

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**



TESIS DE GRADO

**COMPORTAMIENTO AGRONOMICO DE VARIEDADES FORRAJERAS
INTRODUCIDAS DE AVENA, CEBADA Y TRITICALE EN LA SUB-
CUENCA MEDIA DEL RIO KEKA PROVINCIA OMASUYOS**

Oscar Osvaldo Chambi Parisaca

La Paz, Bolivia
2005

**Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Agronomía
Carrera de Ingeniería Agronómica**

**"COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE VARIEDADES FORRAJERAS
INTRODUCIDAS DE AVENA, CEBADA Y TRITICALE EN LA SUB-CUENCA
MEDIA DEL RÍO KEKA PROVINCIA OMASUYOS"**

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

OSCAR OSVALDO CHAMBI PARISACA

Tutor (es)

Ing. M.Sc. Hugo Mendieta Pedraza

Asesor:

Ing. Roberto Miranda Casas

Comité Revisor:

Ing. Rubén Trigo Riveros

Ing. Zenón Martínez Flores

Ing. Ph.D. Bernardo Solíz Guerrero

APROBADA

Decano:

Ing. M.Sc. Jorge Pascuali Cabrera

DEDICATORIA:

El amor de familia es un valor indescriptible y único, por lo cual dedico el presente trabajo a mi señor padre Juan Chambi Huaycho y a mi señora madre Lorenza Parisaca, por todo el apoyo brindado y la confianza depositada. También dirigido a mis hermanos Milton, Janneth y Yojhan por el amor y cariño que me brindan siempre.

*Con todo el cariño y respeto, a mis papas y hermanos,
por su constante apoyo, comprensión, cariño,
amistad y confianza.*

AGRADECIMIENTOS

Un especial agradecimiento a la Universidad Mayor de San Andrés, y en particular a la Facultad de Agronomía donde se forjan miles de recursos humanos con el único fin de superarse y servir a su país.

Al Ing. Roberto Miranda, por la orientación y entusiasmo desinteresado que mostró siempre, al Ing. Hugo Mendieta por los consejos brindados y la colaboración versátil expuesta, para la realización del presente trabajo.

A los tribunales revisores Ing. Rubén Trigo, Ing. Zenón Martínez, Dr. Bernardo Solís quienes con sus sugerencias y aclaraciones participaron en la elaboración del presente trabajo.

Un agradecimiento profundo al Dr. Hideo Ago representante del JICA (Agencia de Cooperación Internacional del Japón), quien hizo realidad el presente trabajo con la financiación de la investigación. A los miembros del MACA (Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios) en especial al Ing. Orlando Achú por la constante orientación brindada. A los miembros de la Prefectura de La Paz quienes brindaron siempre la colaboración en el trabajo de campo, en especial el apoyo del Ing. Egon Guzmán. A los miembros del AUPA (Asociación de Usuarios del Proyecto Achacachi), por la cordialidad y afecto mostrado. Y en general a todos los agricultores que brindaron su apoyo en el presente trabajo.

Un reconocimiento aparte al Ing. Rene Chipana Rivera por el apoyo prestado y la versatilidad mostrada en el cambio de visión de la facultad, al Ing. Jorge Pascuali Cabrera por su apoyo desinteresado y al Ing. Rene Baptista por la responsabilidad mostrada siempre.

A Dios, quien es el forjador de paz, tranquilidad y luz en la vida de las personas.

Y en especial a todos los compañeros y amigos de la Facultad, recordando siempre que el mañana depende de hoy, y que el entusiasmo es la llave de la felicidad...

ÍNDICE GENERAL

	Página
CONTENIDO	v
INDICE DE CUADROS	viii
INDICE DE FIGURAS	ix
INDICE DE ANEXOS	x
RESUMEN	xi
SUMARY	xii
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION BIBLIOGRAFICA	3
2.1 importancia del Forraje	3
2.1.1 Aspectos Botánicos de la Cebada	4
2.1.2 Aspectos Botánicos de la Avena	5
2.1.3 Aspectos Botánicos del Triticale	5
2.2 Descripción Fenológica del Cultivo	6
2.2.1 Ritmo de Crecimiento	6
2.2.2 Fases fenológicas	7
2.3 Descripción de enfermedades en Forrajes Anuales	8
2.3.1 Enfermedades	8
2.3.1.1 Enfermedades causadas por <i>Helminthosporium</i>	8
2.4 Descripción Agronómica del Cultivo	10
2.4.1 Producción de forrajes anuales en el altiplano Boliviano	10
2.4.2 Siembra	10
2.4.3 Densidad de siembra	11
2.4.4 Labores Culturales	12
2.4.5 Rendimiento de Materia Seca	12
2.4.6 Valor Nutritivo del Forraje	13
2.5 Análisis Económico	14
2.6 Exigencia climática para la producción de Forrajes Anuales	15
2.6.1 Clima	15
2.6.2 Suelo	15
2.7 Introducción de Variedades	15
2.8 Investigación Participativa	16
2.8.1 Modelo Holístico	16
3. MATERIALES Y METODOS	17
3.1 Localización y Características del Área del Experimento	17
3.1.1 Fisiografía y Ecología de la región	17
3.1.2 Condiciones Edafoclimáticas de la región	19
3.1.2.1 Precipitación y Temperatura en la zona de Estudio	19
3.1.2.2 Características del suelo en la zona de Estudio	21
3.1.3 Vegetación Predominante	23
3.1.4 Agricultura Predominante	23
3.1.5 Condición Socioeconómico de vida	23
3.2 Materiales	24

3.2.1	Material Vegetal	24
3.2.1.1	Características de las variedades empleadas	25
3.2.2	Material de Laboratorio	25
3.2.3	Material de Campo	26
3.2.4	Material de Gabinete	26
3.3	Metodología	26
3.3.1	Método de Campo	26
3.3.1.1	Diagnostico y Coordinación con familias de Trabajo Participativo	26
3.3.1.2	Muestreo y análisis de suelo	26
3.3.1.3	Preparación del sitio del experimento	27
3.3.1.4	Siembra	27
3.3.1.5	Labores Culturales	27
3.3.1.6	Análisis Bromatológico	28
3.3.1.7	Cosecha	29
3.3.1.8	Talleres de Capacitación en Aula y Campo	29
3.3.1.9	Evaluación participativa	29
3.3.2	Procedimiento Experimental	30
3.3.2.1	Diseño Experimental	30
3.3.2.2	Modelo Estadístico	30
3.3.2.3	Factores de Estudio	31
3.3.2.4	Tratamientos	31
3.3.2.5	Características del Campo Experimental	31
3.3.2.6	Proceso del análisis de datos	34
3.4	Variables de Respuesta	35
3.4.1	Determinación del comportamiento fenológico	35
3.4.1.1	Días a la emergencia	35
3.4.1.2	Días a la Prefloración o Espigamiento	35
3.4.1.3	Días a la Antesis o Floración	35
3.4.1.4	Días a grano lechosos (Cosecha)	36
3.4.2	Presencia del <i>Helminthosporium</i>	36
3.4.3	Determinación del comportamiento agronómico	37
3.4.3.1	Altura de Planta	37
3.4.3.2	Numero de Macollos	37
3.4.3.3	Rendimiento de Materia Seca	37
3.4.3.4	Relación Alométrica Hoja /tallo	38
3.4.3.5	Valor Nutritivo del Forraje	38
3.4.4	Análisis de Costos de Producción	38
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
4.1	Descripción del Comportamiento Fenológico	40
4.1.1	Días a la Emergencia	40
4.1.1.1	Días a la Emergencia en tres Localidades	40
4.1.1.2	Días a la Emergencia de Variedades	41
4.1.1.3	Días a la Emergencia para la Interacción Localidad entre Variedad	43
4.1.2	Días a la Prefloración	46
4.1.2.1	Días a la Prefloración en tres Localidades	46

4.1.2.2	Días a la Prefloración de Variedades	47
4.1.3	Días a la Antesis	48
4.1.3.1	Días a la Antesis en Tres Localidades	49
4.1.3.2	Días a la Antesis de Variedades	50
4.1.4	Días a Grano Lechoso (Cosecha)	51
4.1.4.1	Días a Grano lechoso en tres Localidades	51
4.1.4.2	Días a Grano lechoso de Variedades	52
4.2	Incidencia de Enfermedades	54
4.2.1	Presencia del <i>Helminthosporium</i>	55
4.3	Descripción del Comportamiento Agronómico	57
4.3.1	Altura de Planta	57
4.3.1.1	Altura de Planta en tres Localidades	58
4.3.1.2	Altura de Planta de Variedades	59
4.3.1.3	Altura de Planta para la Interacción Localidad Entre Variedad	60
4.3.2	Numero de Macollos	63
4.3.2.1	Numero de Macollos por Planta de Variedades	64
4.3.3	Rendimiento de Materia Seca	65
4.3.3.1	Rendimiento de Materia Seca en tres Localidades	66
4.3.3.2	Rendimiento de Materia Seca de Variedades	67
4.3.4	Índice de la relación Alométrica Hoja / Tallo	69
4.3.4.1	Relación Alométrica Hoja/Tallo en tres Localidades	70
4.3.4.2	Relación Alométrica Hoja/Tallo de Variedades	71
4.3.4.3	Relación Alométrica Hoja/Tallo para la Interacción Localidad por Variedad	72
4.3.5	Análisis Bromatológico	74
4.4	Análisis de la Correlación de las Variables Vs. Rendimiento	76
4.5	Análisis Económico	79
4.5.1	Análisis de la Relación Beneficio/Costo	79
5.	CONCLUSIONES	82
6.	RECOMENDACIONES	84
7.	BIBLIOGRAFIA	85
ANEXOS		88

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Pag
1.	Datos geodésicos de las localidades de estudio	17
2.	Principales características físicas y químicas de los suelos en estudio	21
3.	Especies y variedades de Avena, Cebada y Triticale empleadas en el estudio	24
4.	Calendario de deshierbe y riego de variedades forrajeras en las localidades de estudio	28
5.	Días al corte de las variedades forrajeras en las diferentes localidades	29
6.	Flujograma del análisis de datos	34
7.	Prueba de Duncan para comparar los días a la emergencia de las plántulas forrajeras en tres localidades	40
8.	Prueba de Duncan para comparar los días a la emergencia de las diferentes variedades forrajeras	42
9.	ANVA de efectos simples para la interacción localidad por variedad de los días a la emergencia	44
10.	Comparación de medias para los días a la emergencia de las variedades en la interacción localidad por variedad	45
11.	Prueba de Duncan para comparar los días a la prefloración de las variedades forrajeras en tres localidades	46
12.	Prueba de Duncan para comparar los días a la prefloración de las diferentes Variedades	47
13.	Prueba de Duncan para comparar los días a la antesis de las variedades forrajeras en tres localidades	49
14.	Prueba de Duncan para comparar los días a la antesis de las diferentes Variedades	50
15.	Prueba de Duncan para comparar los días a grano lechoso de las Variedades en tres localidades	51
16.	Prueba de Duncan para comparar los días a grano lechoso de las diferentes Variedades	53
17.	Intensidad del <i>Helminthosporium</i> en las variedades forrajeras en estudio	55
18.	Prueba de Duncan para comparar la altura de planta en tres localidades	58
19.	Prueba de Duncan para comparar la altura de planta de las diferentes especies y variedades	59
20.	ANVA de efectos simples para la interacción localidad por variedad	60
21.	Comparación de medias para la altura de planta de las variedades en la interacción localidad por variedad	62
22.	Prueba de Duncan para comparar el número de macollos por planta de las diferentes variedades	64
23.	Prueba de Duncan para comparar el rendimiento de materia seca en tres localidades	66
24.	Prueba de Duncan para comparar el rendimiento de materia seca de las diferentes Variedades	68

25.	Prueba de Duncan para comparar la relación hoja/tallo de planta en tres localidades	70
26.	Prueba de Duncan para comparar la relación hoja/tallo de las diferentes Variedades	71
27.	ANVA de efectos simples para la interacción localidad por variedad	72
28.	Comparación de medias para la relación hoja/tallo de plantas para la interacción localidad por variedad de las especies forajeras	74
29.	Valor nutritivo de las variedades Forajeras	75
30.	Variables correlacionadas al rendimiento de materia seca de las variedades en tres localidades	77
31.	Análisis Económico del beneficio/costo de los diferentes tratamientos en la localidad de Suntia chico	79
32.	Análisis Económico del beneficio/costo de los diferentes tratamientos en la localidad de Jahuirlaca	80
33.	Análisis Económico del beneficio/costo de los diferentes tratamientos en la localidad de Tipampa	81

INDICE DE FIGURAS

Figura		Pag
1.	Mapa de Ubicación de la zona de Estudio	18
2.	Comportamiento de la precipitación pluvial y temperatura media mensual en la gestión agrícola 2003-2004, zona de Achacachi	20
3.	Comportamiento de la temperatura máxima, media y mínima mensual en la gestión agrícola 2003-2004, zona de Achacachi	21
4.	Croquis de Campo de la localidad de Suntia Chico	32
5.	Croquis de Campo de la localidad de Jahuirlaca	33
6.	Croquis de Campo de la localidad de Tipampa	33
7.	Escala de Saari-Prescott para evaluar enfermedades foliares de trigo y cebada	36
8.	Días a la emergencia de variedades forajeras	43
9.	Días a la emergencia para la interacción localidad por variedad	44
10.	Días a la prefloración de variedades	48
11.	Días a grano lechoso (Cosecha) de variedades	54
12.	Incidencia del <i>Helminthosporium</i> en variedades	56
13.	Altura de planta de variedades en tres localidades	61
14.	Rendimiento de Materia seca de variedades en tres localidades	67
15.	Relación hoja/tallo de plantas para la interacción localidad por variedad	73

INDICE DE ANEXOS

- A1. Rendimientos obtenidos en forrajes anuales en diferentes localidades
- A2. Análisis bromatológico de Triticale por el método de Van Soest bajo sistema de riego y seco
- A3. Escala de Zadoks para los estados de crecimiento de los cereales
- A4. Principales datos climáticos de la gestión agrícola 2003-2004 de la zona de Achacachi
- A5. Análisis de varianza
- A6. Proceso del análisis económico
- A7. Memoria fotográfica

RESUMEN

La producción bovina lechera, es una de las actividades que mayores ingresos generan al agricultor del altiplano boliviano, por lo que existe una relación estrecha entre la actividad ganadera y la agrícola, de modo que la crianza de animales depende de la disponibilidad y calidad del forraje que se proporcione. El propósito del presente estudio fue evaluar el “Comportamiento agrofenológico de variedades forrajeras introducidas de Avena, Cebada y Triticale y su valor nutritivo”, la misma fue realizada en la sub-cuenca media del río Keka provincia Omasuyos, entre diciembre de 2003 a mayo de 2004 en las localidades de Suntia Chico (suelo con textura F; pH=6,33), Jahuiraca (suelo con textura Y; pH=6,18) y Tipampa (suelo con textura Y; pH=7,10), ubicados a 16°02'LS y 68°40'LO y una altitud promedio de 3800 msnm. La temperatura media fue de 9,18 °C, una mínima de 2,02 °C, y una máxima de 16,34 °C, la precipitación total en los meses del ensayo fue de 341,9 mm. Se empleó semillas certificadas de las especies; triticale vars. Renacer y Eronga, cebada vars. Gloria, IBTA 80 e IBON, y en avena las vars. Águila, Gaviota y L-94/171 (actualmente conocida como variedad alondra). El diseño estadístico correspondió a un diseño de Boques Completos al Azar repetidos en localidades. Para la evaluación de la incidencia del *helminthosporium* se considero la escala de Saari –Prescott. Se evaluaron parámetros fenológicos, como; días a la emergencia, a la prefloración, a la antesis, a grano lechoso (cosecha). Además de las variables agronómicas; altura de planta, número de macollos, rendimiento de materia seca, relación hoja/tallo, incidencia de *helminthosporium* y el valor nutritivo. La respuesta de las variedades introducidas en las diferentes localidades, presento los siguientes resultados y conclusiones sobresalientes: En la localidad de Tipampa, se observaron los mayores rendimientos llegando a tener un promedio de 6,35 ton MS/ha que es superior a la de la localidad Jahuiraca y Suntia Chico que obtuvieron 4,40 y 3,37 ton MS/ha respectivamente debido a las diferencias en las condiciones de suelo. Las variedades con mayor rendimiento de materia seca fueron: Águila, en avena con 6,15 ton MS/ha; en cebada la variedad Gloria obtuvo 4,76 ton MS/ha; la variedad Renacer en triticale con 3,93 ton MS/ha. Entre especies la avena alcanzó un promedio de 5,7 ton MS/ha, seguido por la cebada con 4,6 Ton MS/ha, y finalmente el triticale con 3,4 Ton MS/ha. Por otra parte las variedades más precoces fueron; la variedad Gloria (127 días a la cosecha) en cebada; en triticale la variedad más precoz fue la Eronga con 133 días y la más tardía la Renacer con 139 días; finalmente en la avena la variedad L-94/171 (139 días), fue más precoz que la variedad Águila (142 días) y Gaviota 148 días. En lo referente a especies, la cebada fue precoz con un promedio de 130 días a grano lechoso, seguido por el triticale con 136 días y finalmente la avena con 143 días. La incidencia del *helminthosporium*, fue de 91,7% de una gravedad de tipo sensible en las variedades; IBON en cebada y L-94/171 en avena, contrariamente las variedades Gloria en cebada con 8,33% y Renacer en triticale con 16,7% a un tipo Moderadamente Resistente. De acuerdo al análisis bromatológico, se consideran a las variedades de las tres especies como forraje energético, ya que el contenido de proteína presento un promedio de 4,81% y el de energía 19,03%. El rendimiento de Materia Seca esta directamente correlacionado con la altura de planta, existiendo una correlación inversa con la incidencia del *helminthosporium*. Las variedades con mayor rendimiento y alta razón beneficio/costo, en las tres localidades, fueron; Águila en avena con un promedio de (B/C=2,19), en cebada la variedad Gloria (B/C=1.69), y finalmente en el triticale la variedad Renacer (B/C=1,38), resultando ser una proporción bastante significativa y beneficiosa para el agricultor.

SUMMARY

The bovine production, is one of the activities that larger receipts generate to the bolivian highland farmer, there is a close relationship between the cattler and agricultural activities, so that the animal raising depends on availability and forage quality supplied. The intention of this study was to evaluate the "Agrofenologic behavior of introduced forage varieties of Oats, Barley and Triticale, and its nourishing value, which was realized in the Keka river middle sub valley, Omasuyos province", being directed in the period between December, 2003 and May 2004 into the Suntia Chico (texture soil F; pH=6,33), Jahuiraca (texture soil Y; pH = 6,18) and Tipampa (soil texture Y; pH = 7,10) localities, position a 16°02'LS y 68°40'LO whit a middle altitude of 3800 msnm. The temperature mean was 9,18 °C, minimum 2,02 °C and maxim 16,34°C, total precipitation in experiment months 341,9 mm. It was used certificated species' seed; Triticale Renacer and Eronga varieties; Barley Gloria, IBTA 80 and IBON varieties; Oats, Aguila, Gaviota and L-94/171(at the moment variety lark) varieties; The statistical design correspond to a Complete Random Blocks repeated into localities. For the incidence evaluation of *Helminthosporium*, it was considered the Saari – Prescott scale. Being evaluated fenologic parameters, like: days to emergence, preflowering days, anthesis days, milky grain days (harvest). In addition to agronomy variables like: plant heighness, sprout number, dry material output, leaf / sprout relation, *Helminthosporium* incidence and nourishing value. On Tipampa, were looked the largest outputs reaching an average of 6,35 ton MS/ha upper than Jahuiraca and Suntia Chico localities reaching 4,40 and 3,37 ton MS/ha respectively. The soil conditions of Tipampa, were the most kind for the grows by its high contents of organic material 4,7%, nitrogen 0,28% and phosphorus 15,43 ppm, neuter pH with basic tendence and 54% porosity, being nitrous and argil. The varieties with largest output of dry material were: Aguila, in Oats with 6,15 ton MS/ha. Gloria variety in Barley obtained 4,76 ton MS/ha. The species which reached the shortest output is Triticale, having Renacer variety with 3,93 ton MS/ha. Between species Oats reached an average of 5,7 ton MS/ha, followed by Barley with 4,6 ton MS/ha, and finally Triticale with 3,4 ton MS/ha. Besides, it could be identify that precosius varieties correspond to: Barley Gloria variety (127 days to harvest). In Triticale the more precosius variety is Eronga with 133 days and the later Renacer with 139 days. Finally Oats L-94/171 variety (139 days), is more precosius than Aguila variety (142 days), Being Gaviota de later variety. In the related to species, Barley is more precosius with an average of 130 days to milky grain, followed by Triticale with 136 days and finally Oats with 143 days. Concerning to *Helminthosporium* incidence, the more susceptibility varieties were: Barley IBON and Oats L-94/171 with 91,7% gravity of susceptible model. On the contrary Barley Gloria variety with 8,33% and Triticale Renacer with 16,7% as a moderate resistant. In accordance with the bromatologic analysis, the varieties of the 3 species studied like forage are outstanding on energetic character, since protein contents did not present significant differences between varieties with an average of 4,81% protein. The dry material output is directly correlated with plants highness showing average values of 0,30 Barley, 0,42 Oats and 0,30 Triticale, in addition to stand out the existent correlation among *Helminthosporium* incidence and output, which correlation values are negative and lower; ($r = 0,05$) Barley, ($r = -0,38$) Oats and ($r = 0,08$) Triticale, this explain that with a higher *Helminthosporium* incidence there are lower forage outputs. The higher output and higher benefit/cost reason varieties, into three localities, were; Oats Aguila with an average of (B/C = 2,19), Barley Gloria variety (B/C = 1,69), and finally Triticale Renacer variety (B/C = 1,38), being a considerable significant proportion and profit to the farmer.

1. INTRODUCCIÓN

La producción bovina, es una de las actividades que mayores ingresos genera al agricultor del altiplano boliviano, por lo que existe una relación bastante estrecha entre la actividad ganadera y la agrícola, de modo que la crianza de animales depende de la disponibilidad y calidad del forraje que se proporcione (Villarroel, 2001).

Toda investigación en cultivos destinados para forraje, debe fundamentarse en el concepto de que los forrajes son el alimento mas adecuado y barato para los rumiantes, con mayor productividad ganadera (Cardozo, 1991). En la estación experimental de Belén ubicada en el Altiplano Norte, se obtuvieron rendimientos de materia seca en avena de 8,58 ton/ha seguido por el triticale con 7,99 ton/ha y por último la cebada con 7,47 ton/ha (Villarroel, 2001).

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.

Una demanda primordial en la zona de estudio consistió en conocer el comportamiento agronómico de variedades forrajeras de avena, cebada y triticale y su valor nutritivo en la sub-cuenca media del río Keka. Al respecto Gutiérrez¹ en comunicación personal señala que la línea L-94/171 de avena es considerada desde el año 2002 como variedad, denominándola alondra.

