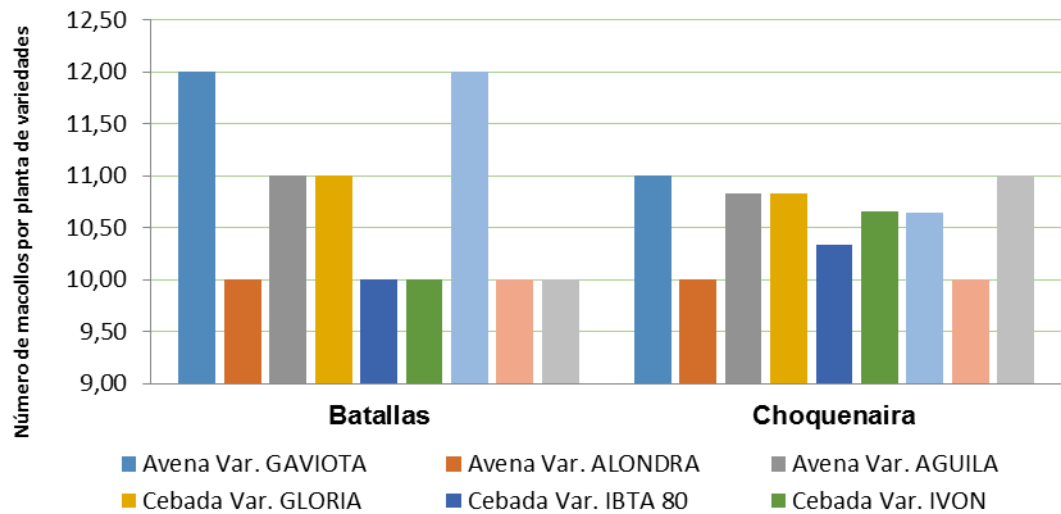


Gráfico 13. Número de macollos de especies y variedades forrajeras

En el gráfico 13, se puede observar las diferencias que existen entre especies y variedades en las dos localidades de estudio.

La diferencia de variedades es similar a la obtenida por Chambi (2005), donde el número de macollos de las especies y variedades forrajeras, fue superior la avena con las variedades Águila (3.63), Gaviota (3.40), seguido por la cebada IBTA 80 (2.78), Gloria (2.72) y por último Renacer (2.45) y Eronga (2.24) macollos por planta.

Al respecto también Quispe (1999), en un estudio realizado en la localidad de Choquenaira, concuerda haber obtenido a la variedades de Gaviota y Águila con 6.5 y 6.4, seguido por las variedades de cebada como ser; Lucha, IBTA 80 con 5.5 y 5.3 macollos por planta y por último el triticale con Renacer y Eronga con 3.8 y 2.9 macollos por planta respectivamente.

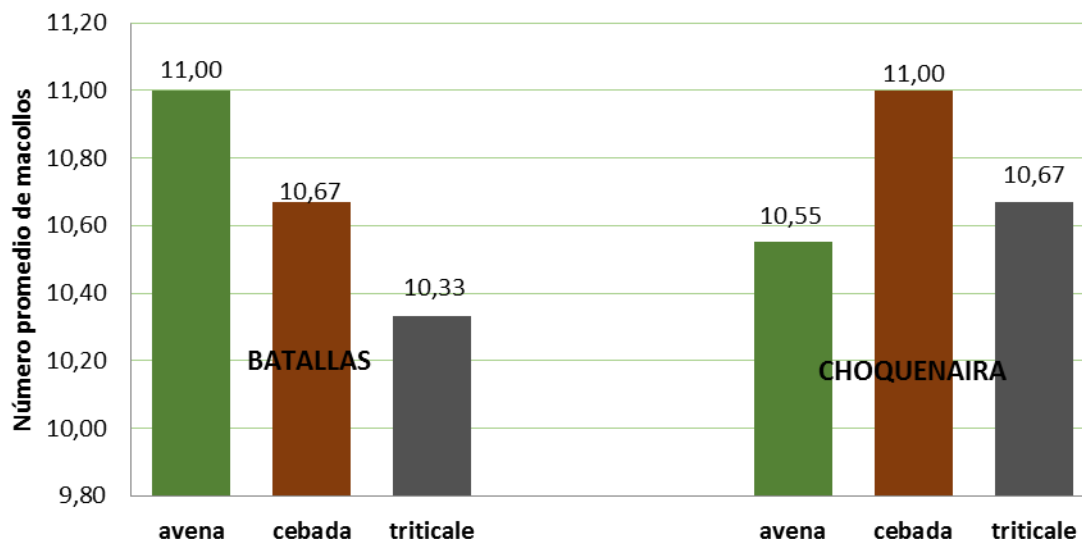


Gráfico 14. Número de macollos de especies en dos localidades

Como se puede apreciar en la gráfica 14, las diferencias en entre especies en relación al número de macollos, no es altamente significativo, se puede ver también que entre localidades la variación es mínima.

Mendieta (1992), asegura que el mayor rendimiento de forraje, está muy relacionado con un mayor número de macollos producido por la planta. Sin embargo, un mayor o menor número de macollos está en función a una disponibilidad apropiada del nitrógeno en el suelo, afirmando que en la localidad de Choquenaíra, para la variedad Gaviota un promedio de cuatro macollos por planta.

Robles (1990), añade 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.

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.

4.6.3 Rendimiento de Materia Seca

El análisis de varianza detectó diferencias significativas ($P > 0,05$), para las fuentes de variación, localidades no se encontraron diferencias significativas para el resto de las fuentes de variación.

Cuadro 38. Análisis de Varianza para rendimiento de materia seca

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	F _c	F _t	Sig.
Localidad	1	28.167	28.167	3.65	0.0652	*
Bloque (Localidad)	4	134.888	33.722	4.37	0.0063	*
Variedad	8	514.333	64.292	8.37	<.0001	*
Localidad * Variedad	8	292.333	36.542	4.73	0.0001	*
Error	32					
Total	53					

*= Significativo ($p < 0.05$) y ns= no significativo

CV=16.73%

El coeficiente de variación de la variable días a grano lechoso fue de 16.73%, 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%. Además, el análisis de varianza exhibe que existen diferencias significativas en todas las fuentes de variación.

4.6.3.1 Rendimiento de materia seca en las dos localidades

La comparación de medias del rendimiento de materia seca para el factor localidad, se realizó mediante la prueba de Duncan ($\alpha=0,05$), expuesto en el cuadro 38.

Cuadro 39. Prueba de Duncan para comparar el rendimiento de materia seca en dos localidades

Localidades	Número de plantas	Rendimiento (ton MS/ha)	Duncan ($\alpha=0,05$)
Batallas	10	17.83	a
Choquenaira	10	15.33	b

De acuerdo a la prueba de Duncan, la localidad de Batallas, fue estadísticamente diferente ($\alpha=0,05$) a la localidad de Choquenaira, llegando a tener un promedio de rendimiento de materia seca de 15.33 ton/ha, que resultó inferior a la localidad de Batallas con un promedio de 17.83 ton/ha.