Las especies forrajeras anuales son componentes importantes del sistema de rotación tradicional de cultivos, y se necesita evaluar el potencial de nuevas variedades a nivel de finca por la aparición de nuevas enfermedades y plagas que amenazan la producción de las variedades actualmente utilizadas. Debido a que la zona es

¹ Gutiérrez, F. 2005. Variedades forrajeras (correo electrónico). Cochabamba, BOL, Centro de Investigación en forrajes (CIF).

estrictamente ganadera se requiere de forraje de elevado valor nutritivo, además la propiedad de la tierra por unidad familiar es reducida, por lo que es necesario un mayor rendimiento por unidad de superficie.

Por lo expuesto, el presente trabajo tuvo por finalidad alcanzar los siguientes objetivos.

Objetivo General:

- Evaluar el comportamiento agrofenológico de variedades forrajeras introducidas de avena, cebada y triticale y su valor nutritivo en la sub-cuenca media del río Keka provincia Omasuyos.

Objetivos Específicos:

- Determinar el comportamiento fenológico de las variedades forrajeras en las diferentes localidades.

- Evaluar la tolerancia a las enfermedades de las variedades forrajeras introducidas.

- Determinar el rendimiento de materia seca y valor nutritivo de las variedades en estudio de las tres especies (Avena, Cebada y Triticale).

- Realizar el análisis económico de Beneficio/Costo para cada variedad.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Importancia del forraje

Melgarejo, citado por Villegas (2004), señala que la cebada es importante en la producción de grano y forraje entre los cereales menores y se adapta mejor a las condiciones de clima y suelo de los Valles y Altiplano Boliviano. La rusticidad que caracteriza a esta especie y su amplio rango de adaptación, resistencia a bajas temperaturas, además de su precocidad, buena palatabilidad y la facilidad de conservación como heno y ensilado para el ganado, la hacen un cultivo importante. Además, López, citado por Villegas (2004), indica que la cebada ocupa el cuarto lugar en el ámbito mundial en importancia, después del trigo, maíz y arroz.

González, citado por Conde (2003), menciona que la avena ocupa el quinto lugar en la producción mundial de cereales. La distribución geográfica de su cultivo denota la afinidad de esta planta por áreas templadas frescas. Europa, EE.UU. y Rusia cosechan el 80% de la producción mundial.

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

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

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.

2.1.1 Aspectos botánicos de la cebada

Según Robles y Garza, citado por Villegas (2004), menciona la siguiente descripción botánica de la cebada:

- La raíz.- El sistema radicular esta compuesto por raíces fibrosas, al igual que el trigo son de dos clases; las primarias o seminales, y las secundarias o adventicias. Las seminales están preformadas en el embrión y son reemplazadas en el estado de plántula, por las raíces adventicias, las que se desarrollan de los nudos inferiores del tallo.
- El tallo.- Es cañoso, erecto y ascendente, con nudos y entrenudos siendo los entrenudos basales cortos y gradualmente más largos hacia el ápice, pueden alcanzar una altura de hasta un metro.
- La hoja.- Es envainadora, se presentan en número de 4 a 6 en cada tallo, cada hoja esta formada por dos partes principales que son la vaina y la lamina, además de dos estructuras accesorias, ligula y las aurículas.
- La inflorescencia.- Las espiguillas están compuestas por 2 a 6 flores, que están reunidas en número de tres sobre cada diente del eje, el cual es articulado.
- La flor.- Es hermafrodita, presenta dos estilos que llevan unos estigmas plumosos a los que les rodean tres estambres. Todo el conjunto floral esta encerrado en una casilla floral llamada antecio formada por dos brácteas llamadas glúmelas; de las dos glúmelas la inferior recibe el nombre de lema y la superior de palea.
- El fruto.- Es grano o cariósipide de forma puntiaguda en uno de sus extremos y aunque puede ser desnudo, en la generalidad vestido, detalle que depende de la variedad.

2.1.2 Aspectos botánicos de la avena

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

2.1.3 Aspectos botánicos del triticale (*X. Triticosecale*)

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

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

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

Clase:	Liliopsida
Sub-clase:	Commelinidae
Orden:	Ciperales
Familia:	Poaceae (Graminaea)
Sub-familia:	Pooideae
Tribu:	Triticae x Hordeae
Nombre Científico:	<i>Triticum aestivum x Secale cereale</i>
Nombre Común:	Triticale

2.2 Descripción fenológica del cultivo

2.2.1 Ritmo de crecimiento

Según Gallegos del Tejo (1997), el ciclo evolutivo de una planta se caracteriza por dos series de fenómenos:

- Crecimiento, que es el aumento de dimensiones y eventualmente del número de órganos de la misma naturaleza.

- Desarrollo, que es el conjunto de transformaciones que corresponden a la creación de nuevos órganos, así por ejemplo, la aparición de flores en la planta.

Existen factores de vital importancia como factores físicos que se encuentran estrechamente relacionados con el crecimiento vegetal (Fernández, 1998). Y Gallegos del Tejo (1997), hace su mención sobre estos factores e indica que los más importantes son:

- Temperatura, del que dependen las velocidades de crecimiento de los diferentes órganos subterráneos y aéreos de la planta.

- La composición de la atmósfera a nivel de los puntos de consumo de oxígeno por las raíces activas.

- La posibilidad mecánica de elongación y de crecimiento de los órganos aéreos y subterráneos.

- La cantidad y la movilidad del agua disponible, para asegurar el flujo de imbibición de las semillas, luego utilizado por las raíces y posteriormente la transpiración.

Quispe (1999), señala que la avena, cebada y triticale llegan a la madurez fisiológica de forraje para cosecha (grano lechoso) en 127, 101 y 112 días respectivamente.

Crespo (2003), en un estudio de introducción de variedades de avena en la localidad de Choquenaira, indica que la fase de emergencia tubo como promedio 11 días; la fase de macollamiento 31 días; la fase de encañamiento 67 días; la fase de floración 130 días; el estado de grano lechoso 166 días y finalmente la madurez fisiológica se presento a los 207 días como promedios.

2.2.2 Fases fenológicas

Marca (1989), describe las siguientes fases de desarrollo en forrajes anuales:

- 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.
- Encañado, 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 florcillas se abren y las anteras liberan el polen.
- Grano Lechoso, cuando el 50% de las espigas (panojas) presentan granos que al ser presionados con la uña revientan y sale un liquido 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.

A su vez, señala que en trabajos de investigación en Puno (Perú), evidenciaron que el período vegetativo de los forrajes está en función a los factores, variedades (precoces, tardías), manejo (fertilización nitrogenada) y precipitación pluvial, mostrando en la avena forrajera el estado de grano lechoso a los 160 a 190 días de desarrollo.

Meneses (2000), a manera de ilustración muestra la descripción de los estadios principales y secundarios del crecimiento en la escala de Zadoks *et al.*, (1974), según la modificación hecha por Tottman y Makepeace (1979), (Figura A3).

2.3 Descripción de enfermedades en forrajes anuales

2.3.1 Enfermedades

Robles, citado por Copa (1996), indica que las gramíneas forrajeras son atacadas por enfermedades similares, entre estas tenemos; roya del tallo y de la hoja, enfermedades bacterianas, cornezuelo y otras enfermedades (achaparramiento amarillo, mancha de la hoja, manchas necróticas y quemaduras de la hoja).

Según Calderón (1984), se tienen las siguientes enfermedades en los forrajes en estudio; Carbón desnudo de la cebada (*Ustilago nuda*), Mancha listada de las hojas de la cebada (*Helminthosporium gramineum*), Carbón cubierto de la cebada (*Ustilago hordei*), Mancha reticulada de la hoja de la cebada (*Helminthosporium teres*), Mancha café de la hoja de la cebada (*Rhynchospodium secalis*), Mancha foliar en la cebada (*Alternaria* sp.), Tizón desnudo de la avena o Carbón de la avena (*Ustilago avenae*), Roya de la hoja de avena (*Puccinia coronata avenae*), Oidium de las gramíneas (*Erysiphe graminis*),

2.3.1.1 Enfermedades causadas por *Helminthosporium*

Se encuentran ampliamente distribuidas por todo el mundo y son muy comunes y severas en muchas plantas de cultivo importantes de la familia de los pastos (gramíneas).

Así, diferentes especies de *Helminthosporium*², que en la actualidad se conocen bajo los nombres de Bipolares o Drechslera, producen los tizones foliares del maíz, la mancha parda o tizón del arroz, la pudrición de la corona y raíz del trigo, y mancha foliar de este, la mancha reticulada de la cebada, enfermedad del rayado y mancha de las gramíneas (Agrios, 1991).

Agrios (1991), señala que, al parecer las enfermedades son más severas en la cebada que en los otros cultivos. En la mancha reticulada de la cebada aparecen manchas pequeñas, pardas casi cuadradas y en forma de red cerca de la punta de las hojas de la plántula. Dichas manchas se extienden conforme se desarrolla la hoja y avanzan sobre toda la lámina de esta última y en caso de que se extienda aun más, la hoja adquiere un aspecto reticulado. En la enfermedad del rayado de la cebada se forman rayas amarillas sobre la lámina de las hojas y vainas de las hojas maduras. Mas tarde, dichas rayas se empardecen y casi al fin de la estación de crecimiento es frecuente que las hojas se disgreguen; las plantas que han sido infectadas se atrofian y por lo común no se producen cabezuelas normales.

La mayoría de las especies de *Helminthosporium* se ven favorecidas por las temperaturas moderadas a calidas (18 a 32°C) y en particular cuando el clima es húmedo. La mayoría de las enfermedades por *Helminthosporium*, especialmente las manchas foliares, son retardadas cuando el clima es seco. El hongo se propaga mediante sus numerosos conidios que son llevados por el viento, salpicados por la lluvia, o bien cuando se adhieren al equipo de cultivo, pies, animales y otros vectores (Agrios, 1991).

² Agrios (1991), el hongo produce largas conidias cilíndricas, oscuras, de 3 a varias células, que poseen paredes gruesas y a veces ligeramente encorvadas. Las conidias se forman sucesivamente sobre las nuevas puntas en proceso de crecimiento de conidioforos irregulares, septados y bastantes oscuros. Se ha demostrado que varias especies de este hongo producen peritecios negros que contienen ascas cilíndricas, incoloras y filiformes de 4 a 9 células del genero *Cochilobolus*.

Helminthosporium sativum (sin. *Bipolaris sorokiniana*) es causante de la mancha marrón en planta adulta y enfermedades del sistema radicular. Los patógenos causantes de manchas foliares como *H. sativum* (*Bipolaris sorokiniana*) y *Drechslera tritici* *repentis* son introducidos en su mayoría a chacras limpias, por medio de la semilla. Sin embargo, en áreas donde rastros infestados del trigo (siembra directa) están presentes, la semilla infectada contribuye con muy poco inóculo a la epidemia total (Quintana, 2005).

2.4 Descripción agronómica del cultivo

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, 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.

2.4.2 Siembra

Tapia (1986), manifiesta que se ha establecido que la mejor época de siembra esta 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.

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

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 (Ramírez, 1977).

2.4.3 Densidad de siembra

La densidad de siembra varía ampliamente de un lugar a otro y dependiendo del propósito de la misma ya sea para forraje o grano. Además es afectada significativamente por la disponibilidad de agua y la calidad de la semilla (Mendieta³, comunicación personal).

Prieto y Alzérreca, citados por Villarroel (2001), 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.

Según 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 ultimo con la densidad de 110 kg tan solo 7,98 ton/ha.

Quispe (1999), en estudio comparativo de variedades de avena, cebada y triticale en la localidad de Choquenaira utilizó densidades de siembra de, 100 kg/ha para la avena y triticale, 80 kg/ha para la cebada, obteniendo rendimientos de 7,58; 6,46 y 5,23 ton MS/ha respectivamente.

³ Mendieta, H. 2000. Manejo de cultivos forrajeros (entrevista). La Paz, BOL, Universidad Mayor de San Andrés.

Mendieta, citado por Copa (1996), en la estación Experimental de Choquenaira empleando una densidad de 80 kg/ha obtuvo un rendimiento promedio de 4,24 ton MS/ha en las variedades cautivador, eronga y renacer en triticale.

2.4.4 Labores culturales

Se dan limpiezas generalmente en los cultivos forrajeros, para aflojar el terreno y extirpar malezas; la avena como es mas exigente en humedad que la cebada y el triticale requiere de 4 a 6 riegos, desde su emergencia a floración, o sea un tiempo mas o menos calculado de 103 a 130 días, que es el lapso hasta el florecimiento (Ramírez, 1977).

2.4.5 Rendimiento de materia seca

Copa (1996), señala en respuesta a las variedades y líneas de triticale que la variedad Eronga reporto la mejor producción con un rendimiento promedio de 4,359 kg MS/ha, seguida en importancia por la variedad renacer con un rendimiento de 3,771 kg MS/ha.

Gonzáles, citado por Quispe (1999), indica que los cortes realizados en dos épocas de siembra de cebada, registraron que a los 137 días después de la siembra se obtuvo un rendimiento de 3,740 kg MS/ha para la primera época y a los 125 días después de la siembra un rendimiento de 3,290 kg MS/ha para la segunda época.

Villarroel (2001), señala que el mejor promedio de rendimiento de materia seca, fue obtenido por la avena con 8,58 ton/ha seguido por el triticale con 7,99 ton/ha y por último la cebada con tan solo 7,47 ton/ha en un estudio realizado en la localidad de Belén provincia Omasuyos con buenas condiciones de precipitación al rededor de 400 mm.

Lobaton, citado por Conde (2003), propone un cuadro de rendimientos de materia seca en ton/ha en varias localidades y años, trabajos realizados en Patacamaya, San Andrés, Q'orpa, Choquenaira, Patacamaya, Kallutaca y Calamarca. Donde los mayores rendimientos se obtuvieron en la localidad de Q'orpa con un promedio de 12,14 ton/ha en avena y 12,19 ton/ha en el triticale. Y los menores rendimientos fueron en la localidad de

Patacamaya con 1,66 ton/ha en avena; y en la localidad de San Andrés de Machaca en el triticale con 2,28 ton/ha (Cuadro A1).

Mendieta (1992), asevera en un estudio realizado en la estación experimental de Choquenaira, que el triticale variedad cautivador, supero significativamente con 6,820 kg MS/ha a las variedades Eronga y Renacer, aunque ambos registraron rendimientos de 4,241 y 3,394 kg MS/ha respectivamente.

2.4.6 Valor nutritivo del forraje

Wattiaux, citado por Apaza (2004), indica que las proteínas están compuestas de una o varias cadenas de aminoácidos estrechamente ligados. También señala, que el químico danés J. G. Kejeldahl, desarrolló un método en 1883 para determinar la cantidad de nitrógeno en un compuesto. El promedio de proteínas en contenido de nitrógeno es de 16%. Así, el porcentaje de proteína en un alimento es típicamente calculado como el porcentaje de nitrógeno multiplicado por 6,25 ($100/16=6,25$). Esta medida se llama proteína cruda.

Alzerreca y Cardazo (1991), determinaron los valores nutricionales de los alimentos, para la ganadería andina entre las especies estudiadas con porcentajes de proteína cruda (PC) y Extracto Etéreo (EE), en avena con 20% (PC) y 7,7% (EE), en cebada con 11,8% de (PC) y 3,1% de (EE) y triticale con 12,3% (PC).

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

Llanque (2004), indica que el contenido de proteína en el triticale con el empleo de riego por aspersión reporto 7,67% de proteína y en condiciones de Secano 6,58% de proteína (Cuadro A2).

2.5 Análisis económico

Se fundamenta principalmente en la consideración de los Costos de producción, el Ingreso Bruto, el Ingreso Neto y la relación Beneficio/Costo.

El costo total, se puede definir como el valor de los factores de producción (recursos o insumos) que son empleados en el proceso productivo para crear o producir un bien o servicio. El proceso productivo precisa para su inicio movilizar y combinar recursos materiales, humanos y financieros. Dentro de la visión general, el costo total es la suma del costo fijo total con el costo variable total. Donde el Costo fijo, son aquellos costos en que necesariamente se tienen que incurrir al iniciar las operaciones, aun cuando no se produzca nada y el Costo variable, son aquellos que varían al variar el volumen de producción (Alvarado³, comunicación personal).

De acuerdo al mismo autor el Ingreso bruto o beneficio bruto de campo de cada tratamiento se calcula multiplicando el precio del producto por el rendimiento ajustado y el Ingreso neto, es la diferencia entre el ingreso total menos el costo total.

La relación beneficio/costo (B/C), muestra la cantidad de dinero que recibirá una alternativa de producción por cada unidad monetaria invertida. Se determina dividiendo los ingresos brutos (beneficios) entre los costos. Este indicador mide la relación que existe entre los ingresos de una alternativa de producción y los costos incurridos a lo largo de su vida útil incluyendo la inversión total. Además Sapag (2000), menciona que se considera la razón B/C solo como un índice de relación, en lugar de un valor concreto.

Al respecto Alvarado⁴ (2002), señala que para su aplicación es necesario tener los siguientes parámetros de medición:

$B/C > 1$, entonces, existe beneficio

$B/C < 1$, entonces, no existe beneficio

$B/C = 1$, entonces, no existe beneficio ni perdida

⁴ Alvarado, H. 2002 Economía agrícola (entrevista). La Paz, BOL, Universidad Mayor de San Andrés.

2.6 Exigencia climática para la producción de forrajes anuales

2.6.1 Clima

Parsons, citado por Quispe (1999), menciona que las gramíneas y particularmente la avena, cebada y triticale se cultivan en zonas templadas de 15 a 31°C, aunque también pueden soportar bajas en temperatura y humedad. Los cereales de primavera necesitan unos 600 mm de precipitación en el año y los de invierno requieren aproximadamente 800 mm, sin embargo también se adaptan a zonas con precipitaciones de 300 a 400 mm de agua. 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. Cuando la duración del día no es suficiente en la época de floración, esta se tardará o no florecerá; empero, algunas variedades son relativamente insensibles a la duración del día.

2.6.2 Suelo

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

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

2.7 Introducción de variedades

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.

Bonifacio, citado por Carlo (1996), con relación a la adaptación de una variedad la define 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.

2.8 Investigación participativa

2.8.1 Modelo holístico

El sistema de producción indígena, muestra que las partes no pueden ser entendidas a parte del todo y el todo es más que la suma de sus partes, existiendo una interacción entre diferentes partes. En resumen, la agroecología se basa en premisas filosóficas más amplias que las de la agricultura convencional. No rechaza las premisas dominantes pero las flexibiliza con vías adicionales de entender la agricultura y de implementar cambios en el ámbito rural. Más aun, al ser mitológicamente pluralista adopta el hecho de que lógicas múltiples dan respuestas múltiples y que la experiencia y decisión comunal son necesarias para determinar dichas convergencias (Baptista⁵, comunicación personal).

Según San Martín (1997), la formación universitaria para aportar al Desarrollo Rural Sostenible, debiera estar basado en programas de investigación participativa que considere la concepción de vida y los estudios realizados en interacción directa con los actores sociales⁶, con quienes compartirán un determinado contexto en el desarrollo de una microregión, región o país. Es a este tipo de investigación a la que se denomina como Investigación Participativa Revalorizadora⁷.

⁵ Baptista, R. 2002. Agroecología (entrevista). La Paz, BOL, Universidad Mayor de San Andrés.

⁶ Definido como un sujeto cognoscible, activo que problematiza situaciones, procesa información y elabora estrategias en las discusiones con otras personas.

⁷ La IPR implica tomar la decisión de revalorizar la autogestión de los actores sociales que comparten un mismo espacio-tiempo en los procesos de desarrollo sostenible, la que es analizada desde la perspectiva de la integralidad que avanza junto con las actuales corrientes o paradigma de desarrollo, relativizando a la ciencia neopositivista ortodoxa por sus limitaciones y buscando transformarse en ciencia de la vida y para la vida (San Martín, 1997).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización y características del área del experimento

El presente estudio se realizó en las comunidades Suntia Chico, Jahuiraca y Tipampa, del Municipio de Achacachi, Provincia Omasuyos, ubicada a una distancia de 80 km de la ciudad de La Paz, pertenecientes a la sub cuenca media del río Keka, como se aprecia en la Figura 1. Las coordenadas geodesicas y alturas sobre el nivel del mar de las tres comunidades estudiadas se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Datos geodésicos de las localidades de estudio

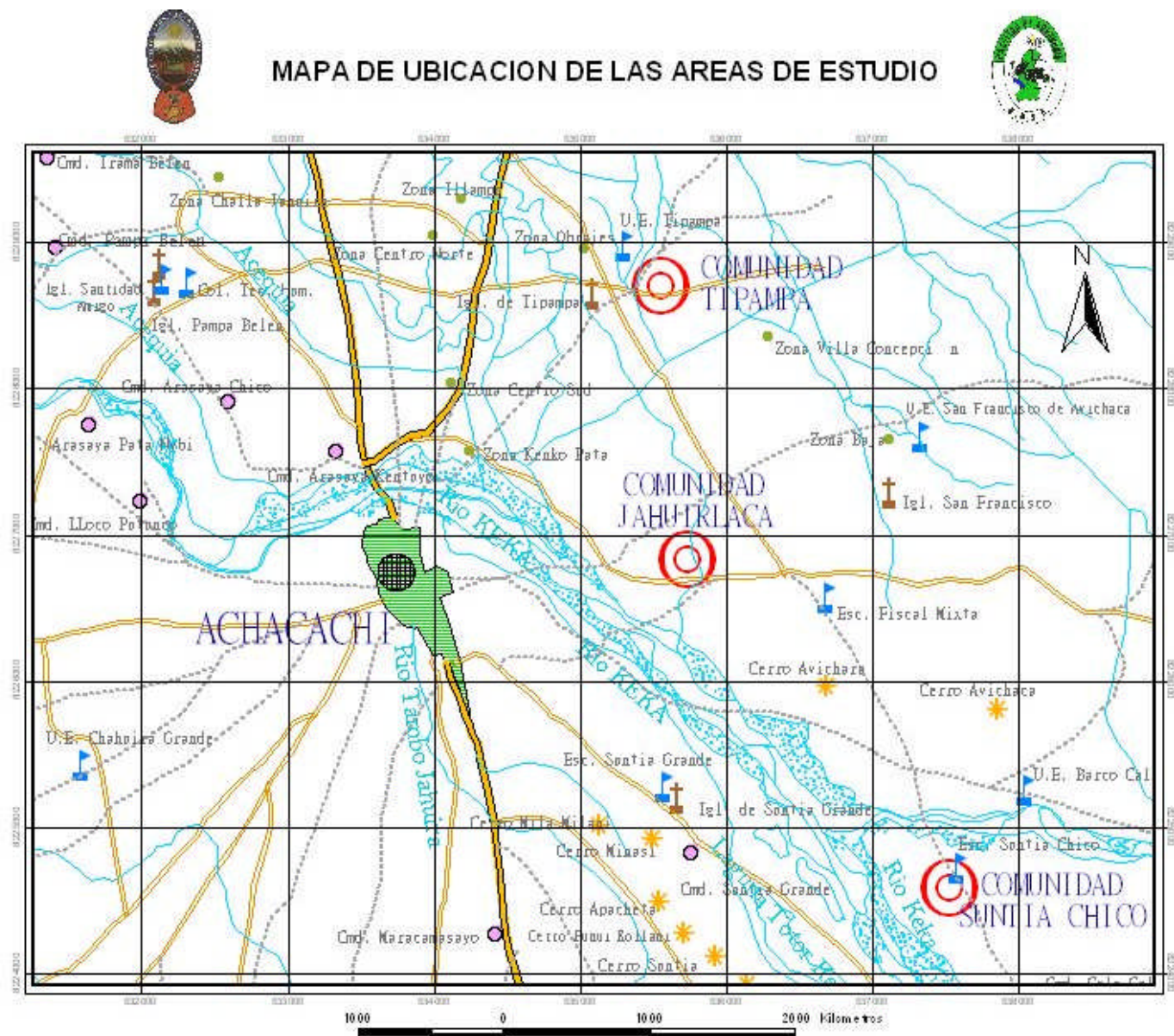
Localidad	Ubicación Geográfica Hddº mm' ms'		Altitud m.s.n.m.
	Latitud (S)	Longitud (O)	
Achacachi	16º02'46,4"	68º41'07,3"	3872
Jahuiraca	16º02'18,5"	68º40'46,8"	3848
Tipampa	16º01'27,5"	68º40'05,8"	3847
Suntia Chico	16º03'18,3"	68º39'46,2"	3863