Se puede mencionar que los factores que posiblemente influyeron en el rendimiento de las variedades en ambas localidades, fueron la fertilidad natural del suelo, registrando una menor cantidad de nitrógeno (0.18%), fósforo (9.20 ppm), además una acidez más elevada de pH 6.6 y a la inexistencia de riego en la localidad de Choquenaira.

La producción de cultivos es posible de septiembre a marzo, cuando la precipitación anual fluctúa entre 500 mm y 700 mm. Por lo que es posible producir papas, cebolla, avena y cebada; aunque sus rendimientos son bajos, debido principalmente a los factores climáticos. Durante años, la avena y cebada no han rendido granos por ello son cosechados como forraje verde y utilizados como heno en el invierno (JICA 1997).

Quispe (1999), obtiene un promedio de 5.23 tn MS/ha, en cebada, 7.56 tn MS/ha en avena y 6.46 tn MS/ha en triticale.

4.6.3.2 Rendimiento de materia seca de variedades

De acuerdo a la prueba de Duncan ($\alpha=0,05$), con relación al rendimiento de materia seca de variedades, se detalla en el Cuadro 40.

Cuadro 40. Prueba de Duncan para comparar el rendimiento de materia seca de las diferentes especies y variedades

Variedad	Número de plantas	Rendimiento (ton MS/ha)	Duncan ($\alpha=0,05$)
Triticale Var. RENACER	10	21.50	a
Triticale Var. HORIZONTE	10	20.50	a
Triticale Var. VERTIENTE	10	19.67	a
Cebada Var. IBON	10	16.17	b
Cebada Var. IBTA 80	10	15.83	b
Cebada Var. GLORIA	10	15.83	b
Avena Var. ALONDRA	10	14.50	b
Avena Var. AGUILA	10	13.67	c
Avena Var. GAVIOTA	10	11.83	c

De acuerdo a la siguiente prueba Duncan ($\alpha=0,05$), muestran las variedades que presentaron mayor rendimiento fueron.

Renacer (21.50 tn MS/ha), seguida de Horizonte (20.50 tn MS/ha) y Vertiente (19.67 tn MS/ha) en triticale con un promedio de 20.56 ton MS/ha, seguida por las variedades de cebada como ser: IBON (16.17 tn MS/ha), IBTA 80 (tn MS/ha) y Gloria (15.83 tn MS/ha) con un promedio de 15.94 ton MS/ha y por último la avena con sus variedades Alondra (14.50 tn MS/ha), Águila (13.67 tn MS/ha) y Gaviota (11.83 tn MS/ha), reportando un promedio de 13.33 ton MS/ha respectivamente.

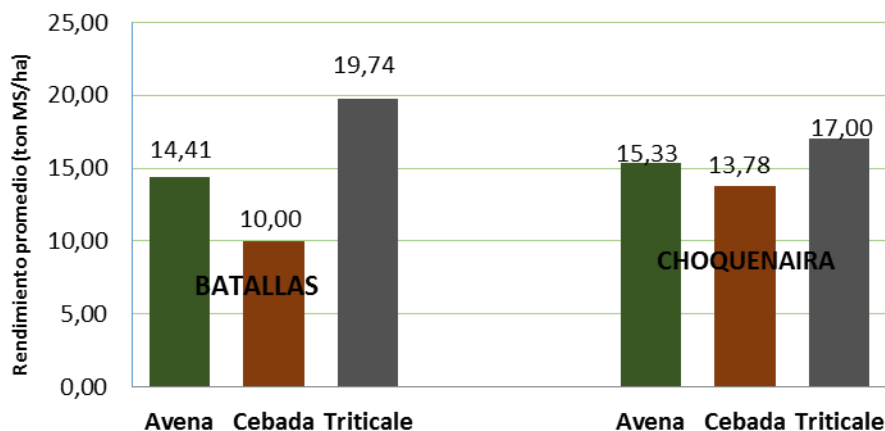


Gráfico 15. Rendimiento de materia seca de especies y variedades en dos localidades

En el gráfico 15, demuestra claramente la diferencia que existe entre especies, siendo el triticale estadísticamente superior.

4.6.3.3 Rendimiento de materia seca para la interacción Localidad por variedad

El cuadro 41, muestra el análisis de efectos simples para la interacción localidad por variedad de la variable rendimiento de materia seca.

Cuadro 41. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción localidad por variedad

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)	Sig.
V(Loc1)	8	1875	1001	129,7	2,51	*
V(Loc2)	8	1,94	0,24	0,031	2,51	*

*= Significativo ($p < 0.05$) y ns= no significativo

Se puede apreciar en el cuadro 41, la existencia de diferencias significativas entre localidades y no así entre variedades dentro de localidades. Para una mejor percepción de los resultados se muestra en la figura 16.

Se observa que en la localidad de Batallas se tuvieron los mayores promedios de rendimiento de materia seca, esto probablemente a las condiciones de la zona, al respecto Chambi (2005), añade que es debido a las precipitaciones variables en cada zona y al material genético utilizado.

Quispe 1991, argumenta que la presencia de enfermedades es sin duda un factor que limita el rendimiento de los cultivares. Con relación a este comentario se puede decir que en la zona de Batallas, específicamente la variedad Gaviota de avena, fue la más atacada por la enfermedad, la misma que logro que se obtenga el menor rendimiento con solo 9 ton MS/ha., como se muestra en el gráfico 16.

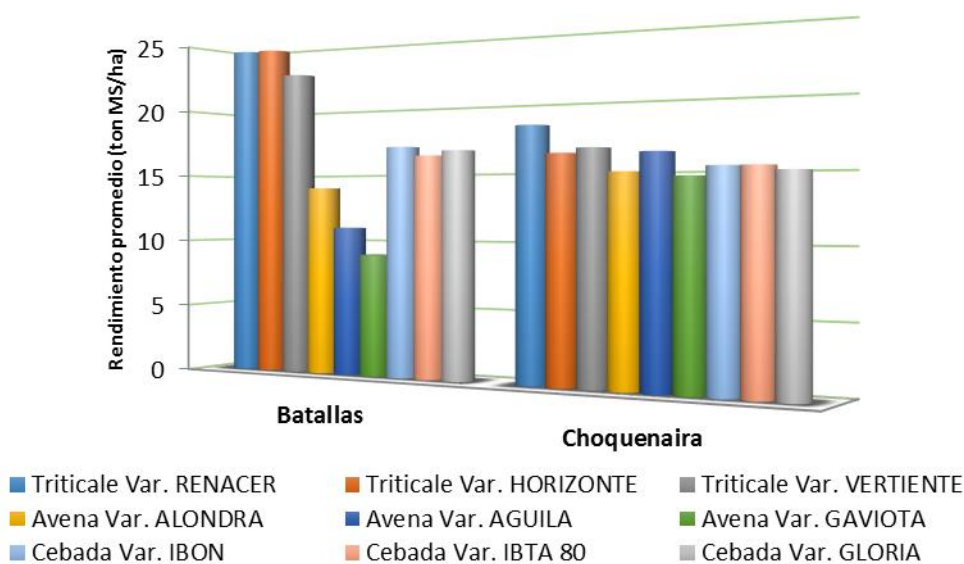


Gráfico 16. Rendimiento de materia seca de variedades

Gutiérrez (2000), 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 le rendimiento de MS está relacionado confitura de planta., que en nuestro caso es de 176.2 cm. con un rendimiento de 15.5 t/MS/Ha para la variedad testigo.

Cahuaya (2001), comenta que al mayor número de macollos, produce un incremento directo en el rendimiento de materia seca, debida a la fertilización nitrogenada; que a comparación del presente ensayo posiblemente sea uno de los factores para los rendimientos encontrados.

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

4.6.4 Índice de relación alométrica hoja / tallo

El análisis de varianza detectó diferencias significativas ($P > 0,05$), para las fuentes de variación, variedades y no se encontraron diferencias significativas para el resto de las fuentes de variación.

Cuadro 42. Análisis de Varianza para relación alométrica hoja / tallo

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	F_c	F_t	Sig.
Localidad	1	0.224	0.224	3.92	0.056	*
Bloque (Localidad)	4	0.017	0.004	0.76	0.559	*
Variedad	8	0.090	0.011	1.97	0.083	*
Localidad * Variedad	8	0.037	0.004	0.80	0.903	ns
Error	32					
Total	53					

*= Significativo ($p < 0.05$) y **ns**= no significativo

CV=25.63%

El coeficiente de variación de la variable índice de relación hoja/tallo fue de 25.63%, indica que los datos obtenidos y la metodología aplicada en la recolección de los mismos fueron certeros.

4.6.4.1 Relación alométrica hoja/tallo en dos localidades

La prueba de Duncan ($\alpha=0,05$), para comparar la relación hoja/tallo de plantas en dos localidades, se muestra en el cuadro 43.

Cuadro 43. Prueba de Duncan para comparar la relación hoja/tallo en dos localidades

Localidades	Número de plantas	Rendimiento (ton MS/ha)	Duncan ($\alpha=0,05$)
Batallas	10	0.31	a
Choquenaira	10	0.27	a

Como se puede apreciar en el cuadro 27, de acuerdo a la clasificación de Duncan ($\alpha=0,05$), ambas localidades no presentan diferencias significativas, es decir el comportamiento es similar.

Chambi (2005), indica que cuanto más próximo sea a 1, el índice de la relación alométrica hoja/tallo, será el forraje más nutritivo.

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.

4.6.4.2 Relación alométrica hoja/tallo de variedades

La prueba de Duncan ($\alpha=0,05$), para la variable hoja/tallo de variedades, se muestra en el cuadro 44.

Cuadro 44. Prueba de Duncan para comparar la relación hoja/tallo de las diferentes variedades

Variedad	Número de plantas	Rendimiento (ton MS/ha)	Duncan ($\alpha=0,05$)
Avena Var. GAVIOTA	10	0.37	a
Avena Var. AGUILA	10	0.34	a b
Avena Var. ALONDRA	10	0.33	a b
Cebada Var. IVON	10	0.29	b
Cebada Var. GLORIA	10	0.29	b
Cebada Var. IBTA 80	10	0.27	b
Triticale Var. HORIZONTE	10	0.27	b
Triticale Var. VERTIENTE	10	0.26	b c
Triticale Var. RENACER	10	0.23	c

Se puede evidenciar claramente, que las variedades de avena presentaron mayor índice de relación hoja/tallo, con un promedio de 0.35, seguido por las variedades de cebada con un promedio de 0.28 y por ultimo las variedades de triticale reportando un de 0.25.

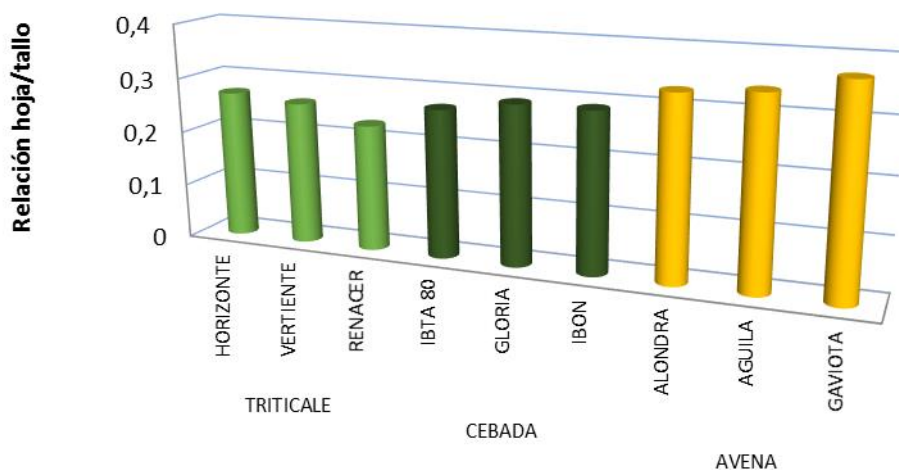


Gráfico 17. Relación alométrica hoja/tallo de planta de especies y variedades forrajeras

Las diferencias observadas en la relación hoja/tallo para las variedades estudiadas, probablemente se debe a las características genéticas de cada variedad y línea. Al respecto Conde (2003), indica que la avena presenta siempre hojas más anchas de 1.6 cm por 25 cm de longitud, y la cebada presenta hojas más delgadas y estrechas.

Para el índice de la relación hoja/tallo, la variedad Gaviota fue la que presentó mayor índice 0.37; seguido de Águila (0.34) e Alondra (0.33), posteriormente se encuentran Ivon y Gloria con (0.29) e IBTA 80 (0.27), por último las variedades de triticale Horizonte (0.27), Vertiente (0.26) y Renacer (0.23). En relación a estos resultados obtenidos, se afirma que concuerdan con los obtenidos por Chambi (2005), donde concluye que la avena presentó mayor índice con un valor 0.54, seguido por la cebada con 0.26 y por último las variedades de triticale con un promedio de 0.17.

Villarroel (2001), indica haber obtenido un valor promedio en avena de 0.81, seguido por el triticale con 0.60 y la cebada con 0.57.

Meneses (2003), señala que es importante desde el punto de vista de la calidad del forraje puesto que en las hojas se tiene más nutrientes (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.

4.7 Análisis de costos parciales

4.7.1 Cálculo de costos parciales

El análisis económico que se presenta en el siguiente cuadro 45 en el cual se muestra el presupuesto parcial para todo el ensayo. En la primera columna se muestran los tratamientos; estas son el resultado de la combinación de nueve variedades de avena, cebada y triticale, en dos localidades.

En la segunda columna se observa el rendimiento medio de la materia seca obtenida de los tratamiento, donde se aprecia que existe rendimientos diferenciados por tratamiento; en tanto la tercera columna muestra el rendimiento ajustado con el fin de reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y la experiencia del agricultor, que podría lograrse con este tratamiento.