3.1.1 Fisiografía y ecología de la región

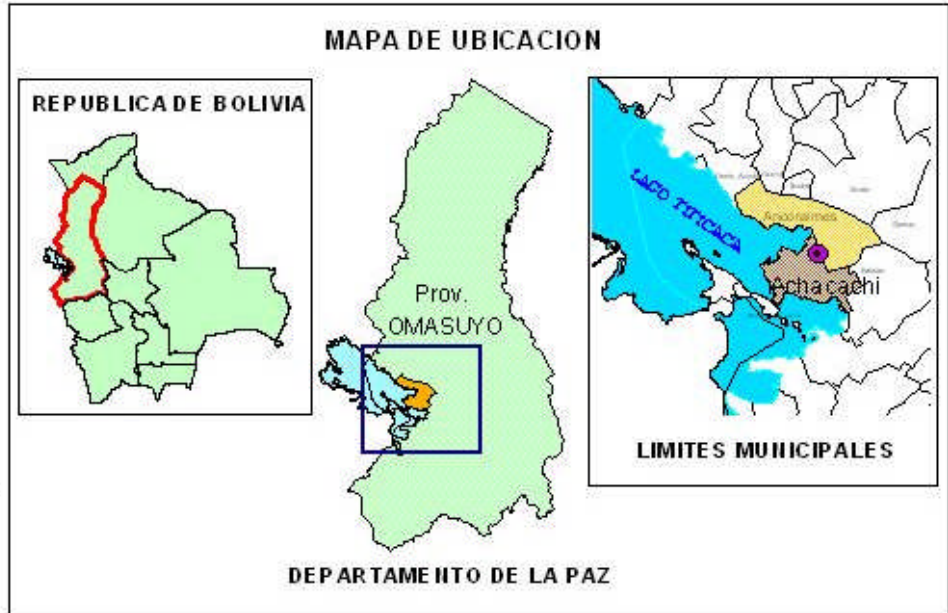
La región de Achacachi se encuentra dentro de la cuenca del lago Titicaca, que recoge gran parte de las aguas que bajan de la cordillera Real, llegan a la cuenca de Peñas y continúan hacia Achacachi por el río Keka. La amplia pampa de Peñas presenta excelentes condiciones para la agricultura, aunque en épocas de lluvias puede inundarse por el ascenso del nivel freático de las aguas subterráneas que llega hasta la superficie.

Montes de Oca (1997), señala que 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.

MAPA DE UBICACION DE LAS AREAS DE ESTUDIO



- LEYENDA**
- Zona Urbana
 - Comunidades en Estudio
 - Comunidades
 - Zonas Comunales
 - Cerros
 - Unidades Educativas
 - Iglesias
 - Caminos Primarios
 - Caminos Secundarios
 - Caminos Vecinales
 - Rios



Proyección UTM
 Esferoide WGS 84, Zona 19
 Escala: 1:42.000
 Fuente: INE
 Elaborado: Omar Velasco

Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio

3.1.2 Condiciones edafoclimaticas de la región

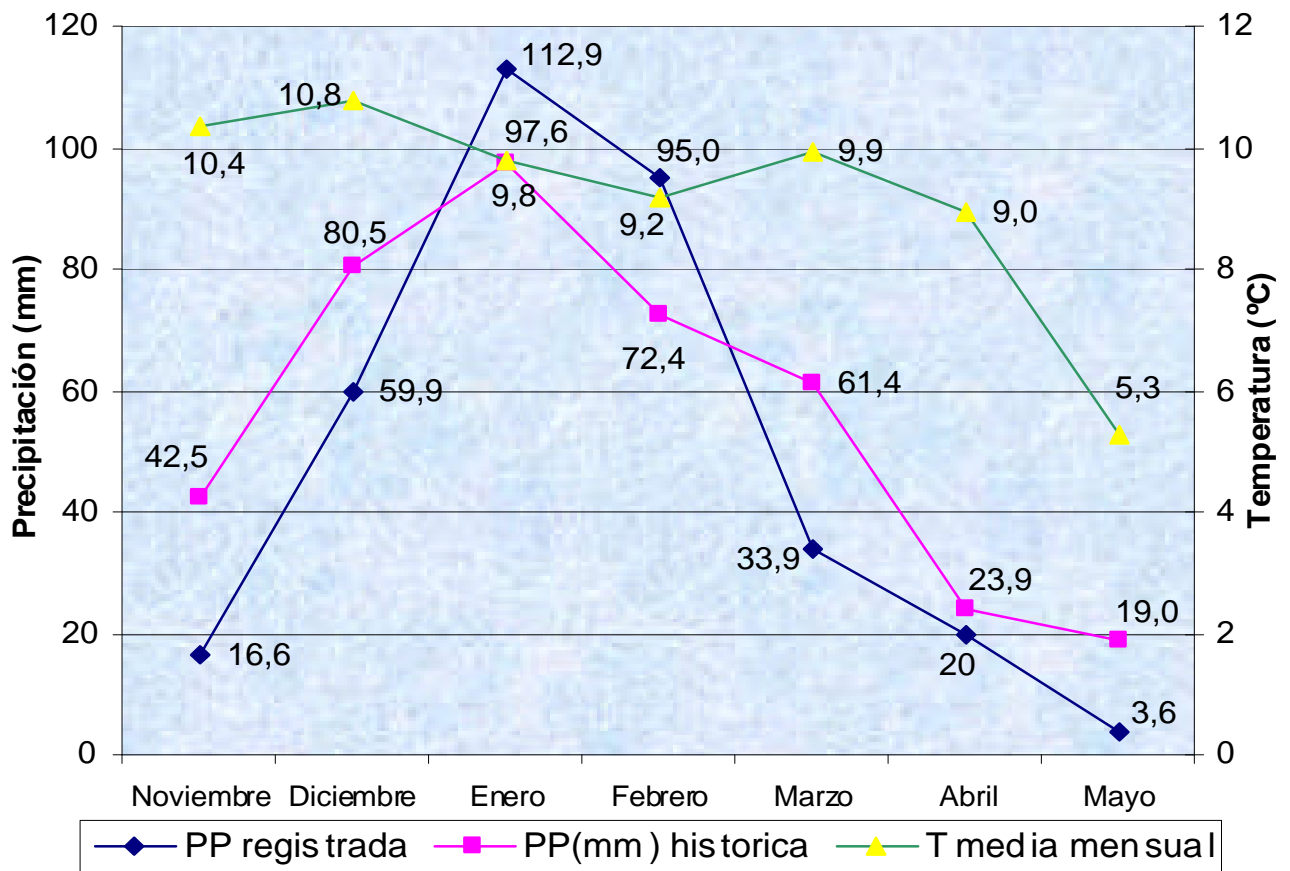
Según JICA (1997), el clima puede ser clasificado como un clima frío. La distinción entre la temporada de lluvias y la temporada seca es clara. Las bajas temperaturas y alta humedad perduran durante toda la temporada seca. Los parámetros meteorológicos del área de estudio son los siguientes:

Precipitación anual	590 mm
Temperatura media anual	7,1 °C
Promedio Temperatura máxima	14,6 °C
Promedio Temperatura mínima	-1°C
Humedad relativa media anual	65,8%
Velocidad media anual del viento	12,8 km/h
Promedio anual de horas de sol	2,859 h
Evaporación medio anual	1,434 mm
Días de helada al año	170 días
Días de granizo al año	4 días

3.1.2.1 Precipitación y temperatura en la zona de estudio

En la figura 2, se observa la variación de la precipitación pluvial histórica además de la precipitación pluvial y la temperatura media mensual registrada durante la gestión agrícola 2003 – 2004, en la zona de Achacachi.

Además, se observa el comportamiento de la precipitación pluvial entre los meses de noviembre – mayo, como se puede evidenciar estas son menores en relación a la precipitación histórica de la zona, existiendo una diferencia de 14% con la precipitación normal histórica.

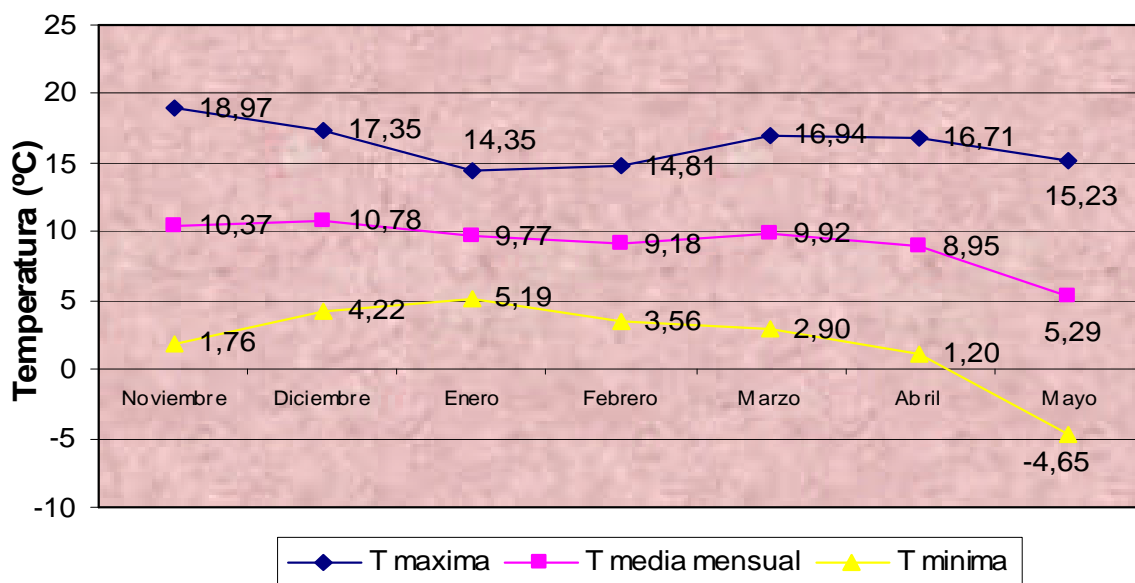


Fuente: Estación Experimental de Belén (2003-2004)

Figura 2. Comportamiento de la precipitación pluvial y temperatura media mensual en la gestión agrícola 2003-2004, zona de Achacachi.

Las lluvias se extendieron con normalidad por dos meses es decir hasta el 20 de febrero como se aprecia en la Figura 2. En fecha 28 de febrero a 1 de marzo se presentaron temperaturas mínimas las que provocaron quemaduras en las plántulas emergidas (Figura 3).

A partir del 5 de marzo ya empieza una disminución de la precipitación tornándose la estación seca, continuando con el mes de abril donde comienza el descenso de la temperatura llegando a presentarse las primeras heladas, y granizos del 7 al 15 de abril. El mes de mayo presento heladas constantes, que se manifestaron en el comportamiento agronómico del forraje (Figura 3).



Fuente: Estación Experimental de Belén (2003 – 2004)

Figura 3. Comportamiento de la temperatura máxima, media y mínima mensual en la gestión agrícola 2003-2004, zona de Achacachi.

3.1.2.2 Características del suelo en la zona de estudio

Según el análisis realizado de las muestras de suelo (de una capa de 20 cm de suelo) de las comunidades respectivas, se tiene el siguiente detalle:

Cuadro 2. Principales características físicas y químicas de los suelos en estudio

Localidad	Clase Textural	Grava %	Carbonatos %	D.ap. g/ml	Porosidad %	Ph en agua 1:5	M.O. %	N Total %	P Asim. ppm.
Suntia Chico	F	15,6	P	1,55	42,37	6,33	2,90	0,14	5,37
Jahuiraca	Y	1,7	A	1,38	48,12	6,18	2,93	0,13	14,95
Tipampa	Y	0,0	P	1,17	54,29	7,10	4,70	0,28	15,43

Fuente: IBTEN 2004

Como se puede apreciar en el Cuadro 2 tenemos tres tipos de suelos de origen altiplanico donde es evidente ya la existencia de potasio, de los cuales la comunidad de

Tipampa es la que mayores bondades brinda por su alto contenido de materia orgánica 4,7%, nitrógeno 0,28% y fósforo⁸ 15,43 ppm. Siendo la fertilidad natural del suelo alta (Chilon, 1996), teniendo también un pH neutro con tendencia a básico y de buena porosidad 54%, no presenta grava, y finalmente presenta carbonatos siendo además salitroso y arcilloso.

La comunidad de Jahuiraca presenta un suelo arcilloso libre de carbonatos y poco pedregoso, presenta una porosidad media de 48%, un pH ligeramente ácido de 6,18, y bajo contenido de materia orgánica 2,90%, fósforo 14,95 ppm. y nitrógeno⁹ 0.13%.

La comunidad de Suntia Chico se encuentra en los márgenes del río keka, presentando un suelo de aspecto húmedo, además de una textura franco y pedregoso, también presenta carbonatos libres, pero es menos poroso que los anteriores suelos (42%), el pH es ligeramente ácido 6,33, además de un bajo contenido de nitrógeno 0,14%, materia orgánica de 2,90% y fósforo 5,37 ppm, en relación a las anteriores comunidades.

⁸ Gómez, E. 2000. Fertilidad y nutrición de plantas (entrevista), La Paz, BOL, Universidad Mayor de San Andrés. Indica que el **Nitrógeno** es un componente de los ácidos nucleicos, proteínas, hormonas, coenzimas, etc, presente en la mayoría de las sustancias celulares, aumenta la producción de hojas (el color verde de las hojas) fomenta el crecimiento. El **Fósforo** componente de los ácidos nucleicos (ADN, ARN), fosfolípidos, ATP, ADP y varias coenzimas, estimula la formación de raíces y su crecimiento, acelera la maduración, ayuda a la formación de la semilla. El **Potasio** favorece la síntesis de carbohidratos, interviene en el metabolismo del nitrógeno favoreciendo la síntesis de aminoácidos y proteínas, ajustes en la apertura de estomas y relaciones con el agua (osmosis), imparte a la planta vigor y resistencia a enfermedades. Aumenta el tamaño de granos y semillas, mejora la calidad de frutos, funciona como catalizador de muchas reacciones.

⁹ Ramírez (1989), señala que el déficit de **Nitrógeno** en la planta causa un crecimiento deficiente, tiene un color verde claro, las hojas de la parte inferior adquieren un color amarillo o café claro, en tanto que los tallos son cortos y delgados. Una deficiencia de **Fósforo**, provoca un crecimiento deficiente, hojas de color verde azulado con matices púrpuras, produce la caída prematura de las hojas, las hojas de la parte inferior adquieren un color bronce claro con manchas café o púrpuras, los retoños son cortos y delgados, rectos y espigados, madurez y desarrollo lentos. A un déficit de **potasio** las plantas forman retoños delgados los cuales en casos severos muestran muerte descendente. Las hojas más viejas muestran clorosis con empardecimiento de sus puntas, chamuscado de sus bordes con manchas café, los tejidos carnosos muestran necrosis. Pérdida prematura de hojas.

3.1.3 Vegetación predominante

Existe un microclima especial con una vegetación regular de acuerdo a la estación del año en que se encuentre y las condiciones de humedad, producto del efecto de la influencia del lago Titicaca y la cadena montañosa de la cordillera Oriental de Los Andes.

Entre las especies nativas, se encontró; Kishuara (*Buddleia coriacea*), Thola (*Parastrephia quadrangulare*), Ajara (*Chenopodium* sp), Paja Brava (*Stipa ichu*), Mostaza (*Brassica campestris*), Reloj-Reloj (*Erodium cicutarium*), Bolsa de pastor (*Capsella bursa pastoris*), Pasto Chojilla (*Poa anua*), Malva (*Malva silvestres*), Khora (*Tarassa capitata*).

En las especies exóticas, se identificó a la alfa alfa (*Medicago sativa*), Trébol rojo (*Trifolium repens*), Trébol blanco (*Trifolium pratense*), Pasto ovilla (*Dactylis glomerata*), Festuca alta (*Festuca arundinacea*), Pasto brasilero (*Phalaris* sp).

3.1.4 Agricultura predominante

Se tiene aún una agricultura tradicional en la producción de cultivos y animales destinado al autoconsumo. Entre los cultivos para autoconsumo se tiene; los tubérculos como la papa (*Solanum tuberosum* L.), leguminosas como la haba (*Vicia faba* L.), los cereales tal es el caso de la avena (*Avena sativa* L.), cebada (*Hordeum vulgare* L.), Kañahua (*Chenopodium pallidicaule* allen), Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) estas dos últimas tienen mayor cultura de producción en las partes más altas a la naciente del río, y las hortalizas como la zanahoria (*Daucus carota*), la cebolla (*Allium cepa*), etc. También se desarrolla la producción de cultivos elites; tal es el caso del haba cuyo fin es la exportación; además de la cebolla destinada para comercializarlo en la ciudad de La Paz.

3.1.5 Condición socioeconómica de vida

La producción lechera se convierte en la principal fuente de ingresos económicos para los habitantes de la zona, además la forma de organización también es singular por que dentro la Unidad Familiar es la mujer quien realiza el pastoreo, ordeño del ganado y se reúne constantemente con un club de madres donde se tratan temas de capacitación

sobre el rubro, se tienen datos que cada familia cuenta con un promedio de 4 vacas en producción, con una producción de 8 L/día/vaca, realizando un ingreso promedio por mes de 1254 Bs/mes (un mes equivalente a 28 días), teniendo en cuenta que el precio por litro equivale a 1.4 Bs/L. Últimamente se está incursionando en la producción de derivados lácteos como es el caso de el queso y el yogurt con alto valor agregado; para los productores, esta actividad es nueva e incipiente pero que realmente muestra grandes expectativas de desarrollo.

Otra fuente importante de ingreso para la familia es la producción de cebolla de manera comercial con un mercado seguro como es la ciudad de La Paz, y finalmente se desarrolla la producción de haba con fines de exportación, estas dos últimas actividades son desarrolladas por el jefe de familia que corresponde al trabajo del hombre relacionado siempre más con la actividad de campo.

3.2 Materiales

3.2.1 Material vegetal

Para la ejecución del presente trabajo se emplearon las especies y variedades detalladas en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Especies y variedades de avena, cebada y triticale empleadas en el estudio.

Especies	Variedades	Procedencia
Avena	Águila Gaviota L-94/171	SEFO-UMSS Cochabamba
Cebada	Gloria IBTA-80 IBON	SEFO-UMSS Cochabamba
Triticale	Renacer Eronga	SEFO-UMSS Cochabamba

3.2.1.1 Características de las variedades empleadas

Quispe (1999) en un estudio comparativo de variedades de avena, cebada y triticale en la localidad de Choquenaira, registro las siguientes características:

- **Variedad Gaviota en avena**, fue liberada el año 1988, con un rendimiento de 7,25 ton MS/ha, 181 días hasta grano lechoso y una altura de 94,57 cm. por planta.
- **Variedad Águila en avena**, liberada el año 1990, con un rendimiento de 7,90 ton MS/ha, 143 días al corte en estado lechoso y una altura de planta de 80,89 cm.
- **Línea L-94/171 en avena**, liberada el año 2002 como una nueva variedad con el nombre de ALONDRA. El numero 94 indica el año que se introdujo al CIF y 171 el numero de entrada en la colección, la procedencia es del USDA (Gutierrez¹, comunicación personal).
- **Variedad IBTA-80 en cebada**, fue liberado en 1984, con rendimiento de 4,57 ton MS/ha. Y su madurez fisiológica fue alcanzada en 162 días, con una altura de planta de 70,35 cm.
- **Variedad renacer en triticale**, fue liberado en 1990, con un rendimiento de 6,62 ton MS/ha, 129 días al corte y con una altura de planta de 105,39 cm.
- **Variedad eronga en triticale**, fue liberado en 1991, con un rendimiento de 6,3 ton MS/ha, 129 días al corte y con una altura de planta de 92,23 cm.

3.2.2 Material de laboratorio

- Mufla de secado, marca Memmert con rango de temperatura de 30° a 220°C
- balanza de precisión, de un miligramo (0,001 g)

3.2.3 Material de campo

Se empleo; un tractor en alquiler para el arado y rastra, estacas de madera de 1.00 m, alambre galvanizado de 600 m de largo, picota, chontilla, hoces, rastrillo, Cinta métrica de 50 m, marbetes, balanza de 50 Kg., sobre de papel madera de 30x40 cm, cuaderno de campo, marcadores, GPS Garmín 12, cámara fotográfica.

3.2.4 Material de gabinete

- Material de escritorio

- Computadora

3.3 Metodología

3.3.1 Método de campo

3.3.1.1 Diagnóstico y coordinación con familias de trabajo participativo

La metodología empleada se baso en la participación directa en asambleas comunales e intercomunales, donde se eligieron a los agricultores que intervinieron en la investigación participativa, a quienes se los denomino “líderes comunales”, de manera que ellos se capaciten y transmitan la tecnología empleada en la investigación, de modo que los conocimientos adquiridos sean fácilmente asimilados por la comunidad circundante.

3.3.1.2 Muestreo y análisis de suelo

Una vez ubicada el área de estudio, se tomaron muestras de suelo al azar por el método del zig-zag, cuarteando hasta obtener un kilogramo de suelo (Chilón, 1996), a una profundidad de 20 cm en las 3 localidades, luego se envió para su análisis físico-químico al laboratorio del Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (IBTEN) del departamento de La Paz.

3.3.1.3 Preparación del sitio del experimento

El preparado del terreno se llevo a cabo a mediados del mes de Noviembre del año 2003, inicialmente con el riego del terreno de manera general en las 3 localidades. Posteriormente en el mes de diciembre con el empleo de un tractor se realizo el arado y rastreado del terreno a una profundidad de 25 cm. Finalmente fue nivelado con la ayuda de rastrillos, además que fue demarcado y cercado cada unidad experimental con el empleo de estacas de madera, donde no se realizo ningún tipo de fertilización.