Cuadro 45. Cálculo de costos parciales

Tratamientos	Rendimiento Medio de MS (t/ha)	Rendimiento Ajustado (t/ha)	Beneficio Bruto (Bs/ha)	Costo Variable (Bs /ha)	Beneficio Neto (Bs/ha)
T10 (a2 c1)	18	8,98	3.951,90	115	3.837
T15 (a2 c6)	21	10,39	4.571,60	850	3.722
T9 (a1 c9)	15	7,37	3.241,20	900	2.341
T12 (a2 c3)	18	8,78	3.861,00	1000	2.861
T1 (a1 c1)	17	8,50	3.740,00	1050	2.690
T6 (a1 c6)	17	8,50	3.740,00	1050	1.788
T16 (a2 c7)	26	12,87	5.662,80	1065	4.598
T2 (a1 c2)	21	10,50	4.620,00	1100	3.520
T8 (a1 c8)	20	10,00	4.400,00	1100	2.455
T17 (a2 c8)	14	7,00	3.080,00	1120	3.601
T5 (a1 c5)	18	9,00	3.960,00	1150	2.146
T3 (a1 c2)	15	7,50	3.300,00	1200	2.100
T7 (a1 c7)	17	8,50	3.740,00	1200	2.716
T13 (a2 c4)	18	9,22	4.056,10	1215	2.841
T4 (a1 c4)	15	7,50	3.300,00	1250	2.050
T18 (a2 c9)	21	10,49	4.616,30	1280	3.336
T11 (a2 c2)	15	7,74	3.405,60	1330	2.076
T14 (a2 c5)	15	7,67	3.373,30	1430	1.943

En la cuarta columna se presenta los beneficios brutos de campo, que se obtuvo de los rendimientos ajustados por el precio de venta de forraje.

De esta manera, se obtuvo un mayor beneficio bruto, con el tratamiento que presentó mayor rendimiento, en este caso el tratamiento T₁₆ (Localidad de Batallas con la variedad Horizonte de triticale), siendo el precio de venta para todos los tratamientos Bs.20 por qq lo que equivale a 0.80 Bs/kg.

En la siguiente columna se observa el total de los costos variables 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 última columna se muestra el beneficio neto para cada tratamiento donde se puede apreciar que el máximo beneficio neto se obtuvo con el tratamiento T₁₆ (Localidad de Batallas con la variedad Horizonte en triticale), donde se logró un beneficio de 4.598 Bs/ha, al contrario del T₁₀ (Localidad de Choquenaira con la variedad de Gaviota en avena), logrando un beneficio neto de 3837 Bs/ha.

Seguidamente, se realizó el análisis marginal es decir, el procedimiento donde se calculan las tasas de retorno marginales entre los tratamientos NO marginados (comenzando con el tratamiento de menor costo y procediendo paso a paso al que le sigue en escala ascendente) y se comparan esas tasas con la tasa de retorno mínima, aceptable para el agricultor.

A continuación en el cuadro 46 se observa los tratamientos establecidos en orden ascendente de costos totales que varían.

Cuadro 46. Análisis de dominancia para los tratamientos establecidos

Tratamientos	Rendimiento Medio de MS (t/ha)	Rendimiento Ajustado (t/ha)	Beneficio Bruto (Bs/ha)	Costo Variable (Bs /ha)	Beneficio Neto (Bs/ha)	Dominancia
T₁₀ (b-g)	18	8,98	3.951,90	115	3.837	
T₁₅ (b-gl)	21	10,39	4.571,60	850	3.722	D
T₉ (ch-h)	15	7,37	3.241,20	900	2.341	D
T₁₂ (b-al)	18	8,78	3.861,00	1000	2.861	D
T₁ (ch-g)	17	8,50	3.740,00	1050	2.690	D
T₆ (ch-gl)	17	8,50	3.740,00	1050	1.788	D
T₁₆ (b-r)	26	12,87	5.662,80	1065	4.598	
T₂ (ch-a)	21	10,50	4.620,00	1100	3.520	D
T₈ (ch-v)	20	10,00	4.400,00	1100	2.455	D
T₁₇ (b-v)	14	7,00	3.080,00	1120	3.601	D
T₅ (ch-ib)	18	9,00	3.960,00	1150	2.146	D
T₃ (ch-al)	15	7,50	3.300,00	1200	2.100	D
T₇ (ch-r)	17	8,50	3.740,00	1200	2.716	D
T₁₃ (b-i)	18	9,22	4.056,10	1215	2.841	D
T₄ (ch-i)	15	7,50	3.300,00	1250	2.050	D
T₁₈ (b-h)	21	10,49	4.616,30	1280	3.336	D
T₁₁ (b-a)	15	7,74	3.405,60	1330	2.076	D
T₁₄ (b-ib)	15	7,67	3.373,30	1430	1.943	D

1

De acuerdo al análisis de dominancia, se seleccionó los tratamientos al criterio propuesto por CYMMYT 1988), el mismo que señala que se considera tratamiento dominado, cuando tiene beneficios netos menores o igual a los tratamientos de costo variable más bajos, en el análisis de presupuestos parciales se comparan las

¹ Localidades: b=Batallas; ch=Choquenaira;

Especies: **Avena** a=Águila; al=Alondra; g=Gaviota **Cebada** i=IBTA 80; ib=IBON; gl=Gloria **Triticale** v=Vertiente; h=Horizonte; r=Renacer

alternativas de producción con las técnicas tradicionales del agricultor, si el beneficio neto permanece igual o disminuye la nueva tecnología debe ser rechazada porque no es más rentable que la del agricultor.

A continuación de muestra en la gráfica 18, la curva de beneficios netos, para un mejor entendimiento.

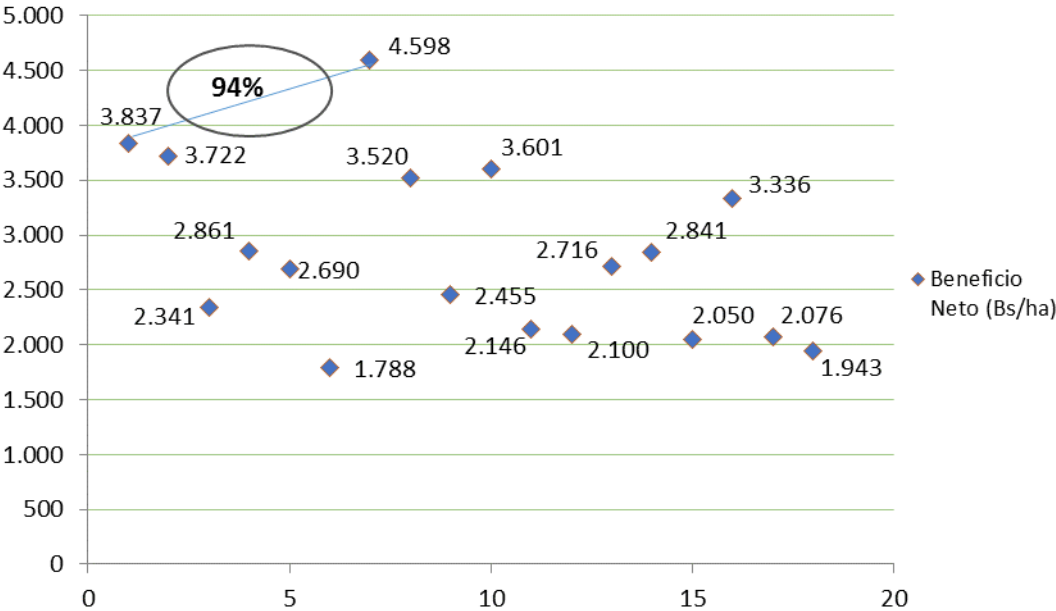



Gráfico 18. Curva de beneficios netos

Bajo estas condiciones se observaron que los tratamientos T₁, T₂, T₃, T₄, T₅, T₆, T₇, T₈, T₉, T₁₂, T₁₃, T₁₄, T₁₅, T₁₈, son tratamientos que presentan menor beneficio neto, y se llaman “dominados” los demás tratamientos presentan mayor beneficio neto y menores costos variables mas bajos. Una manera mas sencilla de expresar esta relación es calcular la tasa de retorno marginal, que 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.