3.3.1.4 Siembra

La siembra se efectuó el 22 de diciembre en la localidad de Jahuirilaca, el 23 de diciembre en la localidad de Tipampa, y finalmente el 25 de diciembre de 2003 en la localidad de Suntia Chico, fecha relativamente tardía, debido a la ausencia de lluvias que se presento en ese año. Se procedió a establecer los bloques de acuerdo al croquis, posteriormente se realizo la apertura de surcos donde se depositaron las semillas a chorro continuo a una densidad de siembra de 90 Kg/ha para todas las variedades de estudio, espaciadas por 20 cm aproximadamente entre cada surco, seguidamente se cubrió las semillas manualmente con la ayuda de una picota.

3.3.1.5 Labores culturales

Para el normal desarrollo fisiológico de las plantas, las labores que se realizaron en el presente estudio fueron:

- Deshierbe. El control de malezas fue efectuado en forma manual de acuerdo a la existencia de las mismas, con la participación de los agricultores correspondientes y su familia (Cuadro 4). Las malezas que se identificaron fueron; Reloj-Reloj (*Erodium cicutarium* L.), Diente de león (*Taraxacum officinalis* Weber), Mostaza (*Brassica rapa* L.), Cebadilla (*Bromus catharticus* Valh), Quinoa silvestre o ajara (*Chenopodium* sp.).

- Riego. Se efectuó con la finalidad de mantener una adecuada humedad en el medio inundando la parcela mediante al acceso a un canal de riego hasta llegar a capacidad de campo, siempre teniendo en cuenta la posibilidad de acceder al riego por parte del agricultor de acuerdo a la gestión de riego de la zona que aun es de forma incipiente (Cuadro 4).
- Control Fitosanitario. Este control no fue desarrollado en ninguna de las fases fenológicas del cultivo ni en las variedades ya que este se constituye en una variable de respuesta del estudio. Pero se detecto la presencia del género *Helminthosporium* como la principal enfermedad para el forraje, detectándose también la presencia del carbón volador en el forraje de los agricultores de la zona, a excepción de la parcela de investigación participativa.

Cuadro 4. Calendario de deshierbe y riego de variedades forrajeras en las localidades de estudio.

Localidad	1^{er} Deshierbe	2^{do} Deshierbe	Riego
Jahuiraca	57 d.d.s. *	20 d.d.1 ^o .d.**	74 d.d.s.
Suntia Chico	55 d.d.s.	23 d.d.1 ^o .d.	No se realizo
Tipampa	58 d.d.s.	16 d.d.1 ^o .d.	97 d.d.s.

*d.d.s.=días después de la siembra.

**d.d.1^od. = días después del primer deshierbe.

3.3.1.6 Análisis bromatológico

Para la determinación del valor nutritivo de las variedades forrajeras del ensayo experimental, se extrajeron muestras de 200 gramos del forraje de las distintas variedades, a los 125 días después de la siembra (28 de abril de 2004), estas fueron seleccionadas en una sola localidad las cuales se depositaron en sobres manila. Posteriormente fueron trasladados al laboratorio del Instituto de Servicios de Laboratorio de Diagnóstico e Investigación en Salud (SELADIS) dependiente de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas U.M.S.A.

3.3.1.7 Cosecha

Se la realizó manualmente en horas de la mañana, con la ayuda de un “hoz” y una balanza de 50 kg de capacidad para el pesaje de la fitomasa. La fecha de corte se realizó de acuerdo a las etapas fenológicas óptimas del cultivo, es decir cuando más del 50% de la población se encontraba en grano lechoso, el corte se lo realizó a una altura de 5 cm sobre el nivel del suelo. En cada unidad experimental se cosechó 1 m², desechando un surco en cada extremo para evitar el error de borde. Las fechas de cosecha en cada localidad y para cada variedad se detallan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Días al corte de las especies forrajeras en las diferentes localidades.

Localidad	Especie	Fecha de Siembra	Fecha de Corte	Días al Corte
Jahuiraca	Avena	22 – 12 – 2003	21 – 05 – 2004	150
	Cebada	22 – 12 – 2003	04 – 05 – 2004	133
	Triticale	22 – 12 – 2003	12 – 05 – 2004	141
Suntia Chico	Avena	25 – 12 – 2003	21 – 05 – 2004	147
	Cebada	25 – 12 – 2003	05 – 05 – 2004	131
	Triticale	25 – 12 – 2003	13 – 05 – 2004	139
Tipampa	Avena	23 – 12 – 2003	22 – 05 – 2004	150
	Cebada	23 – 12 – 2003	06 – 05 – 2004	134
	Triticale	23 – 12 – 2003	11 – 05 – 2004	139

3.3.1.8 Talleres de capacitación en aula y campo

Se procedió a impartir talleres de capacitación en la producción de forrajes y otros temas de inquietud de acuerdo a la necesidad de los productores de la zona, mediante la proyección de videos en idioma local (Aymará) y castellano, además del uso de pizarras, estos se efectuaron 2 veces por mes.

3.3.1.9 Evaluación participativa

En la investigación participativa se realizaron evaluaciones donde participaron agentes del Ministerio de Agricultura, JICA, U.M.S.A., y los agricultores de la zona. Las evaluaciones se realizaron tanto al investigador como al agricultor “líder comunal”,

demonstrando de esta manera que este tipo de investigaciones tiene como fundamental objetivo el transmitir la tecnología de la manera más sencilla.

3.3.2 Procedimiento experimental

3.3.2.1 Diseño experimental

El estudio fue realizado empleando un diseño de Bloques Completos al Azar repetidos en localidades, en arreglo jerárquico o anidado (Calzada, 1982)

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 Calzada (1982).

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta(\alpha)_{j(i)} + \gamma_k + \alpha * \gamma_{ik} + \xi_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Observación Cualquiera

μ = Media Poblacional

α_i = Efecto de la i-ésima localidad

$\beta(\alpha)_{j(i)}$ = Efecto del j-ésimo bloque anidado en la i-ésima localidad

γ_k = Efecto de la k-ésima variedad

$\alpha * \gamma_{ik}$ = Efecto de la i-ésima localidad por la k-ésima variedad

ξ_{ijk} = Error experimental

3.3.2.3 Factores de estudio

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

Factor	A	(Localidades):	a1	=	Suntia Chico
			a2	=	Jahuiraca
			a3	=	Tipampa
Factor	C	(Variedades):	c1	=	Gloria de Cebada
			c2	=	IBTA-80 de Cebada
			c3	=	IBON de Cebada
			c4	=	Gaviota de Avena
			c5	=	Águila de Avena
			c6	=	L-94/171 de Avena
			c7	=	Eronga de Triticale
			c8	=	Renacer de Triticale

3.3.2.4 Tratamientos

Se establecieron los tratamientos tomando en cuenta la existencia de tres localidades, combinadas con las ocho variedades, dando un total de 24 tratamientos. Todos estos simulados en cuatro bloques correspondientes.

3.3.2.5 Características del campo experimental

Las características del ensayo fueron las siguientes:

Número de tratamientos	:	24
Número de repeticiones	:	4
Área total del experimento	:	1122 m ²
Área neta del experimento	:	960 m ²
Área de pasillos	:	162 m ²

Bloques

Número de bloques	:	4
Largo de bloques	:	16 m
Ancho de bloques	:	5 m
Área del bloque	:	80 m ²
Calle entre bloques	:	1 m

Unidad experimental

Número de Unidades experimentales	:	96
Largo de Unidades experimentales	:	5 m
Ancho de Unidades experimentales	:	2 m
Área de la Unidad experimental	:	10 m ²
Superficie Evaluada	:	1m ²

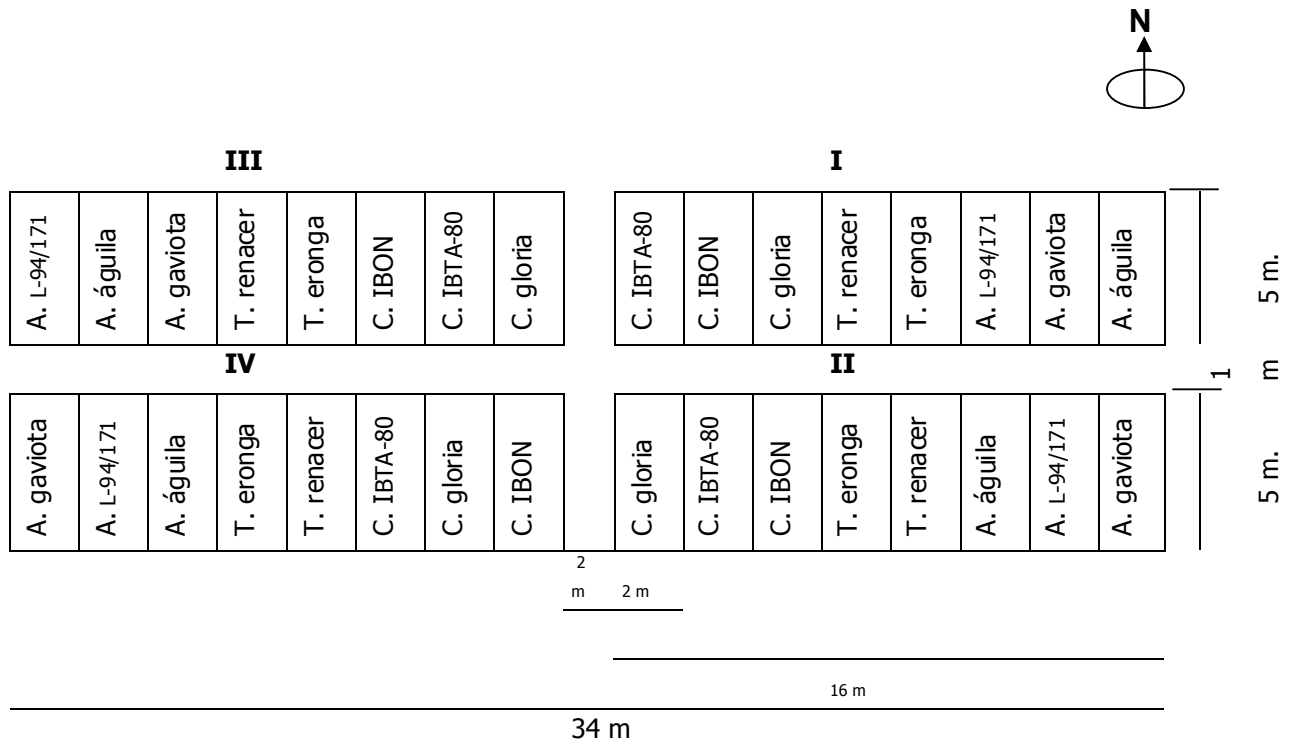


Fig. 4 Croquis de campo de la localidad de Suntia Chico

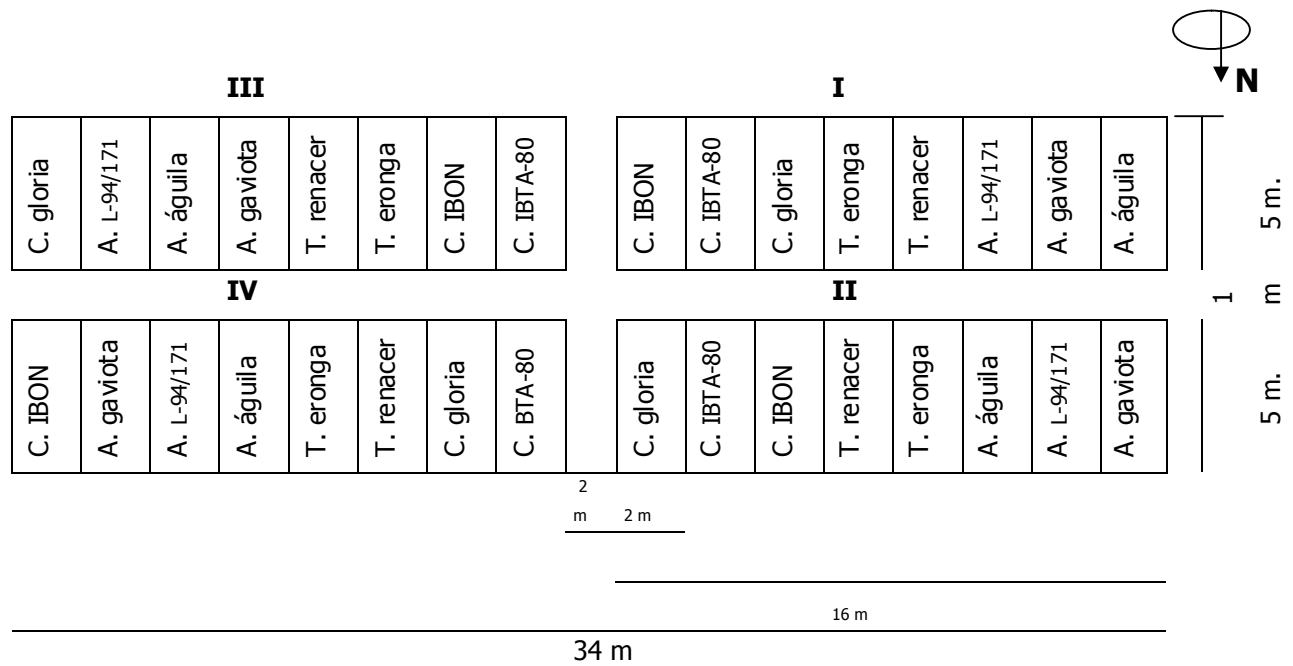


Fig. 5 Croquis de campo de la localidad de Jahuirlaca

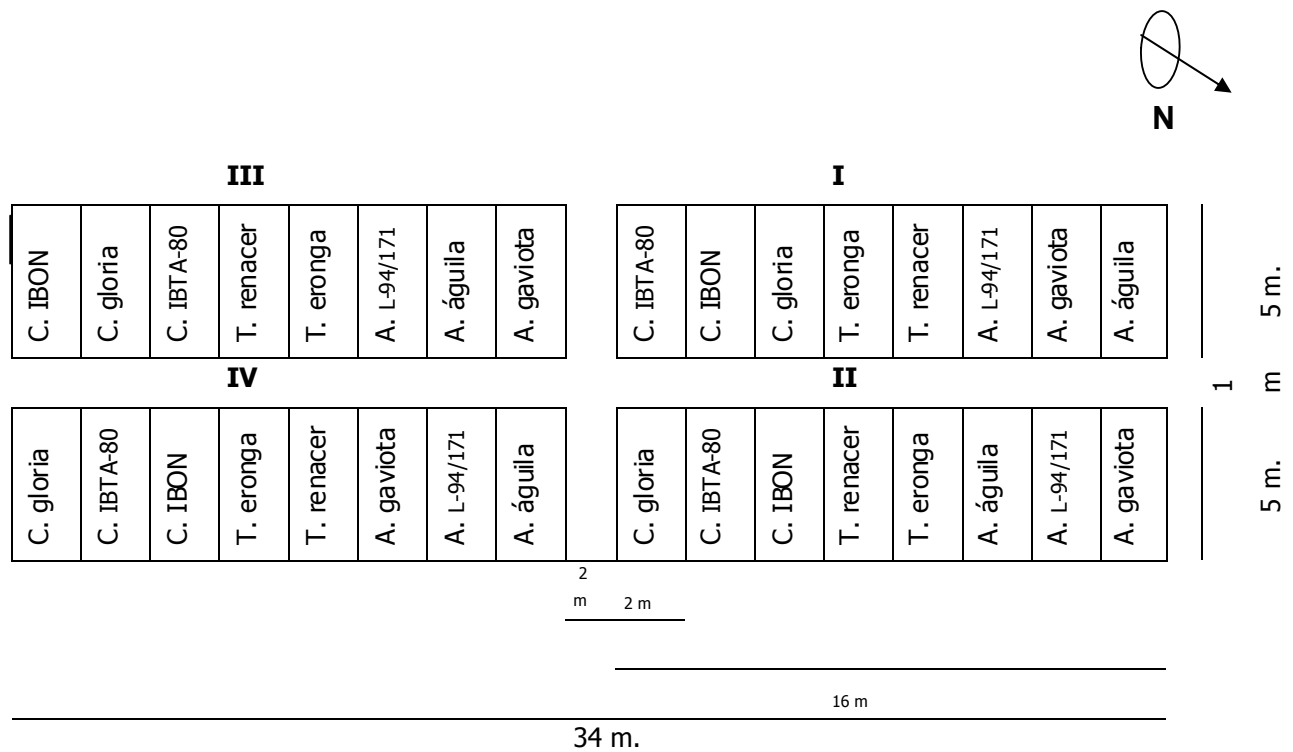
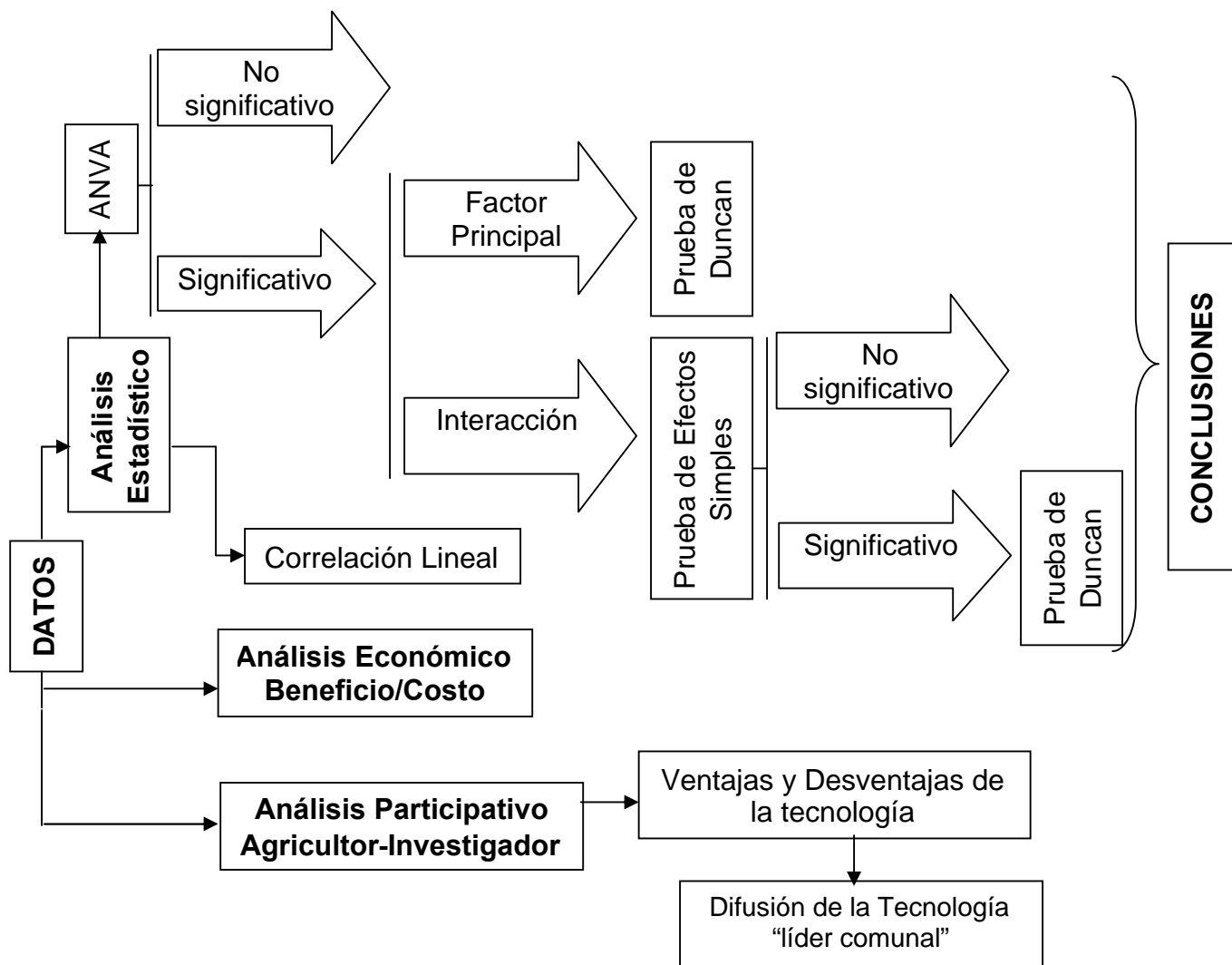


Fig. 6 Croquis de campo de la localidad de Tipampa

3.3.2.6 Proceso del análisis de datos

La metodología empleada para el análisis de datos se muestra en el flujograma del cuadro 6.

Cuadro 6. Flujograma del análisis de datos



Los datos siguieron un análisis estadístico y económico, además de un análisis participativo. Se realizó un “análisis de varianza” y “correlación lineal” en la parte estadística. El análisis económico fue evaluado tomando en cuenta los siguientes parámetros “Beneficio Bruto”, “Costo total” y la relación “Benefició/Costo”.

El análisis de varianza muestra las diferencias “significativas” o “no significativas”, en este último caso no da lugar a discusiones. Si existieron diferencias significativas para el factor principal, se efectuó la “prueba de Duncan” y por el contrario si fue para la

interacción, se realizó el “análisis de efectos principales”, donde también se encontró diferencias “significativas” o “no significativas”, en este último caso no dio lugar a discusiones. Si existió diferencias significativas se efectuó la “prueba de Duncan”, para establecer diferencias y similitudes (Marín, 2002).

El trabajo adoptó la metodología del análisis participativo, por lo que el agricultor junto al investigador fueron quienes recolectaron los datos en campo, observaron el comportamiento agronómico del cultivo, etc. Estas labores fueron decisivas para definir las ventajas y dificultades provenientes con el uso de esta tecnología para la comunidad.

Finalmente con los datos y sus análisis respectivos se llegaron a obtener las conclusiones pertinentes.

3.4 Variables de respuesta

3.4.1 Determinación del comportamiento fenológico

3.4.1.1 Días a la emergencia

Se evaluó cuando un 50% de la parcela presentó emergencia de plántulas en cada unidad experimental para cada variedad, y se refiere al número de días que transcurrió desde el momento de la siembra.

3.4.1.2 Días a la prefloración o espigamiento

Fue expresado en días, a partir de la siembra hasta que existió un 50% de emisión de espigas en las plantas. Aspecto relevante en cuanto a la precocidad de las variedades.

3.4.1.3 Días a la antesis o floración

Este parámetro se consideró cuando un 50% de la parcela de cada unidad experimental presentó la expulsión de anteras, desde el momento de la siembra.