En este caso la tasa de retorno marginal es:

350	-	1065	=	715
3837	-	4598	=	761
				0,93955322
		En porcentaje		94%



Esto nos indica que por cada 1 Bs., invertido en la producción de forraje, se recuperara el 1 Bs., invertido más 0.94 centavos de boliviano, al mismo tiempo este análisis nos recomienda, producir forraje de la especie del triticale en la localidad de Batallas al contrario de producir avena en la localidad de Choquenaira, esto debido a que se obtiene mayor beneficio neto, tomando esta condición.

5. CONCLUSIONES

Por lo expuesto anteriormente y los resultados obtenidos en las localidades de Choquenaira y Batallas, se detallan las siguientes conclusiones:

- ✓ Para la variable de días a la emergencia de acuerdo a los datos obtenidos en campo, las variedades que tardaron más en emerger fueron; la variedad Horizonte 32 días, Vertiente y Renacer, ambas con 27 días en triticale, en cebada la más precoz fue la variedad IBTA 80 con 27 días, seguida de Gloria e IBON con 26 días y avena con Alondra y Águila con 25 días y por último la más precoz en relación a todas las variedades mencionadas Gaviota con 24 días.
- ✓ Para la variable de días al macollamiento de acuerdo a los datos obtenidos, las variedades de Ivon con 61 días en cebada y Alondra 60 días, en avena, fueron las más tardías en llegar al macollar en relación a Vertiente, Renacer y Horizonte en triticale las tres con 59 días seguida de Gloria en cebada con 58 días, las más precoces son Águila y Gaviota en avena e IBTA 80 en cebada con 56 días.
- ✓ Para la variable de días a la floración, la variedad Vertiente 107 días en triticale y la variedad de Águila 105 días y Alondra 104 días en avena, fueron tardíos en relación a las variedades Gloria 102 días, IBTA 80 102 días en cebada y la variedad Gaviota 100 días en avena. Renacer 99 días, en triticale y la variedad IVON en cebada con 96 días, y por último la más precoz Horizonte con 94 días.
- ✓ Para la variable días a grano lechoso, indica que la variedad Águila con 132 días, Gaviota 131 días y Alondra 129 días en avena, seguida de las variedades de cebada Gloria 129 días, IBTA 80 127 días e IVON 125 días. Renacer y Vertiente con 124 días y Horizonte 121 días, fue la más precoz.
- ✓ Para la variable altura de planta, se muestra a las variedades de triticale con Horizonte 114 cm, Vertiente 108 cm y Renacer con 107 cm, seguida de Gloria e

IBTA 80 con 92 cm, IBON con 83, las variedades en avena son Águila con 83 cm, Gaviota y Alondra con 76 cm.

- ✓ Para la variable número de macollos, la variedad Gaviota con 12 macollos, Alondra con 11 en avena, Gloria e IBTA 80 con 11, en cebada, seguida de Vertiente Renacer con 11 macollos en triticale, IBON en cebada, Vertiente en triticale y Águila en avena presentan 10 macollos.
- ✓ Para la variable materia seca, muestra que en la localidad de Batallas, se obtuvo el mayor rendimiento con un promedio de 18 ton MS/ha, superior a la localidad de Choquenaira con 15 ton MS/ha. Las variedades que presentaron mayor rendimiento fueron: Renacer, Horizonte y Vertiente con 21.50, 20.50 y 19.67 ton MS/ha, superior a las variedades IBON, IBTA 80 y Gloria con 16.17, y con 15.83 las últimas dos, las variedades de avena como ser; Alondra 14.50 ton MS/ha, Águila 13.66 ton MS/ha y por último Gaviota con 11.83 ton MS/ha. En especies se puede ver claramente que el triticale con un promedio de 20.56 ton MS/ha, fue la de mayor rendimiento, seguida por la cebada con 15.94 ton MS/ha y por último la avena con un promedio de 13.33 ton MS/ha.
- ✓ La relación alométrica hoja/tallo, muestra a la variedad Gaviota de avena con 0.37, Águila 0.34 y Alondra 0.33. IBON, Gloria e IBTA 80 con 0.29, en triticale Horizonte 0.27, Vertiente 0.26 y Renacer 0.23, respectivamente, se puede evidenciar claramente, que las variedades de avena presentaron mayor índice de relación hoja/tallo, con un promedio de 0.35, seguido por las variedades de cebada con un promedio de 0.28 y por último las variedades de triticale reportando un de 0.25.
- ✓ La especie con mayor beneficio neto fue el triticale, evaluado en la localidad de Batallas, recuperando el 1 Bs., invertido más 0.94 centavos de boliviano, obteniendo 1.94 Bs, bastante significativa y beneficiosa para el agricultor.

6. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y conclusiones expuestas, se realiza las siguientes recomendaciones.

- ✓ Realizar un estudio profundo en las variedades de Renacer en triticales en la localidad de Batallas y Gaviota en avena en la localidad de Choquenaira, basado en beneficio neto obtenido.
- ✓ Realizar estudios en las distintas variedades de triticales, debido al buen comportamiento agronómico que presento en la localidad de Batallas y también por los múltiples beneficios que se puede obtener, en la alimentación animal y/o humana y para la industria.
- ✓ Realizar un estudio de las variedades de Avena, Cebada y Triticales, usando una mayor área experimental, en lo posible cada unidad experimental deberá ser aislada de la más próxima con por lo menos 1,5 m de distancia a cada lado, esto para evitar que él acame destruya unidades experimentales.
- ✓ Se recomienda realizar un estudio sobre las habilidades del productor, como un factor importante en la producción forrajera.

7. BIBLIOGRAFIA

APAZA, M. 2004. Efecto de la asociación de la avena, cebada y triticale con arveja, en tres densidades de siembra sobre la composición bromatológica del ensilaje. Tesis Lic. Agr. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. p 17-58.

ALVARADO (1968), Efecto de la aplicación de estiércol y diferentes niveles de fertilización en dos variedades de papa Tesis universidad Técnica de Oruro, Bolivia p. 9 - 11.

BARRIENTOS, E. 2001. Manejo de praderas y producción de forrajes. Universidad Técnica de Oruro, Oruro, Bolivia. p 19 – 47.

----- **2003.** Producción de forrajes y leguminosas en el Altiplano Boliviano. Centro Experimental Agropecuario Condoriri (CEAC – UTO). p 37 – 65.

CAHUAYA, J.S 2001. Efecto de la fertilización química y orgánica en el rendimiento de pasto brasilero (*Phalaris sp.*), en Choquenaira Altiplano Central, Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. p 49.

CALZADA, B. 1982. Métodos estadísticos para la investigación. Ed. Los Amigos del Libro. Cochabamba, Bolivia. p 64.

CALLISAYA, G. 1994. Caracterización de las tierras de la estación experimental de Choquenaira según su capacidad de usos y aptitud para riego. Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. p 45-50.

CARDOZO, A. 2000. Valor de los alimentos para la ganadería andina. Boletín del mes de Septiembre. La Paz, Bolivia. Serie Técnico IBTA.

- CIMMYT** (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, MZ). 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; manual metodológico de evaluación económica. México D.F. p 10 – 33.
- CIF-SEFO UMSS. 2010** (Centro de Investigaciones en Forrajes, BO). 2010. uniformización de técnicas y criterios de investigación. Cochabamba, BO. p 147.
- CHILON, E. 1996.** Manual de edafología. Ed. Cidat. La Paz, Bolivia. p. 60
- CONDE, H. 2003.** Caracterización agronómica y fenológica de accesiones de avena en procesos de introducción en la estación experimental de Choquenaira. Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés. p 66 – 68.
- COLQUE, J. 2004.** Evaluación de variedades y leneas de cebada (*Hordeum vulgare* L.), bajo tres épocas de siembra en la localidad de Janko Marca Sirpa, provincia Pacajes, departamento de La Paz. Tesis Ing. Agr. FCA – UMSA. La Paz, Bolivia. p. 83.
- COPA, S. 1996.** Respuesta de variedades y líneas de triticale (*Triticum secale*), a densidades de siembra y niveles de fertilización nitrogenada en el altiplano norte de La Paz. Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. pp 45.
- CORDOVA, J.A. 1998.** Segunda Reunión de Especialistas Nacionales en Avena, Cebada y Triticale del Cono Sur. (2^a 27 – 30 sept., 122 p. Dialogo / IICA. PROCISUR).
- CORTEZ, R. 2003.** Estabilidad fenotípica de 10 variedades de avena forrajera (*avena sativa* L.) en tres localidades del altiplano. Tesis de grado, Universidad Técnica de Oruro, Oruro, Bolivia. p 40 – 42.
- CHAMBI, O. 2005.** Comportamiento agronómico de variedades forrajeras introducidas en avena, cebada y triticale en la subcuenca media del río Keka provincia Omasuyos. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. p 1.

CRONQUIST, A. 1988. La evolución y clasificación de plantas. 2ª ed. The New York Botanic 1 Garden. Bronx – Nex York. USA. p 75 – 87.

DIEZ DE MEDINA, R. 2011. La Ganadería de Leche en el Altiplano Boliviano. Boletín Informativo. La Paz – Bolivia. p 19.

FAM. Biblioteca digital. Bibliotecadigital.fam.bo/pdfs/descargar/244.

FERNANDEZ, G. 1998. Fisiología vegetal experimental. Ed. IICA. San José, CR. p 428.

GALLO, J.A. 2011. Manual Ganadería en el Altiplano Boliviano (en línea). Consultado 19 noviembre 2013. Disponible en:
<http://www.andesacd.org/wp-content/uploads/2011/12/Ganader%C3%Ada-de-leche-en-el-Altiplano-Boliviano-pdf>

GUTIERREZ, F. 1989. Forrajes y semillas forrajeras la Violeta – Cochabamba, Bolivia pp 34-36
<http://www.andesacd.org/wp-content/uploads/2011/12/Ganader%C3%Ada-de-leche-en-el-Altiplano-Boliviano-pdf>

GONZALES, M. 2001. Taller de cultivos Extensivos. Manual (en línea). México, Universidad Tec. Monterrey. CAMPUS QUERETARO. Consultado 22 de noviembre de 2013. Disponible en:
<http://www.gro.itesm.mx/agronomia2/extensivos/Cavena.Semilla.htm>.

GUTIERREZ, F. 1989. Forrajes y semillas forrajeras La Violeta – Cochabamba, Bolivia. pp 34 – 36.

-----**2000.** Metodología de evaluación en cereales menores forrajeros, “Seminario Uniformización de técnicas y criterios de investigación, Proyecto Rhizobiología, Bolivia, CIF, SEFO, Cochabamba. p 24.

HUARACHI, H. 2003. Evaluación de líneas y variedades de cebada (*Hordeum vulgare* L.), para forraje en dos épocas de siembra en el Centro Agropecuario Condoriri (CEAC). Tesis Ing. Agr. FCAPyV – UTO. Oruro, Bolivia. p. 87

JICA (Agencia de Cooperación Internacional del Japon, JP), 1997.

KLAPP, E. (1987), Manual de las gramíneas. Ed. Omega. Barcelona.

LLANQUE, J. 2004. Comportamiento del triticale (*Triticum aestivum x Secale cereale*) bajo condiciones de secano y riego por aspersión en tres épocas de siembra de invierno en el Altiplano Norte. Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés. p 91.

LOBATON, G. 2001. Estudio de dos variedades de avena forrajera (*Avena sativa* L.) a secano y bajo riego por goteo en Calamarca, La Paz Tesis Ing. Agr. Escuela Militar de Ingeniería "Mcal. Antonio José de Sucre", La Paz - Bolivia. p 67-96.

LOPEZ, T. 1995. Fitomejoramiento. Trillas, S.A. México, D.F. p 55

MACA (1998), Departamento de Estadísticas sectoriales, Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuario SNG La Paz Bolivia pág. 12.

MANTILLA, J. 1995. Evaluación de 10 variedades de forrajes. Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. p 25 – 28.

MARCA, S; QUISPE, H; ROMERO, S. 1989. Fenología de cereales de grano pequeño; curso taller de fenología de cultivos Andinos. Proyecto de Investigación de Sistemas Agropecuarios Andinos. Puno, PR. p 45 – 51.

MARIN, W. 2002. Distanciamiento entre surcos y plantas en dos ecotipos de Kannawa (*Chenopodium pallidicaule Aellen*) en el altiplano norte. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, Bolivia Universidad Mayor de San Andrés. p 32-33.

MENDIETA, H. 2006. Apuntes de clases de Forrajes. Facultad de Agronomía Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. Clases. p 10 – 14.

-----**1992.** Estudio comparativo de rendimiento de cinco variedades de avena (*Avena sativa*) y tres variedades de triticale en la provincia Ingavi del departamento de La Paz. Revista Jiltannani. Facultad de Agronomía. Nro. 2 p 6 – 9.

MENESES, R. 2003. Producción de forrajes y leguminosas en el altiplano Boliviano. Centro de investigación en forrajes “La Violeta” (CIF – UMSS).

MONTES DE OCA. 1997. Geografía y Recursos Naturales de Bolivia. 3 ed. La Paz Ed. EDOBOL. p 126-132 y 614-615.

OKADA, G. (1990), Agricultura natural. Editorial MDA. SHOJH. Atami Japón p 160 – 169.