3.4.1.4 Días a la cosecha en grano lechoso

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

3.4.2 Presencia del *Helminthosporium*

Esta variable se evaluó en el momento de la cosecha empleando la escala de Saari –Prescott (Figura 7), que sirve para evaluar la intensidad de las enfermedades foliares como las causadas por especies de los géneros *Septoria* y *Helminthosporium*, entre otras. Por lo que se escogieron 10 plantas al azar por unidad experimental a las cuales se procedió a realizar el muestreo, teniendo en cuenta el significado correspondiente:

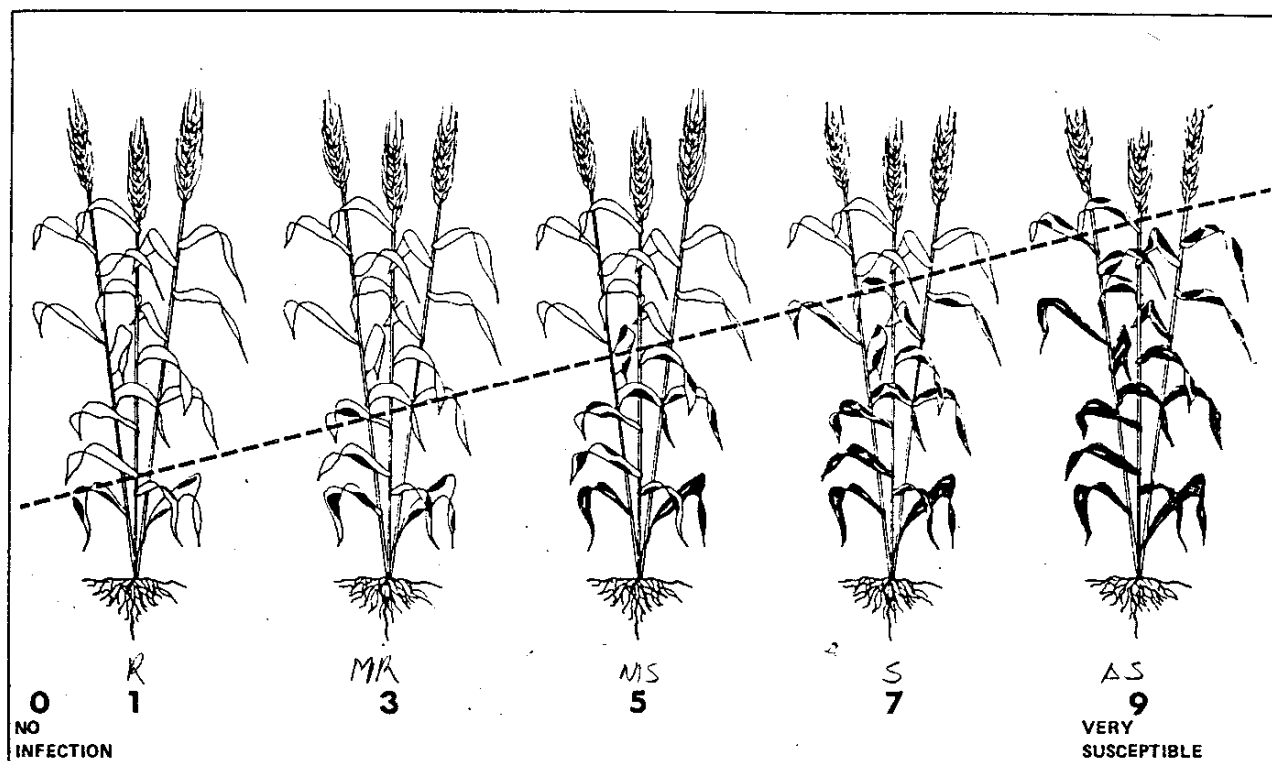


Figura 7. Escala de Saari – Prescott (1975) para evaluar la intensidad de enfermedades foliares de trigo y cebada (Fuente: Eyal et al., 1987).

- O = No infectada
- 1 - R = Resistente
- 3 - MR = Moderadamente Resistente
- 5 - MS = Moderadamente Sensible
- 7 - S = Sensible
- 9 - AS = Altamente Susceptible

Esta escala consta de valores de 0 a 9, que expresan desde plantas inmunes (0) hasta plantas totalmente susceptibles (9) con un 100% de infección. Si bien esta escala ha sido desarrollada para trigo y cebada, bien puede aplicarse a todas las especies de los cereales menores (Meneses, 2000).

3.4.3 Determinación del comportamiento agronómico

3.4.3.1 Altura de planta

Se evaluaron 10 plantas al azar de cada unidad experimental en el momento de la cosecha, las mediciones se tomaron desde el cuello de la raíz hasta la parte media de la espiga, obteniendo un promedio general, dicha magnitud se expreso en centímetros.

3.4.3.2 Número de macollos

Se determinaron por conteo en el momento de la cosecha, para los cuales se extrajeron 10 plantas al azar desde la raíz por unidad experimental, y se procedió a contar el número de macollos por variedad y el promedio fue expresado en número de macollos.

3.4.3.3 Rendimiento de materia seca

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

Esta variable se evaluó durante la cosecha separando 200 gramos de hojas y tallos e inflorescencias por cada variedad, estas muestras se picaron y se llevaron a una mufla en bolsas de papel por un tiempo de 48 horas a una temperatura de 65 °C hasta obtener un peso constante. Estas se desarrollaron en el laboratorio de Suelos y Aguas de la Facultad de Agronomía U.M.S.A. Se determinó su valor utilizando la siguiente expresión.

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

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

3.4.3.4 Relación alométrica hoja / tallo

Para el cálculo de esta variable se seleccionaron 10 plantas al azar de cada unidad experimental, donde se separaron de cada planta, las hojas de los tallos por variedad, luego se pesó en una balanza de precisión, por separado; de manera que el cociente del peso de las hojas entre el peso de los tallos nos reporta el índice de la relación alométrica hoja/tallo. Este parámetro merece importancia desde el punto de vista de 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 (Meneses, 2000).

3.4.3.5 Valor Nutritivo del Forraje

Los valores de los nutrientes que fueron analizados corresponden a porcentaje de Proteína cruda, de Carbohidratos (energía), de Fibra y de Cenizas.

3.4.4 Análisis de Costos de Producción

Se realizó de acuerdo al manual metodológico de evaluación del CIMMYT (1988), elaborándose los costos de producción para cada variedad del ensayo experimental, y se tienen los siguientes parámetros de medición:

Ingreso Bruto:

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

Donde:

I.B. = Ingreso Bruto

R = Rendimiento

P = Precio

Ingreso neto o utilidad del cultivo:

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

Donde:

I.N. = Ingreso Neto

I.B. = Ingreso Bruto

C = Costo de Producción

Relación Benéfico/Costo

$$\text{R.B.C.} = \text{B} / \text{C}$$

Donde:

B = Beneficio

C = Costo

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Descripción del comportamiento fenológico

4.1.1 Días a la emergencia

El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas ($Pr < 0,01$) para las fuentes de variación localidades, variedades y diferencias significativas ($Pr < 0,05$) para la interacción localidad por variedad, y bloques dentro de localidades (Cuadro A 5-a).

El coeficiente de variación de la variable días a la emergencia de 17,24%, 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 en trabajos de campo. 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.

4.1.1.1 Días a la emergencia en tres localidades

La comparación de medias para el factor localidad, se realizó mediante la prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$), que se muestra en el cuadro 7.

Cuadro 7. Prueba de duncan para comparar los días a la emergencia de las plántulas forrajeras en tres localidades

Localidad	Número de plantas	Días a la emergencia	Duncan ($\alpha = 0,05$)
Jahuiraca	32	20,56	a
Tipampa	32	16,59	b
Suntia Chico	32	15,50	b

De acuerdo a la clasificación de Duncan (Cuadro 19), las localidades de Suintia Chico y Tipampa fueron similares en cuanto a los días a la emergencia y presentaron diferencias estadísticas respecto a localidad de Jahuiraca. La localidad de Suintia Chico presentó las mejores condiciones de suelo y clima para la emergencia de las plántulas que llega a tener un valor de 15,5 días a la emergencia, seguido por la localidad de Tipampa con 16,59 días y la localidad de Jahuiraca con 20,56 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 los anteriores meses; estos se pierden rápidamente debido a la acción de la temperatura del medio, la intensa radiación solar y a 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 clase textural del suelo factores que fueron propicios en la comunidad de Suintia Chico.

En lo que concierne al comportamiento climático, no fue un año agrícola normal existiendo un retraso y deficiencia de lluvias en los meses de noviembre y diciembre, motivo por el cual se retrasó la fecha de siembra (Figura 2). En el mes de enero se presentó un incremento en la precipitación con una duración de dos semanas y media, aspecto que provocó anomalías en la emergencia de triticale en la comunidad de Suintia Chico ya que este se ubicó próximo a un río donde la excesiva humedad provocó la pudrición de algunas semillas.

4.1.1.2 Días a la emergencia de variedades

La prueba de Duncan al 5% de probabilidad, para la variable días a la emergencia de variedades, se muestra en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Prueba de Duncan para comparar los días a la emergencia de las diferentes variedades forrajeras

Variedad	Número de plantas	Días a la emergencia	Duncan ($\alpha=0,05$)
Triticale Var. Eronga	12	29,5	a
Triticale Var. Renacer	12	22,8	b
Avena Var. Gaviota	12	19,7	b c
Avena Var. Águila	12	19,5	b c
Avena Var. L-94/171	12	16,7	c
Cebada Var. IBON	12	11,8	d
Cebada Var. Gloria	12	10,6	d
Cebada Var. IBTA-80	12	9,9	d

De acuerdo a la prueba de Duncan, las variedades que tardaron mas en emerger fueron; la Eronga (29,5 días) y Renacer (22,8 días) correspondientes al triticale, en cebada las mas rápidas a la emergencia fueron las variedades IBTA-80 y Gloria con 9,9 y 10,6 días, respectivamente.

En lo correspondiente a especies, la cebada fue más precoz con 10,7 días a la emergencia, seguido por la avena con 18,6 días, y finalmente el triticale con 26,15 días a la emergencia.

Esta información coincide con lo mencionado por Cortes, citado por Conde (2003), que 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 tres localidades, Belén, Choquenaira y Sallcopampa, siendo este numero de días a la emergencia mucho mayor a lo conseguido por Conde (2003) quien obtuvo un promedio general de 12 días a esta etapa.

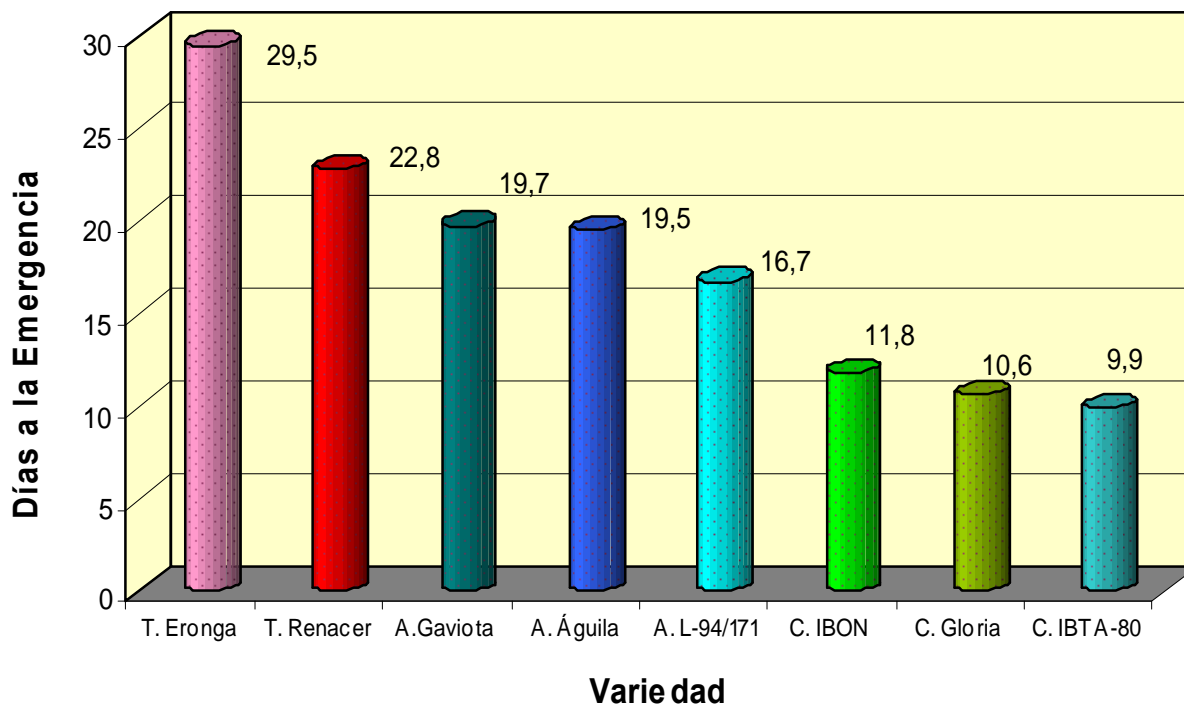


Figura 8. Días a la emergencia de variedades forrajeras

La comparación para las variedades más tardías en la emergencia indica que, se encontraron diferencias significativas entre las variedades Eronga (29,5 días) y Renacer (22,8 días) siendo esta última mas precoz, correspondientes al triticale. Las variedades de avena; Gaviota (19,7 días), Águila (19,5 días) y L-94/171 (16,7 días) no presentaron diferencias significativas para la variable días a la emergencia. En lo que respecta a la cebada no existieron diferencias significativas entre variedades y se tuvieron los siguientes valores de días a la emergencia; variedad IBON (11,8 días), Gloria (10,6 días) e IBTA-80 (9,9 días), para un análisis más ilustrativo se detalla en la Figura 8.

4.1.1.3 Días a la emergencia para la interacción localidad entre variedad

El Cuadro 9 muestra el análisis de efectos simples para la interacción Localidad por Variedad de la variable días a la emergencia.

Cuadro 9. Análisis de Varianza de efectos simples para la interacción localidad por variedad de los días a la emergencia

Fuente de Variación	g.l.	S.C.	C.M.	Fc	Ft (5%)
Var.(Loc.1)	7	1745,00	249,29	27,22	2,16 *
Var.(Loc.2)	7	790,88	112,98	12,34	2,16 *
Var.(Loc.3)	7	1556,97	222,42	24,28	2,16 *
Error	63	577,03	9,16		

* **Significativo (Pr<0,05)**

NS **No Significativo**

El Cuadro 9; muestra el comportamiento de las diferentes variedades dentro de cada localidad el cual refleja diferencias significativas para la emergencia. Para una apreciación mas detallada de los diferentes efectos simples de variedades por localidades, para la variable días a la emergencia, se muestran en la Figura 9.

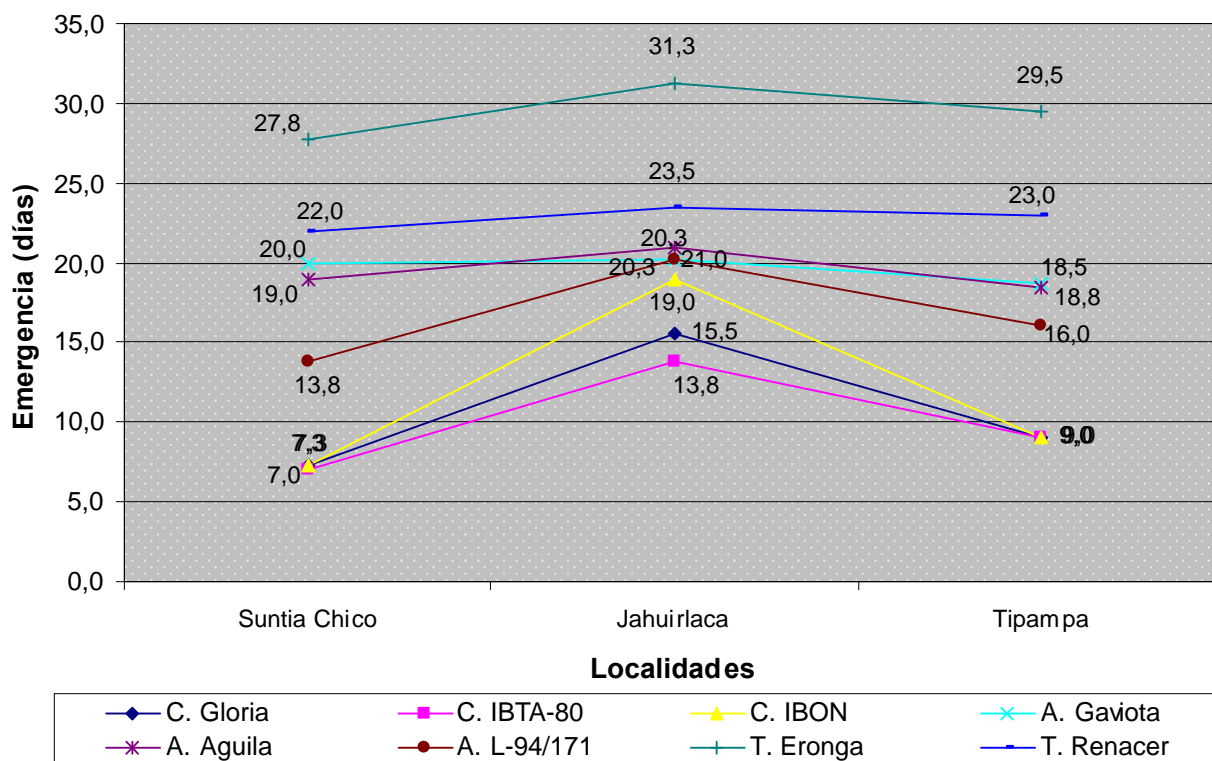


Figura 9. Días a la emergencia para interacción localidad por variedad

Como se puede apreciar en el Cuadro 10 y figura 9, en la localidad de Suntia Chico las variedades más precoces fueron; IBTA-80 (7 días), L-94/171 (13,8 días) y Renacer (22 días) de cebada, avena y triticale respectivamente. Mientras que las más tardías fueron; IBON (7,3 días) en cebada, Gaviota (20 días) en avena y Eronga (27,8 días) en triticale. En la localidad de Jahuiraca, las más precoces fueron la IBTA-80 (13,8 días) de cebada, Renacer (23,5 días) en el triticale. En avena las variedades mostraron un comportamiento similar en cuanto a la emergencia con un promedio de 20,5 días. Mientras que las más tardías fueron; IBON (19 días) en cebada, Eronga (31,3 días) en triticale.

Cuadro 10. Comparación de medias para los días a la emergencia de las variedades en la interacción localidad por variedad

Variedad	Suntia Chico	Jahuiraca	Tipampa
Triticale Var. Eronga	27,8	31,3	29,5
Triticale Var. Renacer	22,0	23,5	23,0
Avena Var. Gaviota	20,0	20,3	18,8
Avena Var. Águila	19,0	21,0	18,5
Avena Var. L-94/171	13,8	20,3	16,0
Cebada Var. IBON	7,3	19,0	9,0
Cebada Var. Gloria	7,3	15,5	9,0
Cebada Var. IBTA-80	7,0	13,8	9,0

Finalmente en la localidad de Tipampa, no existieron diferencias significativas entre las variedades de cebada llegando a un promedio de 9 días a la emergencia. En la avena tampoco existieron diferencias alcanzando una media de 17,7 días. En el triticale la variedad de mayor precocidad fue la variedad Renacer con 23 días a la emergencia y la más tardía la variedad Eronga con 29,5 días a la emergencia.

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

4.1.2 Días a la prefloración

El análisis de varianza para la variable días a la prefloración se muestra en el Cuadro A 5-b. Efectuado el mismo se detectaron diferencias altamente significativas ($Pr < 0,01$) para las fuentes de variación localidades, variedades y no se encontraron diferencias significativas ($Pr > 0,05$) para el resto de las fuentes de variación. El coeficiente de variación fue de 4,04%, este valor nos indica que los datos obtenidos y la metodología empleada en la recolección de los mismos fueron confiables.

4.1.2.1 Días a la prefloración en tres Localidades

La comparación de medias para el factor Localidad, se realizó mediante la prueba de Duncan al 5% de probabilidad estadística, expuesto en el cuadro 11.

Cuadro 11. Prueba de Duncan para comparar los días a la prefloración de las variedades forrajeras en tres Localidades

Localidad	Número de plantas	Días a la prefloración	Duncan ($\alpha=0,05$)
Suntia Chico	32	118,78	a
Tipampa	32	106,05	b
Jahuiraca	32	104,09	b

En el Cuadro 11; se muestran los promedios de días a la prefloración por localidades, y de acuerdo a la clasificación de Duncan las localidades de Jahuiraca y Tipampa no presentaron diferencias significativas ($Pr > 0,05$), y a su vez fueron estadísticamente diferentes ($Pr < 0,05$) a la localidad de Suntia Chico.

Como indica el Cuadro 11, en las localidades de Jahuiraca y Tipampa las variedades llegaron a la prefloración antes con un promedio de 105,07 días; y en la localidad de Suntia Chico el promedio de días a la prefloración fue de 118,78 días. La diferencia de 13 días con relación a los datos de las demás localidades puede deberse a la influencia del riego (Cuadro 4).

4.1.2.2 Días a la prefloración de variedades

La prueba de Duncan ($\alpha=0,05$), para la variable días a la prefloración de variedades, se muestra en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Prueba de Duncan para comparar los días a la prefloración de las diferentes variedades

Variedad	Número de plantas	Días a la prefloración	Duncan ($\alpha=0,05$)
Avena Var. Gaviota	12	127,58	a
Avena Var. L-94/171	12	119,08	b
Avena Var. Águila	12	115,75	b c
Triticale Var. Renacer	12	112,42	c
Cebada Var. IBON	12	104,50	d
Triticale Var. Eronga	12	100,83	d e
Cebada Var. Gloria	12	99,42	e
Cebada Var. IBTA-80	12	97,58	e

Según la prueba de Duncan al nivel del 5% (Cuadro 12). Las variedades IBTA-80 (97,6 días), Gloria (99,4) en cebada y la variedad Eronga (100,8 días) de triticale fueron las primeras en llegar a la prefloración, mientras que las mas tardías fueron; Gaviota (127,5 días), L-94/171 (119 días) y Águila (115,6 días) correspondientes a la especie avena.

Existieron diferencias entre especies en los días a la prefloración, debidas probablemente al aspecto genético, registrando la cebada la mayor precocidad con un promedio de 100,5 días, seguido por el triticale con 106,3 días y finalmente la avena con 120,8 días.

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 prefloración o espigamiento en un rango de 104 a 112 días.

La variedad Gaviota (127,58 días) fue la mas tardía, en relación a la variedad L-94/171 (119,08 días) y Águila (115,75 días) que fueron las mas rápidas, en lo referente a la avena (Cuadro 12 y Figura.10).