PDLA (Programa de Desarrollo Lechero del Altiplano) 1999. Rendimiento de Variedades de Avena, Cebada y Triticale. Boletín agropecuario para el sector lechero. Boletín 1 p 2 – 3

-----**1999.** Manual
Autoconstrucción de producción de forraje. Tomo I La Paz. p 84 – 92.

PARSONS, D. (1989), Manual de edición Agropecuaria en *triticale* Cebada avena, Segunda edición Editorial Trillas México p. 9-58.

POEHLMAN, J.M. 1974. Mejoramiento genético de las cosechas. Ed. Limusa México D.F. p 453

PRIETO, G; ALCOSER, B; LAURA, J; ALZERRECA, H. 1991. Evaluación de forrajes introducidos en localidades del Altiplano Norte de Potosí. Informe IBTA, Potosí, Bolivia. p 16 – 18.

-----, **1992.** Ensayo comparativo de forrajes anuales en tres localidades, IBTA 80, X Reunión nacional de ABOPA, La Paz. p 94 – 99.

QUISPE, N. 1999. Estudio comparativo de variedades de avena (*Avena sativa*), cebada (*Hordeum vulgare*) y triticale (*Triticum sativum*) en la localidad de Choquenaira. Tesis. Ing. Agr. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. p. 35 – 40.

ROBLES, R. 1999, Producción de granos y forrajes. 5° Edición. México. Ed. Limusa. p 135 - 168.

RODRIGUEZ del ANGEL, JM. 1991. Métodos de investigación pecuaria, México D.F. Ed. TRILLAS – UAAAN. p 55 – 70.

RODRIGUEZ, M. 1999 Fisiología Vegetal. Cochabamba, BO, ED. Los amigos del libro. p 429.

ROJAS, F (2002) Apuntes de clases de Botánica sistemática Facultad de Agronomía UMSA, La Paz- Bolivia (Clase Liliopsidas) p 1-9.

SEFO – SAM. 2000. Semillas de Forrajes para Bolivia, programa nacional de semillas, Boletín Informativo mes de Octubre, Cochabamba – Bolivia.

SEJAS, R. 2004. Evaluación forrajera de cebada en siembras puras y asociadas con leguminosas forrajeras en dos momentos de corte. Tesis Ing. Agr. FCA y P – UMSS. Cochabamba, Bolivia. p. 87

TORRICO D. 2002. Evaluación de variedades y densidades de avena forrajera (Avena sativa), en la granja de Kallutaca, Provincia los andes. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BO. UMSA. p 9-10.

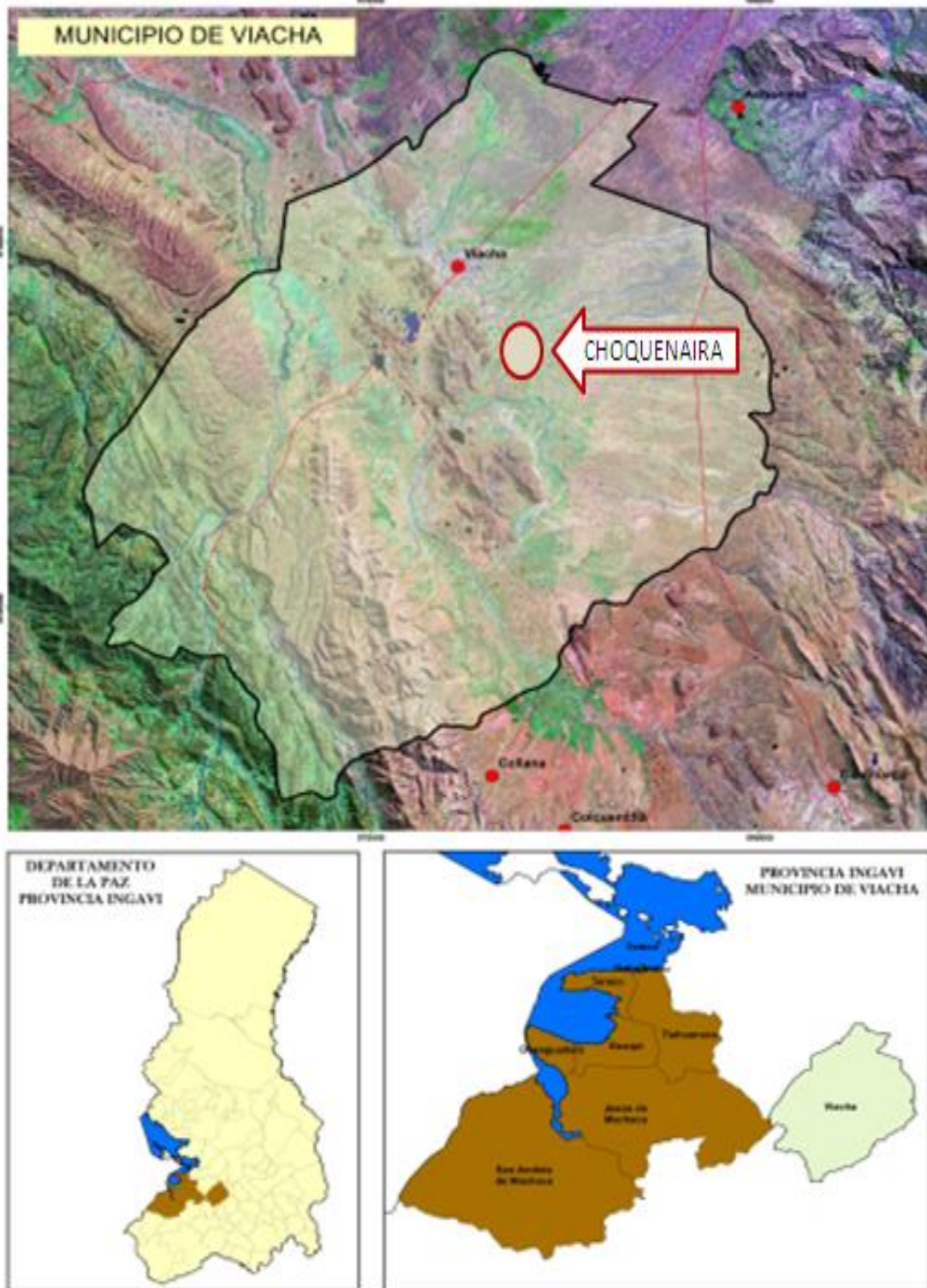
VILLCA, S. 2001. Evaluación en la producción y calidad de forraje.

VILLEGAS, V. 2004. Evaluación de la producción forrajera y de grano de cinco variedades de cebada (*Hordeum vulgare L.*) aplicando fertilizante químico en tres localidades del Altiplano Norte. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. p 4, 32-33,42.

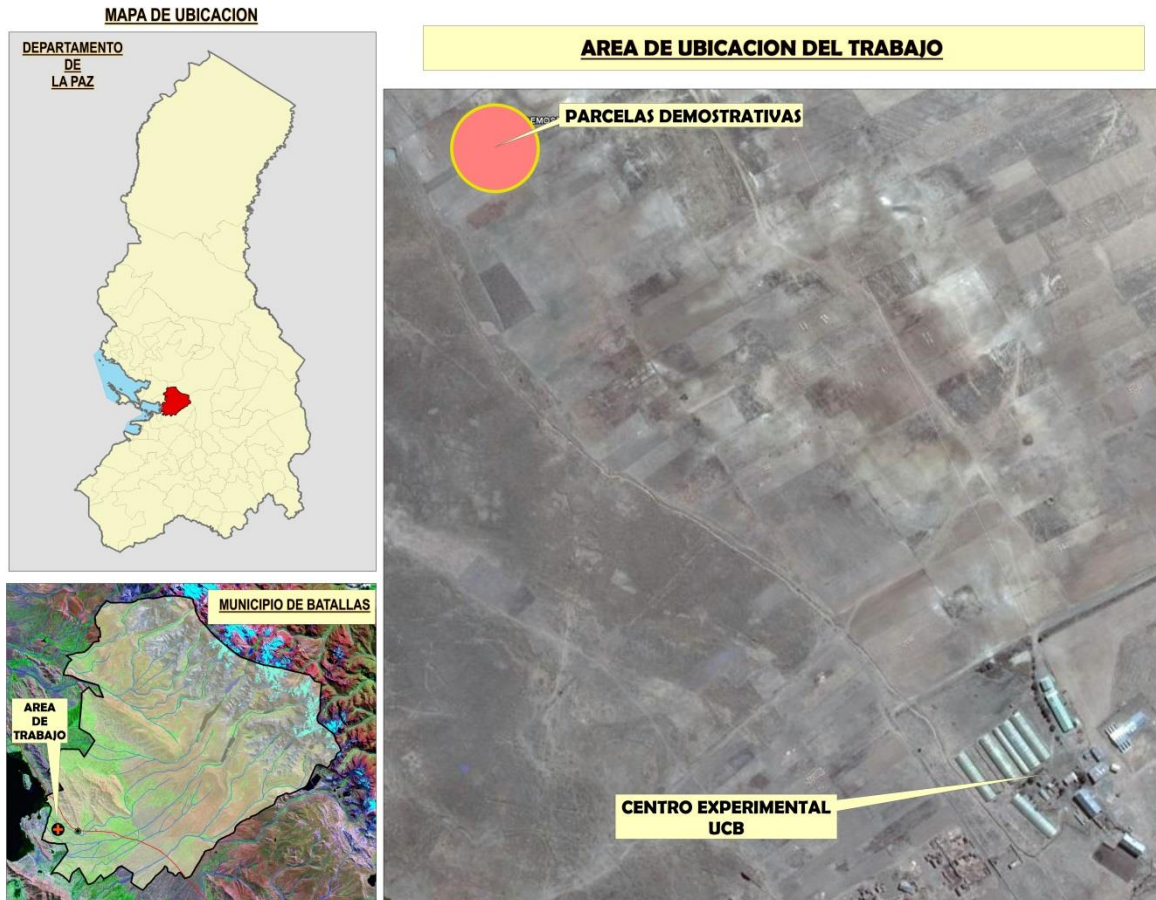
VILLARROEL, N 2001. Evaluación de tres especies forrajeras anuales (avena, cebada y triticale) en diferentes épocas y densidades de siembra en la estación Experimental de Belén, Altiplano Norte, Tesis de Grado, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz – Bolivia p 4.

8. ANEXOS

Anexo 1. Ubicación de la localidad de Choquenaira



Anexo 2. Ubicación de la localidad de Batallas



Anexo 3. Análisis de laboratorio de muestra de suelo de la localidad de Choquenaira

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	LAV 3 3 - 3
pH acuoso	ISRIC 4		04-abr	6,6
Conductividad eléctrica	ASPT 6	μS/cm	1	230
Nitrógeno Total	ISRIC 6	%	0,0014	0,18
Fosforo Disponible (P)	ISRIC 14-3	p/mg*kg-1	1,5	9,2
Carbón Orgánico	ISRIC 5	%	0,06	1,8
Materia Orgánica	ISRIC 5	%	0,1	3,1
sodio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,00083	0,14
Potasio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,0053	1,4
Acidez intercambiable	ISRIC 11	cmolc/kg	0,05	< 0,050
Carbonatos	ISRIC 13-61	Cualitativo	-	Ausente
Textura				
Arena	DIN 18 123	%	2,5	44
Limo	DIN 18 123	%	1,1	31
Arcilla	DIN 18 123	%	1,1	25
				Franco

Anexo 4. Análisis de laboratorio de muestras de suelo de la localidad de Batallas

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	LAV 3 3 - 3
pH acuoso	ISRIC 4		1 - 4	6,9
Conductividad eléctrica	ASPT 6	µS/cm	1.0	220
Nitrógeno Total	ISRIC 6	%	0,0014	0,19
Fosforo Disponible (P)	ISRIC 14-3	p/mg*kg-1	1,5	9,0
Carbón Orgánico	ISRIC 5	%	0,06	1,7
Materia Orgánica	ISRIC 5	%	0,10	3,0
sodio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,00083	0,36
Potasio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,00530	0,20
Acidez intercambiable	ISRIC 11	cmolc/kg	0,050	< 0,050
Carbonatos	ISRIC 13-61	Cualitativo	-	Ausente
Textura				
Arena	DIN 18 123	%	2,5	18
Limo	DIN 18 123	%	1,1	56
Arcilla	DIN 18 123	%	1,1	26
Franco limoso				

Anexo 5. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción localidad por variedad

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)	Sig.
V(Loc1)	8	8412	1051,5	5,3	2,51	*
V(Loc2)	8	2315	289	3,5	2,51	*
Loc(Var GAVIOTA)	1	1355	1355	6,8	4,42	*
Loc(Var AGUILA)	1	1352	1352	6,8	4,42	*
Loc(Var ALONDRA)	1	5226	5226	26,4	4,42	*
Loc(Var IBTA 80)	1	1888	1888	9,5	4,42	*
Loc(Var IBON)	1	1577	1577	8,0	4,42	*
Loc(Var GLORIA)	1	2005	2005	10,1	4,42	*
Loc(Var RENACER)	1	2576	2576	13,0	4,42	*
Loc(Var VERTIENTE)	1	2595	2595	13,1	4,42	*
Loc(Var HORIZONTE)	1	3000	3000	15,1	4,42	*
Error	18	3565	198,06			

Anexo 6. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción localidad por variedad

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)	Sig.
V(Loc1)	8	1875	1001	129,7	2,51	*
V(Loc2)	8	1,94	0,24	0,031	2,51	*
Loc(Var G)	1	3	3,00	0,4	4,42	NS
Loc(Var A)	1	4	4	0,5	4,42	NS
Loc(Var AL)	1	4	4	0,5	4,42	NS
Loc(Var I)	1	-1	-1	-0,1	4,42	NS
Loc(Var IV)	1	-1	-1	-0,1	4,42	NS
Loc(Var GL)	1	7	7	0,9	4,42	NS
Loc(Var R)	1	5	5	0,6	4,42	NS
Loc(Var V)	1	7	7	0,9	4,42	NS
Loc(Var H)	1	11	11	1,4	4,42	NS
Error	16		198,06			