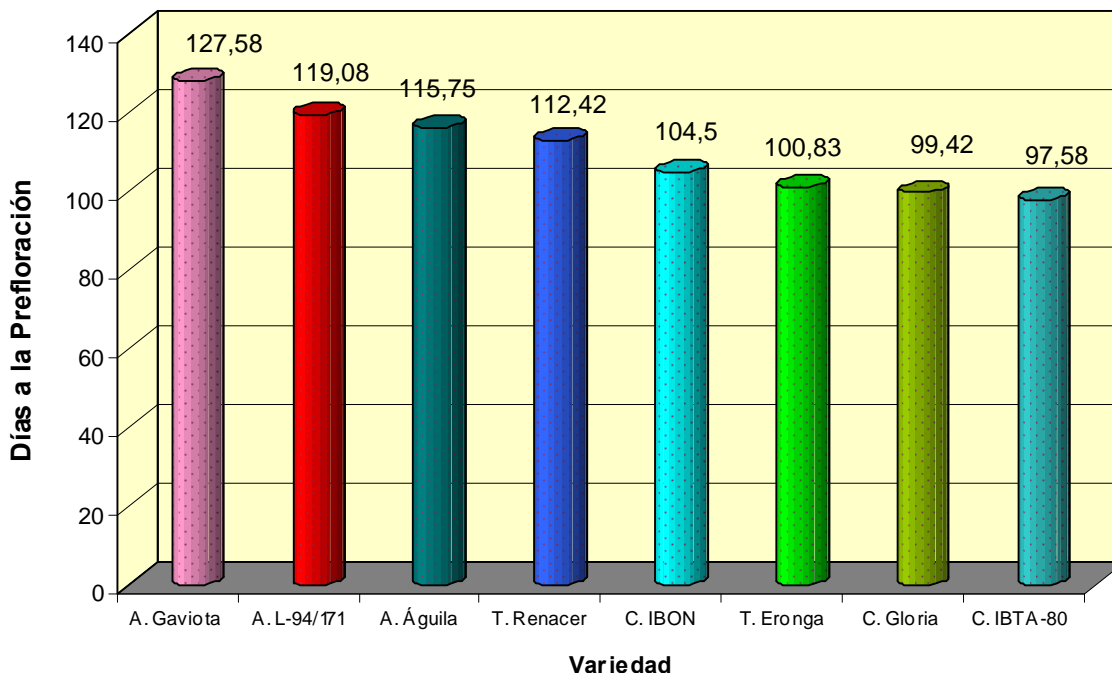


Figura 10. Días a la prefloración de variedades forrajeras

En la figura 10; se aprecia que la variedad Eronga (100,83 días) fue más precoz que la variedad Renacer (112,42 días) en el triticale. Además se encontraron diferencias significativas ($Pr < 0,05$) entre la variedad IBON (104,5 días) que fue mas tardía, en comparación a la variedad Gloria (99,42 días) é IBTA-80 (97,58 días) de cebada, siendo mas precoces.

4.1.3 Días a la antesis

El análisis de varianza identifico diferencias altamente significativas ($Pr < 0,01$) para las fuentes de variación; localidades, variedades y diferencias significativas ($Pr < 0,05$) para bloque dentro de localidad, no se encontraron diferencias significativas ($Pr > 0,05$) para el resto de las fuentes de variación. (Cuadro A 5-c).

El coeficiente de variación de la variable días a la antesis 2,53% fue ínfimo. Este valor nos indica que los datos obtenidos y la metodología empleada en la recolección de los mismos fueron seguros. 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.

4.1.3.1 Días a la antesis en tres localidades

La comparación de medias para el factor Localidad, se realizó mediante la prueba de Duncan al 5% de probabilidad estadística, expuesto en el cuadro 13.

Cuadro 13. Prueba de Duncan para comparar los días a la antesis de las variedades en tres Localidades

Localidad	Número de plantas	Días a la Antesis	Duncan ($\alpha=0,05$)
Suntia Chico	12	119,33	a
Jahuiraca	20	111,75	b
Tipampa	16	110,00	b

En el Cuadro 13, se muestran los promedios de días a la antesis por localidades, que de acuerdo a la clasificación de Duncan, la localidad de Suntia Chico es estadísticamente significativa ($Pr < 0,05$) y diferente en relación a las localidades de Jahuiraca y Tipampa donde no se encontraron diferencias estadísticas entre ambas.

Como se indicó en las localidades de Jahuiraca y Tipampa las variedades llegaron a la antesis antes, siendo precoces con un promedio de 110,8 días, esto debido a los riegos aplicados en el ciclo del cultivo (Cuadro 4), y en la localidad de Suntia Chico el promedio de días a la antesis fue de 119,33 días, la diferencia de 9 días respecto a las otras dos localidades puede deberse a la influencia del riego, ya que en esta localidad no se realizó ningún tipo de riego, por problemas en la gestión y accesibilidad al mismo.

4.1.3.2 Días a la antesis de variedades

La prueba de Duncan al 5% de probabilidad, para la variable días a la antesis de variedades, se muestra en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Prueba de Duncan para comparar los días a la antesis de las diferentes variedades

Variedad	Número de plantas	Días a la antesis	Duncan ($\alpha=0,05$)
Triticale Var. Renacer	4	131,50	a
Triticale Var. Eronga	8	119,88	b
Cebada Var. IBON	12	112,75	c
Cebada Var. IBTA-80	12	108,17	c
Cebada Var. Gloria	12	107,58	c

Es necesario mencionar, que el comportamiento climático y la variación fluctuante de temperaturas extremas, son factores que no permitieron la toma de datos en la especie avena, ya que el efecto de los granizos evito la normal expulsión de anteras en las variedades en estudio; como se aprecia en la Figura 2 y Cuadro A4. En el mes de abril comienza la baja de temperatura llegando a presentarse las primeras heladas, y granizos en fecha 7 al 15 de abril y en el mes de mayo se presentaron heladas constantes, que se manifestaron en el comportamiento agronómico del forraje (Figura 3).

De acuerdo a las clasificación de Duncan ($\alpha=0,05$), la variedad Renacer (131,5 días) fue de carácter tardía en relación a la Eronga (119,8 días) que fue precoz, en la especie triticale, ambas presentan diferencias estadísticas significativas en relación a las otras variedades. Las variedades de cebada no presentaron diferencias significativas, empero la variedad Gloria (107,6 días) fue la que llego a la fase de antesis con anterioridad, seguida por IBTA-80 (108,2 días), IBON (112,7 días) siendo esta ultima la mas tardía.

Las especies por la variabilidad genética que presentan mostraron diferencias, la cebada llegó a la fase de antesis a los 109,5 días y el triticale a los 125,7 días. Al respecto Conde (2003), reporta 130 días a la fase de floración en la especie avena.

4.1.4 Días a grano lechoso (Cosecha)

El análisis de varianza para los días a grano lechoso o Cosecha se muestra en el Cuadro A 5-d. Efectuado el mismo se detectaron diferencias altamente significativas ($Pr < 0,01$) para localidades y diferencias significativas ($Pr < 0,05$) para bloque dentro de localidad y variedades. No se encontraron diferencias significativas al 5% de probabilidad para el resto de las fuentes de variación.

El coeficiente de variación de la variable días a grano lechoso 1,84% 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 se debe probablemente al factor edáfico.

4.1.4.1 Días a grano lechoso en tres localidades

La comparación de medias para el factor localidad, se realizó mediante la prueba de Duncan al 5% de probabilidad estadística, expuesta en el Cuadro 15.

Cuadro 15. Prueba de Duncan para comparar los días a grano lechoso de las variedades en tres Localidades

Localidad	Número de plantas	Días a grano lechoso	Duncan ($\alpha=0,05$)
Tipampa	32	137,75	a
Jahuiraca	32	137,22	a
Suntia Chico	32	134,72	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 Suntia Chico con un promedio de 134,7 días, mostrando diferencias significativas respecto de las otras dos localidades, donde el promedio de las variedades en la localidad de Jahuirlaca llego a 137,2 días y en la localidad de Tipampa a 137,7 días, estas ultimas no presentaron diferencias significativas.

Las diferencias entre localidades son probablemente atribuibles a las condiciones edáficas en cuanto a textura de suelo, y la humedad presente ya que la localidad de Suntia Chico presenta una textura suelta, además de que por la cercanía al río principal (Keka) 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.

Por otro lado Marca (1989), afirma que el cultivo de avena forrajera alcanza su desarrollo hasta la fase de grano lechoso con panicula de 20 o 30% de grano lechoso, entre los 160 a 190 días.

4.1.4.2 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 16. Se debe hacer notar que no todas las variedades llegaron a esta fase, algunas tuvieron que evaluarse antes de tiempo debido a las temperaturas extremas que se presentaron llegando a valores de $-4,65^{\circ}\text{C}$ factor que provoco el secado de granos en algunos cultivares de estudio (Cuadro A4).

De conformidad a la prueba de Duncan al nivel del 5% (Cuadro 16), las variedades con menores días a grano lechoso fueron; Gloria (126,8 días), IBTA-80 (130,2 días) correspondientes a la cebada, mientras que la variedad Gaviota (147,7 días) de avena fue la mas tardía. Este dato es corroborado por Villarroel (2001), quien reporta 150 días al estado de grano lechoso en la variedad Gaviota.

Cuadro 16. Prueba de Duncan para comparar los días a grano lechoso de las diferentes variedades

Variedad	Número de plantas	Días a grano lechoso	Duncan ($\alpha=0,05$)
Avena Var. Gaviota	12	147,75	a
Avena Var. Águila	12	142,58	b
Avena Var. L-94/171	12	139,83	b
Triticale Var. Renacer	12	138,83	b
Triticale Var. Eronga	12	133,33	c
Cebada Var. IBON	12	133,08	c
Cebada Var. IBTA-80	12	130,25	c d
Cebada Var. Gloria	12	126,83	d

En lo referente a especies, la cebada fue la más precoz con un promedio de 130 días a grano lechoso, Seguido por el triticale con 136 días y finalmente la avena con 143 días. Estos datos contrastan con los encontrados por Quispe (1999) en un estudio realizado en la localidad de Choquenaira, quien reporta que la especie con mejor índice de precocidad fue la cebada con 101 días seguido por el triticale con 112 días y por ultimo la avena 127 días hasta la cosecha.

A su vez 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).

Phoelman (1974), indica que las diferencias en la precocidad se atribuyen a las condiciones medio ambientales y al genotipo de la especie, variedad.

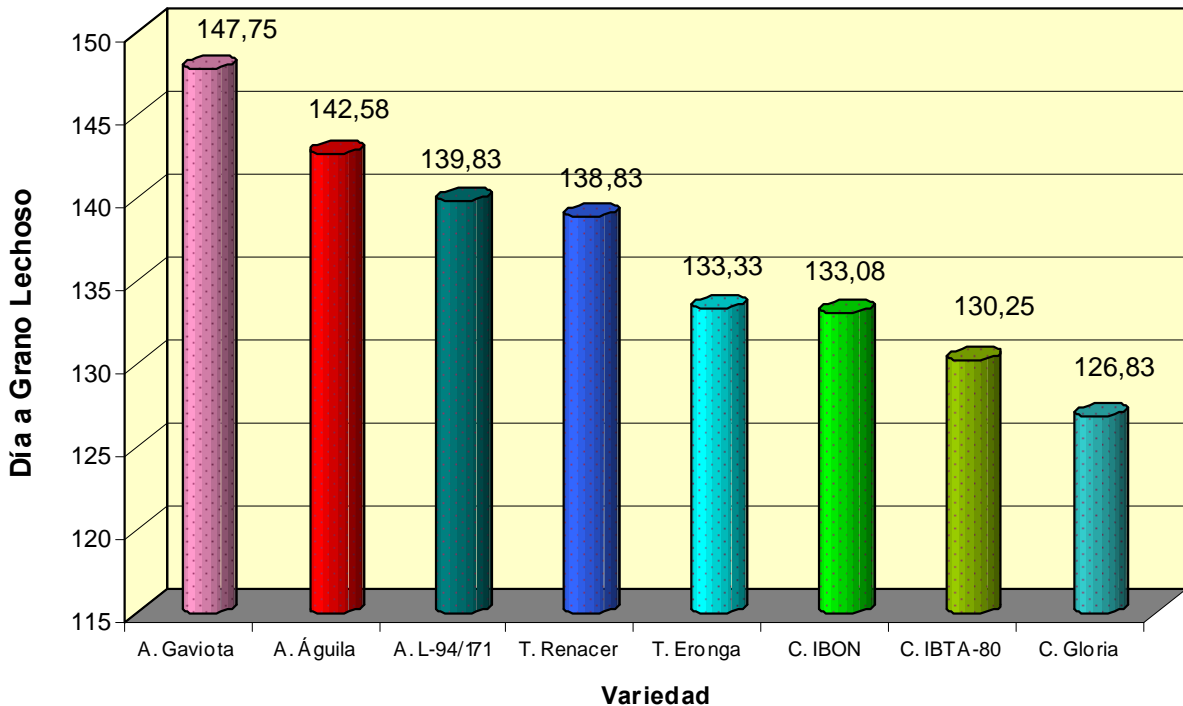


Figura 11. Días a grano lechoso (Cosecha) de variedades

La comparación para las variedades (Figura 11), indica que la variedad Gloria (126,8 días) fue más precoz y estadísticamente diferente ($Pr < 0,05$) a las variedades IBON (133 días) é IBTA-80 (130 días), en lo que concierne a la cebada. En el triticale la variedad Eronga fue precoz con 133 días y la variedad Renacer fue tardía con 139 días. Finalmente en avena la variedad L-94/171 (139 días) y Águila (142 días) no presentaron diferencias ($Pr > 0,05$), además estas fueron estadísticamente diferente ($Pr < 0,05$) a la variedad Gaviota que registro 148 días, llegando a ser la variedad más tardía.

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.

4.2 Incidencia de Enfermedades

A finales del mes de febrero cuando disminuyo la época lluviosa fue donde se apreciaron los primeros síntomas del *helminthosporium* que se manifestaron en forma de manchas alargadas en las hojas, en sentido longitudinal y en forma de red,

transformándose mas adelante en estrías de color pardo violáceo, llegando a romperse las hojas, como deshilachadas (Cuadro A7, foto 9). Cuando el ataque fue fuerte, detuvo el crecimiento de la planta o impidió el espigado total de ella. La infección temprana disminuyo el rendimiento, por efecto del deterioro de las hojas que fueron el factor principal para el proceso de la fotosíntesis.

4.2.1 Presencia del *Helminthosporium*

La respuesta de las variedades a la infección del *helminthosporium* fueron clasificadas con la ayuda de la escala de Saari – Prescott (1975), donde se evaluó la intensidad de enfermedades foliares de trigo y cebada principalmente (Figura 7).

Cuadro 17. Intensidad del *Helminthosporium* en las variedades forrajeras en estudio

Variedades	Intensidad %		
	MR	MS	S
Cebada Var. Gloria	8,3	50,0	41,7
Cebada Var. IBTA-80		50,0	50,0
Cebada Var. IBON		8,3	91,7
Avena Var. Gaviota		58,3	41,7
Avena Var. Águila		83,3	16,7
Avena Var. L-94/171		8,3	91,7
Triticale Var. Eronga	8,3	66,7	25,0
Triticale Var. Renacer	16,7	41,7	41,7

El Cuadro 17 y Figura 12, señalan que las variedades de mayor susceptibilidad fueron: IBON en cebada y L-94/171 en avena con 91,7% de gravedad de un tipo Sensible como se ve en la foto 10 del A7. Por el contrario las variedades Gloria (8,3%) de cebada, Eronga (8,3%) y Renacer (16,7%) de triticale mostraron una gravedad de tipo Moderadamente Resistente. Las otras variedades se encuentran dentro del tipo Moderadamente Sensible al ataque del *helminthosporium*. La presencia de enfermedades

es un factor que limita el rendimiento de los cultivares, lo que se evidenció en las variedades IBON de cebada y L-94/171 de avena que registran los menores rendimientos con 4,52 y 5,31 ton MS/ha respectivamente.

Para una interpretación correcta se ejemplifica, de la siguiente manera;

Var. IBON 91,7% S, Gravedad del 91,7% de un tipo Sensible

Var. Renacer 16,7% MR, Gravedad del 16,7% de un tipo Moderadamente Resistente

Var. Águila 83,3% MS, Gravedad del 83,3% de un tipo Moderadamente Sensible

La tolerancia a la susceptibilidad del *helminthosporium* fue atribuible a las variaciones genéticas de cada especie y variedad (Figura 12), además de las condiciones mesológicas, y de las labores culturales que se practiquen en el cultivo, como es el desmalezado, con lo que se estaría cortando un vector trasmisor de los patógenos que son las malezas, además de disminuir la humedad dentro la parcela y favorecer a una mayor ventilación.

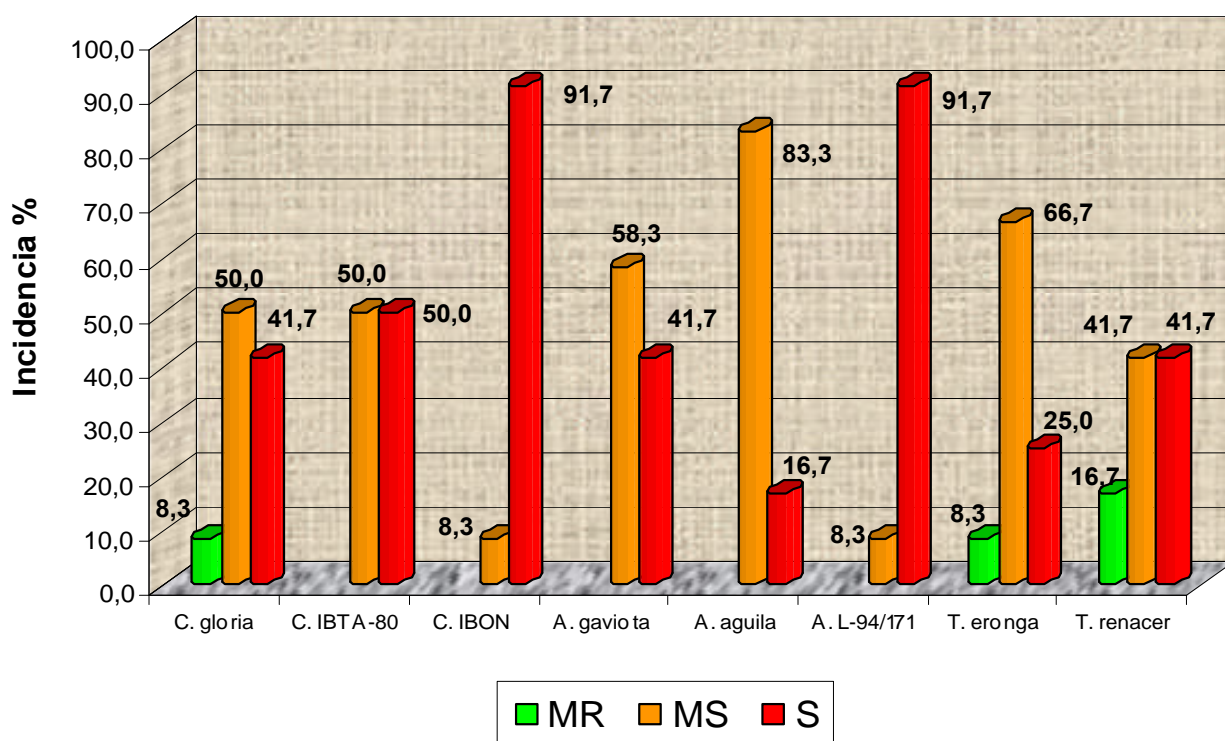


Figura 12. Incidencia del *Helminthosporium* en variedades

M.R.= Moderadamente resistente, M.S.= Moderadamente sensible, S.= Sensible

El rastrojo presente sobre la superficie del suelo provoca grandes transformaciones en el sistema de producción del forraje. Modifica la dinámica del agua y nutrientes, actúa como aislante térmico, atenúa la velocidad del viento; además de provocar efectos directos e indirectos en el desarrollo de las enfermedades. Estos efectos están relacionados con: 1) modificaciones en el microclima o ambiente físico en el cual se desarrolla la enfermedad y 2) con los requerimientos nutricionales del microorganismo. La mayoría de los patógenos que atacan hojas, tallos y frutos dependen del rastrojo para sobrevivir entre cortes (Cook, R., Boosalis, M., Doupnik, B., 1978).

Para minimizar el impacto del rastrojo en superficie sobre las manchas foliares de forrajes, se recomienda utilizar todas las medidas de manejo racional:

1. Rotación de cultivos con especies no susceptibles a las enfermedades.
2. Elección de la variedad menos susceptible.
3. Uso de semilla certificada.
4. Control de huéspedes alternativos y plantas voluntarias (desmalezado).
5. Control químico, siempre y cuando sea necesario.

“La enfermedad en un cultivo es producto de una sumatoria de factores. Como tal, el control de la misma debería basarse en la sumatoria de las medidas antes mencionadas “.

4.3 Descripción del comportamiento agronómico

4.3.1 Altura de planta

El análisis de varianza para la altura de planta se muestra en el Cuadro A 5-e. Efectuado el mismo se detectaron diferencias altamente significativas al 1% de probabilidad para las fuentes de variación; localidades, interacción localidad por variedad, y diferencias significativas al 5% en variedades. No se encontraron diferencias significativas para el resto de las fuentes de variación.

El coeficiente de variación (CV) 9,53% indica que los datos obtenidos y la metodología empleada 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 no existen diferencias significativas entre bloques dentro de localidades lo que significa que, no existen diferencias en el factor suelo como se suponía.

4.3.1.1 Altura de planta en tres localidades

De acuerdo a la clasificación de Duncan al 5% de probabilidad las tres localidades presentaron diferencias significativas para la altura de planta (Cuadro 18).

Cuadro 18. Prueba de Duncan para comparar la altura de planta en tres localidades

Localidad	Número de plantas	Altura de planta en cm.	Duncan ($\alpha=0,05$)
Tipampa	32	76,71	a
Jahuirraca	32	70,70	b
Suntia Chico	32	62,46	c

Las mayores alturas de plantas se registraron en la localidad de Tipampa siendo el promedio general 76,71 cm, seguido por la localidad de Jahuirraca cuyo promedio fue de 70,70 cm, siendo estas comparativamente mayores al obtenido en el ensayo realizado en la localidad de Suntia Chico que contó con un promedio general de 62,46 cm.

El factor edáfico de las diferentes localidades tuvo efecto sobre la altura de planta; de esta manera la fertilidad del suelo en Tipampa fue superior a la de Jahuirraca y Suntia Chico ya que contiene mayor cantidad de materia orgánica, fósforo y nitrógeno (Cuadro 2), factor que probablemente haya influido en las diferencias de altura. Según Villegas (2004), en suelos con mayores dosis de N y P ya sea natural o con fertilización, existen incrementos en la altura de planta de las variedades por efecto de las condiciones de cada localidad. Además el manejo del cultivo influyó en la variable altura de planta, realizando

un mayor número de riegos y deshierbes en la localidad de Tipampa, factor que hizo que las variedades tengan mayor altura de planta en dicha localidad.

4.3.1.2 Altura de planta de variedades

De acuerdo a la prueba de Duncan al nivel del 5% (Cuadro 19), las variedades con mayor talla correspondieron a la especie del triticale con la variedad Renacer que alcanzó 90,81 cm de altura, seguido por la variedad Eronga con 82,78 cm. En lo concerniente a la cebada, la variedad IBTA-80 y Gloria llegaron a 68,83 y 68,23 cm de altura de planta, estas variedades no presentaron diferencias significativas ($P > 0,05$), pero fueron mayores a la variedad IBON que registró 61,21 cm de altura. En avena tampoco se presentaron diferencias significativas siendo la variedad L-94/171 con 65,26 cm la de mayor altura seguida por la variedad águila y gaviota con 62,18 y 60,36 cm respectivamente.

Cuadro 19. Prueba de Duncan para comparar la altura de planta de las diferentes especies y variedades

Variedad	Numero de plantas	Altura de planta en cm.	Duncan ($\alpha=0,05$)
Triticale Var. Renacer	12	90,81	a
Triticale Var. Eronga	12	82,78	b
Cebada Var. IBTA-80	12	68,83	c
Cebada Var. Gloria	12	68,23	c
Avena Var. L-94/171	12	65,26	c d
Avena Var. Águila	12	62,18	d
Cebada Var. IBON	12	61,21	d
Avena Var. Gaviota	12	60,36	d

Los resultados objetados en el presente trabajo se relacionan con los observados por Quispe (1999) en la localidad de Choquenaira, donde de las tres especies forrajeras; el triticale presento la mayor altura de planta con un promedio de 98,81 cm; seguido por la avena con 87,73 cm y por último la cebada con solo 69.93 cm.

Según Villaroel (2001), en un estudio comparativo de especies forrajeras realizadas en la localidad de Belén, señala que el triticale presentó la mayor altura con 127,63 cm, seguido de la avena con 121,67 cm y, por último la cebada con 109,87 cm. Los mismos fueron superiores o similares a los registrados en el presente estudio. Situación que podría atribuirse a las precipitaciones variables en cada zona y año agrícola, y el material genético empleado; además de la fecha tardía en la siembra. Son aspectos que se reflejan en las condiciones edafoclimáticas adversas que no permitieron mostrar el real potencial agronómico de las especies y variedades evaluadas. En nuestro caso, la precipitación fue de 342 mm durante el ciclo vegetativo del cultivo que fue inferior en un 14% al registrado históricamente que alcanza a 400 mm durante el mismo periodo (JICA, 1997).

La comparación de medias para la altura de planta entre variedades, señala que presentaron diferencias significativas al 5% entre aquellas que mayor talla alcanzaron como son la variedad renacer (90,81 cm) y eronga (82,78 cm) en triticale, respecto a las que alcanzaron menor altura como la variedad IBON (61,21 cm) en cebada y gaviota (60,36 cm) en avena.

4.3.1.3 Altura de planta para la interacción localidad entre variedad

El Cuadro 20, exhibe el análisis de efectos simples para la interacción localidad por variedad de la variable altura de planta.

Cuadro 20. Análisis de Varianza de efectos simples para la interacción localidad por variedad

Fuente de Variación	g.l.	S.C.	C.M.	Fc	Ft (5%)
Var.(Loc.1)	7	3369,26	481,32	10,82	2,16 *
Var.(Loc.2)	7	3493,64	499,09	11,22	2,16 *
Var.(Loc.3)	7	4608,72	658,39	14,81	2,16 *
Error	63	2801,52	44,47		

* Significativo (Pr<0,05)

NS No Significativo

Se logra apreciar en el cuadro 20, la existencia de diferencias significativas entre variedades dentro de localidades y entre las localidades. Para una percepción mas objetiva de la interacción localidad por variedad, los resultados se ilustran en la Figura 13.

Se observa que en la localidad de Tipampa se tuvieron los mayores promedios de altura de plantas, debido probablemente a las mejores condiciones edafoclimaticas que presentó (Cuadro 2), donde la variedad renacer y eronga de la especie triticales alcanzaron las mayores alturas con 103 cm y 88 cm respectivamente, y las de menor altura fueron registradas en las variedades gaviota y águila de avena con 49 y 54 cm en la localidad de Suntia Chico; aspecto que se debe principalmente a que en esta localidad no se efectuaron riegos por no tener acceso al mismo (Figura 13).

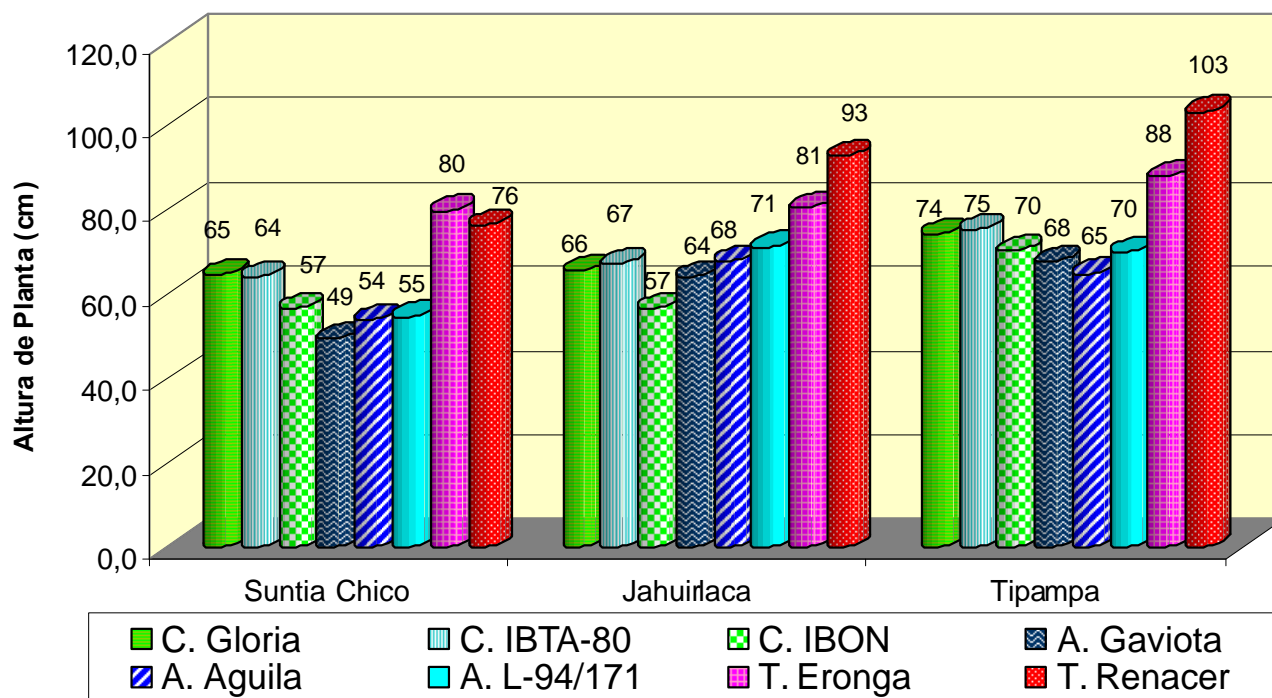


Figura 13. Altura de planta de variedades en tres localidades

La Figura 13, evidencia las diferencias entre localidades y dentro de esta entre especies, llegando a concluir que los mejores promedios se lograron en la localidad de Tipampa, teniendo como promedio el triticales 96 cm, la cebada 73 cm y la avena 68 cm; seguida por la localidad de Jahuirfaca donde el triticales obtuvo 87 cm, la avena 67 cm, y la cebada 63 cm, en cambio en Suntia Chico presentó el triticales una altura de 78 cm, la cebada 62 cm, y la avena 53 cm.

La disparidad de altura de planta de las variedades, puede atribuirse al potencial genético y a su capacidad de adaptación a condiciones adversas. 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 al 5% de probabilidad, se muestra en el cuadro 21, el mismo expone los promedios y las diferencias estadísticas en el comportamiento de las diferentes variedades dentro de las diferentes localidades.

Cuadro 21. Comparación de medias para la altura de planta de las variedades en la interacción Localidad por Variedad

Variedad	Suntia Chico	Jahuiraca	Tipampa
Triticale Var. Eronga	79,8	80,6	88,0
Triticale Var. Renacer	76,4	92,7	103,3
Cebada Var. Gloria	64,8	65,5	74,4
Cebada Var. IBTA-80	64,2	67,0	75,3
Cebada Var. IBON	56,6	56,6	70,4
Avena Var. L-94/171	54,7	71,2	69,9
Avena Var. Águila	53,9	67,8	64,8
Avena Var. Gaviota	49,4	64,2	67,6

El Cuadro 21, muestra que la variedad eronga y renacer con (79,8 cm) y (76,4 cm) de triticale son superiores a las otras variedades, en cambio las variedades de cebada se encuentran dentro de la media de 62,46 cm, y la de menor porte fue para la variedad gaviota (49,4 cm). Esto puede atribuirse a que la avena es una especie que se adapta mejor a zonas con abundante precipitación y riego, factor que no fue propicio en la zona de estudio correspondiente a la localidad de Suntia Chico (Cuadro A4.).

Se aprecia en el Cuadro 21, que la variedad renacer 92,7 cm en triticale fue estadísticamente diferente y superior a las otras variedades. La variedad eronga (80,6 cm), L-94/171 (71,2 cm), águila (67,8 cm), IBTA-80 (67,0 cm), gloria (65,5 cm), gaviota

(64,2 cm) fueron estadísticamente similares. Y la de menor talla fue la variedad IBON (56,6 cm) de cebada. Cabe señalar que en esta localidad de Jahuiraca se efectuaron riegos normales los cuales influyeron en mayores alturas en la especie avena (Cuadro 4).

Por su parte Mendieta (1992), en un estudio comparativo de variedades de avena y triticale en la Estación de Choquenaira logro alturas similares al trabajo de investigación en las variedades de avena entre 36 a 51 cm y en el triticale entre 85 a 95 cm.

Según el Cuadro 21 en la localidad de Tipampa, la variedad renacer y eronga con 103,3 cm y 88 cm son estadísticamente diferentes y superiores a las otras variedades. Las demás variedades no presentan diferencias significativas registrando una altura de planta promedio de 70,4 cm. Se debe considerar que el riego en esta localidad se realizó con normalidad y que las condiciones de suelo son más favorables para la producción de gramíneas forrajeras (Cuadros 2 y 4), ya que las propiedades físicas y químicas de suelo presentan un pH ligeramente básico, mayor porosidad y contenido de nitrógeno y fósforo en relación a las otras localidades.

Los valores de altura de planta, mostraron un mayor desarrollo en la especie triticale, dato que es corroborado por Quispe (1999), quien señala que la variedad renacer de Triticale logro un promedio de 105,39 cm seguida de la variedad gaviota de avena con 94,57 cm, además de las variedades eronga en triticale y águila en avena con 92,23 cm y 80,89 cm, y por último las variedades IBTA-80 y lucha en cebada con 70,35 y 69,51 cm.

4.3.2 Número de Macollos

El análisis de varianza para el número de macollos se muestra en el Cuadro A 5-f. El cual identifico diferencias altamente significativas ($Pr < 0,01$) para la fuente de variación variedades. No se encontraron diferencias significativas ($Pr > 0,05$) para el resto de las fuentes de variación. El coeficiente de variación de la variable número de macollos por planta es de 19,77%, lo cual refleja que los datos y la metodología aplicada en la recolección de los mismos fueron de confiabilidad; en cambio no se encontró significancia entre bloques en las tres localidades, lo que señala que la hipótesis de la diferencia en las cualidades del suelo no es real.

4.3.2.1 Número de macollos por planta de variedades

La prueba de Duncan 5% de probabilidad, para el número de macollos de las variedades, se muestra en el cuadro 22.

Cuadro 22. 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. Águila	12	3,63	a
Cebada Var. IBON	12	3,56	a
Avena Var. Gaviota	12	3,40	a
Avena Var. L-94/171	12	3,28	a
Cebada Var. IBTA-80	12	2,78	b
Cebada Var. Gloria	12	2,72	b c
Triticale Var. Renacer	12	2,45	b c
Triticale Var. Eronga	12	2,24	c

De acuerdo a la prueba de Duncan al nivel del 5% (Cuadro 22) las variedades águila, gaviota y L-94/171 de avena junto a la variedad IBON de cebada no presentaron diferencias significativas ($P_r > 0,05$), siendo 3,5 el promedio de número de macollos por planta valor que es superior a las otras variedades, como las registradas por las variedades IBTA-80 con 2,78, gloria 2,72 y renacer 2,45. Finalmente la variedad eronga (2,24) fue la que presentó el menor número de macollos por planta.

La diferencia varietal es concordante con los resultados obtenidos por Quispe (1999), en ensayos realizados en la localidad de Choquenaira del departamento de La Paz, donde el número de macollos de las especies y variedades forrajeras fue superior en la avena con las variedades Gaviota y Águila con 6,5 y 6,4 macollos/planta seguido por la cebada con las variedades Lucha e IBTA-80 con 5,5 y 5,3 macollos/planta y por último el triticale con las variedades Renacer y eronga con 3,8 y 2,9 macollos/planta.

Con respecto al número de macollos Villarroel (2001), en un ensayo realizado en la estación Experimental de Belén, registro el mayor número de macollos en la avena con 7,26 macollos/planta, seguido de la cebada con 4,97 macollos/planta y por último el triticale con solo 4,33 macollos/planta, probablemente fueron favorecidos por las condiciones ambientales y de suelo de la zona en esa gestión agrícola.

A su vez Mendieta (1992), en un trabajo realizado en cebada en la Estación de Experimental de Patacamaya, señalo que el mayor rendimiento de forraje estaba muy relacionado con el mayor número de macollos; sin embargo, un mayor o menor numero de macollos esta en función a una disponibilidad del nitrógeno en el suelo.

Al respecto Robles (1990), indica que el número de macollos por planta, es un carácter fuertemente influenciado por las condiciones ambientales, principalmente la humedad, precipitación pluvial, fertilidad del suelo y la época de siembra.

4.3.3 Rendimiento de Materia Seca

El análisis de varianza para el rendimiento de materia seca (ton MS/ha) reveló diferencias altamente significativas ($Pr < 0,01$) para las fuentes de variación, Localidades, Variedades y diferencias significativas ($Pr < 0,05$) para los Bloques dentro de cada localidad. No se encontraron diferencias significativas ($Pr > 0,05$) para el resto de las fuentes de variación (Cuadro A 5-g).

El coeficiente de variación para la variable rendimiento de materia seca fue 15,58% valor que esta dentro el rango admisible para evaluar el carácter rendimiento expuesto por Calzada (1982). Este valor indica que los datos obtenidos y la metodología empleada en la recolección de los mismos fueron confiables; en cuanto a 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.

4.3.3.1 Rendimiento de materia seca en las tres localidades

La comparación de medias del rendimiento de materia seca para el factor Localidad, se realizó mediante la prueba de Duncan al 5% de probabilidad estadística, expuesto en el cuadro 23.

Cuadro 23. Prueba de Duncan para comparar el rendimiento de materia seca en tres Localidades

Localidad	Número de plantas	Rendimiento (ton MS/ha)	Duncan ($\alpha=0,05$)
Tipampa	32	6,35	a
Jahuiraca	32	4,40	b
Suntia Chico	32	3,37	b

De acuerdo a la clasificación de Duncan, la localidad de Tipampa fue estadísticamente diferente ($Pr < 0,05$) a las otras localidades, llegando a tener un promedio de rendimiento de materia seca de 6,35 ton /ha, que resultó ser superior a la localidad de Jahuiraca y Suntia Chico que registraron 4,40 y 3,37 ton MS/ha respectivamente; siendo estas últimas localidades estadísticamente similares ($Pr > 0,05$), se ilustran en la Figura 9.

Dentro de los factores que probablemente condicionaron el rendimiento de las variedades en las localidades de Suntia Chico y Jahuiraca, se pueden mencionar, a la fertilidad natural del suelo, registrando una menor cantidad de nitrógeno (0.14%), fósforo (5,37 ppm) y (14,95 ppm) respectivamente además de una acidez más elevada de pH 6,18 (Cuadro 2) y a la inexistencia de riego en la localidad de Suntia Chico (Cuadro 4).

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).

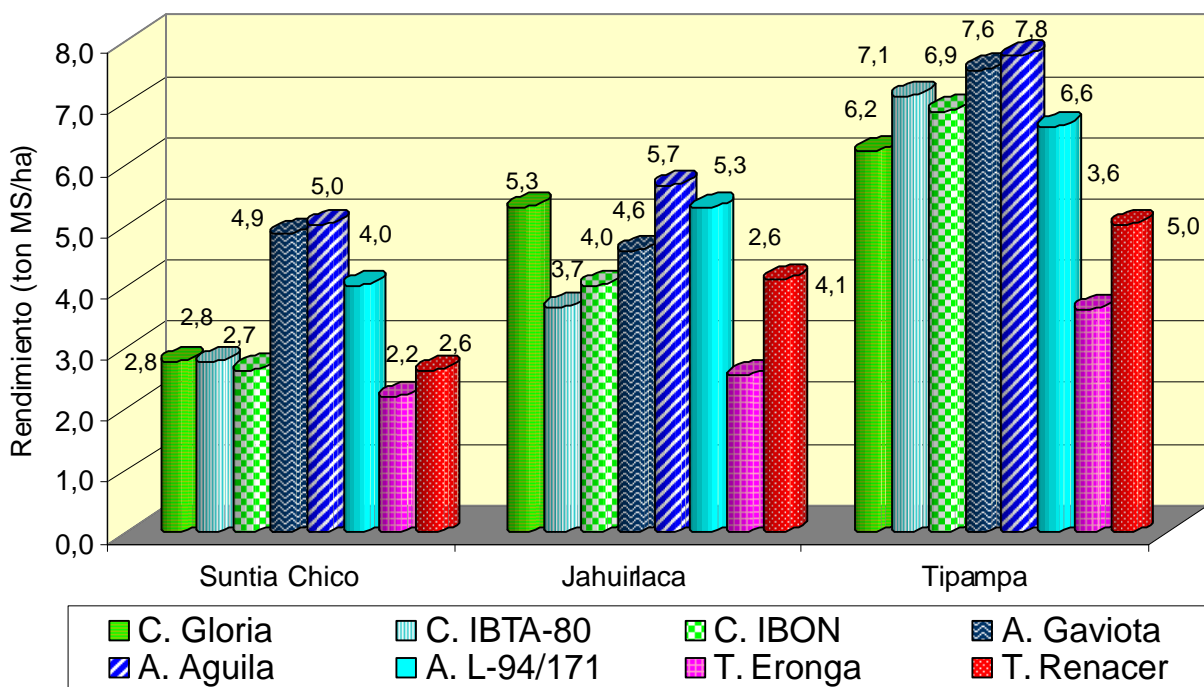


Figura 14. Rendimiento de Materia Seca de variedades en tres localidades

El análisis de varianza refleja que la interacción Localidad por Variedad no fue significativa ($Pr > 0,05$), es decir que los valores de rendimiento de materia seca en cada variedad tendrán un comportamiento similar en cualquier localidad, lo que puede apreciarse con mayor claridad en la Figura 14. También se muestra que el máximo rendimiento de materia seca se obtuvo en la localidad de Tipampa con la variedad Águila de avena con 7,8 ton MS/ha, y el menor rendimiento en la variedad Eronga con solo 2,2 ton MS/ha correspondiente al triticale en la localidad de Suntia Chico.

Gómez⁷ (2000), señala que son muchos los factores que condicionan el rendimiento, tales como los factores biológicos (plagas, enfermedades y malezas), factores edáficos (nutrientes, pH, textura y estructura), factores climáticos (sequía, lluvias, temperatura).

4.3.3.2 Rendimiento de materia seca de variedades

La comparación de medias para el factor Variedad, se realizó mediante la prueba de Duncan al 5% de probabilidad estadística, ilustrado en el Cuadro 24.

Cuadro 24. Prueba de Duncan para comparar el rendimiento de materia seca de las diferentes variedades

Variedad	Número de plantas	Rendimiento (ton MS/ha)	Duncan ($\alpha=0,05$)
Avena Var. Águila	12	6,15	a
Avena Var. Gaviota	12	5,66	a b
Avena Var. L-94/171	12	5,31	a b c
Cebada Var. Gloria	12	4,76	a b c
Cebada Var. IBTA-80	12	4,52	b c
Cebada Var. IBON	12	4,52	c
Triticale Var. Renacer	12	3,93	c d
Triticale Var. Eronga	12	2,80	d

De acuerdo a la prueba de Duncan al nivel del 5% (Cuadro 24) las variedades que presentaron mayor rendimiento fueron: Águila, Gaviota, L-94/171 en avena con (6,15), (5,66) y 5,31 ton MS/ha respectivamente; siendo la variedad Águila estadísticamente superior a las otras variedades. En la cebada la variedad Gloria obtuvo 4,76 ton MS/ha siendo superior a la variedad IBTA-80 e IBON que registraron ambos el mismo valor de 4,52 ton MS/ha. La especie que alcanzó el menor rendimiento fue el triticale, teniendo a la variedad Renacer con 3,93 ton MS/ha, y la variedad Eronga 2,80 ton MS/ha que fue estadísticamente diferente a las otras variedades.

En especies, la avena registró el mayor rendimiento de materia seca con 5,7 ton MS/ha, seguido por la cebada con 4,6 ton MS/ha y finalmente el triticale con 3,4 ton MS/ha. Cabe destacar que los rendimientos alcanzados fueron obtenidos en parcelas bajo descanso y sin la utilización de fertilizantes químicos y orgánicos. Indicar también que los rendimientos experimentales son mayores a los rendimientos locales de avena que llegaron a 2,8 ton MS/ha.

Los rendimientos observados no guardan relación con los obtenidos por Quispe (1999), en la localidad de Choquenaira, quien menciona que la avena presentó un

rendimiento promedio superior al triticale y a la cebada, llegando a 7,58 ton MS/ha, seguido por el triticale de 6,46 Ton MS/ha y por ultimo la cebada de 5,23 ton MS/ha. A su vez señala que la variedad Águila alcanzo 7,90 ton MS/ha, a diferencia de la variedad Gaviota de 7,25 ton MS/ha. En el triticale el mejor rendimiento presenta la variedad Renacer con 6,62 ton MS/ha, y la variedad Eronga de 6,30 ton MS/ha. En cebada, el mejor rendimiento presentó la variedad Lucha con 5,88 ton MS/ha a diferencia de la variedad IBTA-80 de 4,50 ton MS/ha.

Las diferencias observadas en el rendimiento de materia seca con relación a los reportes del autor citado, se deben probablemente a las precipitaciones variables en cada zona y gestión agrícola, y al material genético utilizado, presentándose en el caso nuestro 342 mm durante el ciclo vegetativo del cultivo que es inferior en un 14% al histórico en precipitación que alcanza a 400 mm durante el mismo periodo (JICA, 1997).

La presencia de enfermedades fue sin duda un factor que limitó el rendimiento de los cultivares, es por eso que se evidencia el daño causado en las variedades IBON en cebada y L-94/171 en avena que registraron los menores rendimientos con 4,52 y 5,31 ton MS/ha (Cuadro 24) dentro de cada especie, ya que las mencionadas variedades presentaron una incidencia del 91,7% de *helminthosporium* en la población total (Figura 12 del acápite de enfermedades).

En el área del estudio la avena y cebada se cultivan como alimento para las vacas en invierno, se acoplan durante la época seca. El rendimiento de grano es ínfimo, como heno es alrededor de 2,000 kg/ha con 100 kg/ha de semilla (JICA, 1997).

4.3.4 Índice de relación alométrica hoja/tallo

El análisis de varianza para la relación alométrica hoja/tallo se muestra en el Cuadro A 5-h. El cual muestra diferencias altamente significativas ($Pr < 0,01$) para las fuentes de variación; localidades, variedades y para la interacción localidad por variedad. No se encontraron diferencias significativas ($Pr > 0,05$) para el resto de las fuentes de variación

El coeficiente de variación fue de 18,84% valor que indica que los datos obtenidos y los procedimientos empleados fueron confiables; además, el análisis de varianza exhibe que no existen diferencias significativas entre bloques dentro de localidades lo que significa que, no existen diferencias en el factor suelo como se suponía.

Existió significancia en la interacción Localidad por Variedad, lo cual establece que los valores de relación hoja/tallo en cada variedad tendrán un comportamiento diferente, influenciado por la localidad respectiva.

4.3.4.1 Relación alométrica hoja/tallo en tres localidades

La prueba de Duncan al 5% de probabilidad, para la variable relación alométrica hoja/tallo de las plantas en las tres localidades, se muestra en el Cuadro 25.

Cuadro 25. Prueba de Duncan para comparar la relación hoja/tallo en las tres Localidades

Localidad	Número de plantas	Relación hoja/tallo	Duncan ($\alpha=0,05$)
Suntia Chico	32	0,44	a
Jahuiraca	32	0,31	b
Tipampa	32	0,28	b

Como se puede apreciar en el cuadro 25, de acuerdo a la clasificación de Duncan, la localidad de Suntia chico presentó diferencias estadísticas ($Pr < 0,05$) respecto a la localidad de Jahuiraca y Tipampa que son similares ($Pr > 0,05$). En la localidad de Suntia Chico las plantas exhibieron la mayor relación hoja/tallo, alcanzando un valor de 0,44, seguido por la localidad de Jahuiraca con 0,31 y Tipampa con 0,28. Cuanto más próximo sea a 1, el índice de la relación alométrica hoja/tallo, será el forraje más nutritivo.

Estas diferencias pueden ser atribuibles a las condiciones de suelo y precocidad ya que en la localidad de Suntia Chico, las variedades fueron mas tardías llegando a la

cosecha en una etapa temprana que por efecto de las heladas debió procederse a su cosecha, por tanto se encontraron en una etapa juvenil respecto a las otras localidades.

Sobre la relación Tallos florales/Tallos vegetativos; Barrientos (2001), señala 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.

4.3.4.2 Relación alométrica hoja/tallo de variedades

La prueba de Duncan ($\alpha=0,05$), para la variable relación hoja/tallo de variedades, se muestra en el Cuadro 26.

Cuadro 26. Prueba de Duncan para comparar la relación hoja/tallo de las diferentes variedades

Variedad	Número de plantas	Relación hoja/tallo	Duncan ($\alpha=0,05$)
Avena Var. Gaviota	12	0,62	a
Avena Var. Águila	12	0,54	b
Avena Var. L-94/171	12	0,47	c
Cebada Var. IBON	12	0,34	d
Cebada Var. IBTA-80	12	0,23	e
Cebada Var. Gloria	12	0,22	e
Triticale Var. Renacer	12	0,20	e
Triticale Var. Eronga	12	0,14	f

De acuerdo a la clasificación de Duncan ($\alpha=0,05$), la variedad Gaviota presentó un valor de 0,62 de índice de relación hoja/tallo, siendo estadísticamente diferente y superior a los promedios obtenidos por las otras variedades. Seguido por la variedad Águila, L-94/171, IBON con (0,54), (0,47) y 0,34 respectivamente, presentaron todas diferencias significativas. La variedad IBTA-80, Gloria y Renacer no presentaron diferencias significativas con valores similares de (0,23, 0,22 y 0,20) respectivamente. La variedad de

menor índice de relación hoja/tallo y estadísticamente diferente a las otras, fue para el cultivar Eronga correspondiente a la especie triticales con un valor de 0,14.

Las diferencias observadas en la relación hoja/tallo para las variedades estudiadas probablemente se deben a las características genéticas de cada variedad y especie, existiendo diferencias en la morfología de la planta; al respecto Conde (2003), señala que la avena presenta siempre hojas mas anchas de 1,6 cm por 25 cm de longitud, y la cebada presenta hojas mas delgadas y estrechas.

En síntesis, para el índice de la relación hoja/tallo por especies, la avena presentó el mayor índice con un valor de 0,54; seguido por la cebada con 0,26 y finalmente el triticales con 0.17 valores registrados de acuerdo a las condiciones climáticas en la gestión agrícola del presente estudio. La afirmación realizada no es corroborada en su plenitud por Villarroel (2001), en un estudio realizado en el altiplano norte, donde la avena registró la mayor relación hoja/tallo con 0,81, seguido por el triticales con 0,60, y la cebada con 0,57.

4.3.4.3 Relación alométrica hoja/tallo para la interacción localidad por variedad

El cuadro 27, muestra el análisis de efectos simples para la interacción Localidad por Variedad de la variable relación hoja/tallo.

Cuadro 27. Análisis de Varianza de efectos simples para la interacción localidad por variedad

Fuente de Variación	g.l.	S.C.	C.M.	Fc	Ft (5%)
Var.(Loc.1)	7	1,56	0,22	52,28	2,16 *
Var.(Loc.2)	7	0,60	0,09	20,08	2,16 *
Var.(Loc.3)	7	0,68	0,10	22,80	2,16 *
Error	63	0,2693	0,00427		

* Significativo (Pr<0,05)

NS No Significativo

El comportamiento de las diferentes variedades dentro de cada localidad fue significativo (Cuadro 27), y para una observación mas objetiva de los diferentes efectos simples de variedades por localidades se muestra la Figura 15.

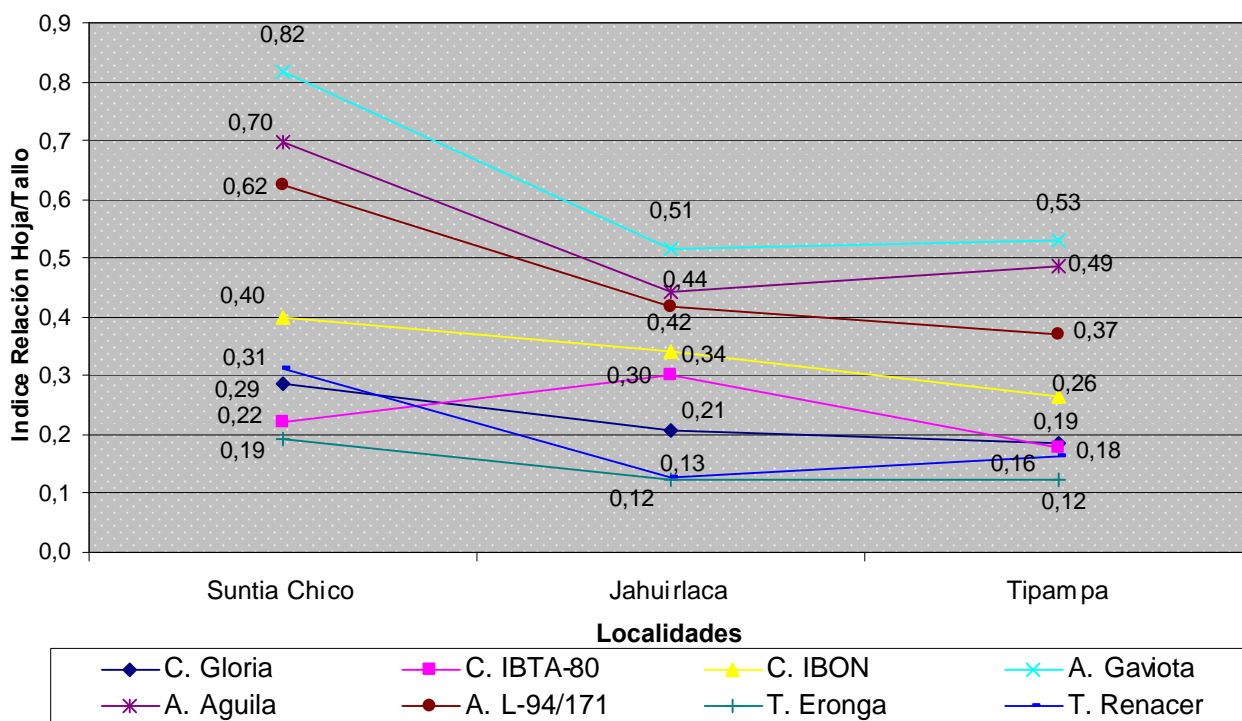


Figura 15. Relación hoja/tallo de plantas para la interacción Localidad por Variedad

La Figura 15, muestra el comportamiento de las variedades en las diferentes localidades, donde se observaron que las variedades Gloria, IBTA-80 é IBON en cebada junto a Eronga y Renacer en triticale presentaron un comportamiento similar en las tres localidades. Sin embargo, las variedades Gaviota, Águila y L-94/171 de avena presentaron diferencias significativas ($Pr < 0,01$) en especial con los valores mas altos en la localidad de Suntia Chico.

La variación de la relación hoja/tallo por planta, de las variedades en las localidades donde se llevaron los ensayos, puede deberse principalmente a la precocidad con que se manifestaron las variedades en la localidad de Tipampa y Jahuiraca. Llegando las variedades al momento de la cosecha en una etapa juvenil en la localidad de Suntia chico, como se evidencia en la Figura 2 y 3 que por efecto de los granizos y heladas se tuvo que cosechar en ese estado al forraje en general.

Cuadro 28. Comparación de medias para la relación hoja/tallo de plantas para la interacción localidad por variedad de las especies forrajeras

Variedad	Suntia Chico	Jahuirraca	Tipampa
Avena Var. Gaviota	0,82	0,51	0,53
Avena Var. Águila	0,70	0,44	0,49
Avena Var. L-94/171	0,62	0,42	0,37
Cebada Var. IBON	0,40	0,34	0,26
Cebada Var. IBTA-80	0,22	0,30	0,18
Cebada Var. Gloria	0,29	0,21	0,19
Triticale Var. Renacer	0,31	0,13	0,16
Triticale Var. Eronga	0,19	0,12	0,12

En el Cuadro 28, se puede apreciar que las variedades de avena registraron los mayores valores de relación hoja/tallo en las tres localidades, llegando la variedad gaviota a 0,82 en la localidad de Suntia Chico y la misma variedad a 0,51 en la localidad de Jahuirraca. En la cebada la variedad IBON llegó a su mayor valor en la localidad de Suntia Chico con 0,40 y el menor índice de relación hoja/tallo en la localidad de Tipampa con 0,26. Al igual que la variedad Eronga de triticale que presentó la menor relación hoja/tallo en los tres ambientes con 0,19, en Suntia Chico y 0,12 en Jahuirraca y Tipampa. La variedad Gloria de cebada mostró variación en los valores de relación hoja/tallo ya que en la localidad de Suntia Chico llegó a 0,29, en Jahuirraca a 0,21 y Tipampa a 0,19.

Este parámetro es importante desde el punto de vista de la calidad del forraje puesto que en las hojas se tiene más nutrimentos (en especial proteína) y su digestibilidad es mayor. Por ello, un valor alto para esta variable es señal de una mejor calidad forrajera del cereal (Meneses, 2000).

4.3.5 Análisis bromatológico

En el Cuadro 29, se aprecia el análisis bromatológico de las distintas variedades correspondientes a las especies de avena, cebada y triticale.

Cuadro 29. Valor nutritivo de las variedades forrajeras

Variedad	Proteína cruda %	Carbohidratos %	Fibra %	Cenizas %
Avena var. Águila	5,37	18,98	13,47	2,55
Avena var. Gaviota	4,58	19,29	13,86	2,70
Avena var. L-94/171	4,19	17,00	8,24	2,55
Cebada var. Gloria	6,29	17,09	6,86	1,41
Cebada var. IBTA-80	3,21	22,51	7,26	1,96
Cebada var. IBON	4,89	19,67	7,37	1,55
Triticale var. Renacer	4,86	20,96	6,85	1,64
Triticale var. Eronga	5,16	18,92	17,69	2,79

Fuente: (SELADIS 2004)

En el Cuadro 29, se muestra la variación del contenido de proteína como efecto de la variación genética de las variedades; los contenidos de proteína cruda (proteína x 6,25) más altos, fueron registrados en la variedad Gloria de cebada con 6,29%, continuado por la variedad Águila de avena con 5,37%, y en el triticale la variedad Eronga con 5,16% de proteína. Siendo los valores mas bajos en proteína los registrados en la variedad IBTA-80 de cebada con 3,21%, L-94/171 en avena con 4,19%, y Renacer en triticale con 4,86%. En un grupo intermedio se encuentran las variedades Gaviota de avena con 4,58%, e IBON en cebada con 4,89% de proteína cruda.

Las segregaciones mínimas expuestas en la tabla respecto al contenido de proteína, se pueden atribuir básicamente a la variabilidad genética de las variedades y especies, al estado fisiológico en el momento de la cosecha, a la condición del suelo, además de los cambios climáticos en la época de crecimiento.

Los resultados expuestos en el Cuadro 29, difieren con los demostrados por Quispe (1999), quien menciona que la cebada y el triticale reportan altos contenidos de proteína bruta con valores de 12,07% y 12,44%, en las variedades IBTA-80 y eronga respectivamente; mientras la avena presentó 11,46% de proteína bruta en la variedad gaviota. Las otras variedades presentaron pocas diferencias entre especies, donde las

variedades lucha, águila y renacer de cebada, avena y triticale registraron valores de 11,59%, 11,26% y 11,69% de proteína respectivamente. Además Apaza (2004), en un estudio realizado en la localidad de Belén, registro que el contenido de proteína cruda en la cebada fue de 3,05%, en avena 3,18% y en el triticale 2,19%.

Por otra parte Rojas (2004), en un ensayo realizado en un suelo con características de Ultisol, de textura franco arcillosa en el norte Chileno, fertilizando en la siembra con 200 kg.ha⁻¹ de salitre sódico (16% N); 260 kg.ha⁻¹ de superfosfato triple (46% P₂O₅) y 150 kg.ha⁻¹ de cloruro de potasio (60% K₂O), posterior a la macolla se fertilizó en cobertera con 300 kg.ha⁻¹ de urea (46% N), llegó a registrar que el momento de corte más adecuado del triticale para confeccionar un ensilaje de calidad, correspondió al estado de anthesis en progreso, con 210 días de crecimiento, 29,5% MS, 70,6% de digestibilidad *in vitro* (DIV), donde registro 7,6% de proteína cruda (PC).

Se concluye que para desarrollar un alimento balanceado del ganado lechero es prioritario que el agricultor conozca la composición del forraje suministrado. El Cuadro 29 de análisis muestra que el productor puede emplear el forraje ya sea avena, cebada y triticale como una fuente de energía por el alto contenido de carbohidratos y fibra, la cual puede ser complementada con otras, como la alfa alfa que es fuente de proteína, constituyendo de esta manera un alimento balanceado para el ganado lechero de modo que se llegue a optimizar la producción.

4.4 Análisis de la correlación de las variables Vs. rendimiento

El rendimiento esta notoriamente influenciado por las características genéticas propias de cada cultivar, las cuáles además interactúan en alguna medida con otros factores, los que se denominan variables de respuesta que corresponden a distintas condiciones medioambientales (bióticas y abióticas).

En el cuadro 30, se puede observar las variables correlacionadas al rendimiento de Materia Seca en forraje de las variedades en estudio en la localidad de Suntia Chico, Jahuiraca y Tipampa.

Cuadro 30. Variables correlacionadas al rendimiento de Materia seca de las variedades en estudio en las localidades de Suntia chico, Jahuiralaca y Tipampa.

Especie	Variables	Localidad					
		Suntia Chico		Jahuiralaca		Tipampa	
		r	r ²	r	r ²	r	r ²
Cebada	Altura de Planta	0,26	0,07	0,38	0,15	0,24	0,06
	Número de Macollos	-0,42	0,18	0,09	0,01	0,39	0,15
	<i>Helminthosporium</i>	0,05	0,0028	-0,18	0,03	0,08	0,01
	Días a la cosecha	0,30	0,09	-0,14	0,02	0,41	0,17
Avena	Altura de Planta	0,53	0,28	0,51	0,26	0,21	0,04
	Número de Macollos	-0,01	0,0001	-0,13	0,02	0,74	0,55
	<i>Helminthosporium</i>	-0,26	0,07	0,07	0,005	-0,38	0,14
	Días a la cosecha	0,09	0,01	-0,14	0,02	0,10	0,01
Triticale	Altura de Planta	0,41	0,17	0,23	0,05	0,25	0,06
	Número de Macollos	0,37	0,14	0,19	0,04	0,31	0,10
	<i>Helminthosporium</i>	0,16	0,02	-0,01	0,0002	0,10	0,01
	Días a la cosecha	0,12	0,01	0,35	0,12	0,45	0,20

Donde: r = Coeficiente de correlación
r² = Coeficiente de determinación

En la localidad de Suntia Chico las variables que presentaron mayor correlación con el rendimiento fueron: altura de planta (r=0,26) en cebada, (r=0,53) en avena y (r=0,41) en triticales; número de macollos (r=0,37) en triticales, el resto de las variables tiene coeficientes de correlación poco significativos.

El coeficiente de determinación de la variable altura de planta que muestra mayor correlación con el rendimiento en Suntia chico fue de r² = 0,28 (Cuadro 30) e indica que el 28% de la variabilidad en el rendimiento esta explicada por la variabilidad en la altura de planta, el restante 72% se debe a otros factores externos.

En la localidad de Jahuiralaca las variables mas correlacionadas con el rendimiento fueron; altura de planta (r=0,38) cebada, (r=0,51) avena y (r=0,23) en triticales, Días a la

cosecha con ($r=0,35$) en triticale, mostrando el resto de las variables correlaciones poco significativas.

La variable altura de planta fue la mas correlacionada con el rendimiento en la localidad de Jahuiraca, presentando un coeficiente de determinación de $r^2 = 0,26$, esto señala que el 26% de la variabilidad en el rendimiento esta explicado en la variación de altura de planta, el 74% se debe a factores externos.

Finalmente en la localidad de Tipampa las variables con mayor correlación al rendimiento fueron; número de Macollos ($r=0,74$) en avena, ($r=0,39$) en cebada y ($r=0,31$) en triticale; días a la cosecha ($r=0,45$) en triticale y ($r= 0,41$) en cebada, el resto de las variables presentaron correlaciones poco significativas.

Mendieta, citado por Villarroel (2001), en un trabajo realizado en cebada, señala 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 esta en función a una disponibilidad apropiada del nitrógeno en el suelo.

La variable que presenta mayor correlación con el rendimiento es el número de macollos cuyo coeficiente de determinación es $r^2=0,55$ (Cuadro 30), esto muestra que el 55% de la variabilidad en el rendimiento esta explicado por la variabilidad en el número de macollos, el restante 45% se debe a otros factores externos.

Además se debe destacar la correlación existente entre la incidencia del *helminthosporium* y el rendimiento, cuyos valores de correlación fueron muy bajos y negativos siendo los valores promedios; ($r=0,05$) en cebada, ($r= -0,38$) avena y ($r=0,08$) en triticale, esto explica que la variable incidencia de *helminthosporium* no esta correlacionada con el rendimiento, y señala que a una mayor incidencia del *helminthosporium* se tienen menores rendimientos de forraje.

Todas las enfermedades que ocasiona *Helminthosporium* destruyen varias zonas de la superficie de la hoja, atacan y destruyen parte del tallo o de las raíces o bien atacan

directamente a los granos y, en cualquiera de los casos, producen pérdidas considerables en la producción (Agrios, 1991).

En síntesis, el rendimiento de Materia Seca esta directamente correlacionado con la altura de planta presentando valores promedios de 0,30 en cebada, 0,42 en avena y 0,30 en triticales correspondiente a las tres localidades en estudio.

4.5 Análisis económico

4.5.1 Análisis de la relación beneficio/costo

Para realizar el análisis de la relación beneficio costo de cada variedad por localidad se considero los costos de producción, Ingreso bruto, ingreso neto y la relación beneficio/costo.

Cuadro 31. Análisis económico del beneficio/costo de los diferentes tratamientos en la localidad de Suntia Chico

Variedades	Costo de Producción (Bs/ha)	Ingreso Bruto (Bs/ha)	Ingreso Neto (Bs/ha)	Beneficio/Costo
Gloria en Cebada	2077	2172,82	95,82	1,05
IBTA-80 en Cebada	2230	2175,02	-54,98	0,97
IBON en Cebada	2230	2076,59	-153,40	0,93
Gaviota en Avena	2194	3806,94	1612,94	1,73
Águila en Avena	2095	3925,26	1830,26	1,87
L-94/171 en Avena	2194	3153,45	959,45	1,44
Eronga en Triticale	2230	1737,55	-492,44	0,78
Renacer en Triticale	2095	2072,36	-22,63	0,99

El Cuadro 31, muestra que la variedad con mayor rendimiento y mayor relación beneficio/costo fue la Águila en avena con (B/C=1,87), que indica que por cada boliviano invertido, se recupera el boliviano y se gana 0,87 centavos de boliviano.

En lo que corresponde al triticale ambas variedades presentaron una razón beneficio/costo menor a uno, donde no existe beneficio. Además la variedad Gloria en cebada (B/C=1,05), es la que presento la mayor relación, representando entonces esta alternativa beneficiosa para el agricultor.

Cuadro 32. Análisis económico del beneficio/costo de los diferentes tratamientos en la localidad de Jahuirlaca

Variedades	Costo de Producción (Bs/ha)	Ingreso Bruto (Bs/ha)	Ingreso Neto (Bs/ha)	Beneficio/Costo
Gloria en Cebada	2237	4149,12	1912,12	1,85
IBTA-80 en Cebada	2390	2871,34	481,34	1,20
IBON en Cebada	2390	3148,52	758,52	1,32
Gaviota en Avena	2354	3592,09	1238,09	1,52
Águila en Avena	2237	4433,66	2196,66	1,98
L-94/171 en Avena	2354	4138,78	1784,78	1,76
Eronga en Triticale	2390	2000,64	-389,36	0,84
Renacer en Triticale	2255	3225,49	970,49	1,43

Se aprecia en el Cuadro 32, que la variedad Águila en avena fue la que presentó el mayor rendimiento y la mayor relación beneficio/costo (B/C=1,98), lo cual significa que durante la vida útil del proceso productivo, por cada boliviano gastado se va a obtener 1,98 bolivianos, resultando ser una proporción bastante significativa.

El mayor beneficio (B/C=1,85) en cebada corresponde a la variedad Gloria, que fue superior a la variedad IBTA-80 e IBON, además estas variedades también reportaron beneficios en su producción. En tanto la variedad Renacer (B/C=1,43), fue la que reporta el mayor índice en lo que corresponde al triticale.

Por las mejores condiciones de suelo (Cuadro 2) y de manejo, brindadas en la localidad de Tipampa fue esta localidad la que reporta los mayores rendimientos de manera general en todas las variedades, por lo que la razón beneficio/costo también presentó valores elevados en similar magnitud al rendimiento (Cuadro 33).

Cuadro 33. Análisis económico del beneficio/costo de los diferentes tratamientos en la localidad de Tipampa

Variedades	Costo de Producción (Bs/ha)	Ingreso Bruto (Bs/ha)	Ingreso Neto (Bs/ha)	Beneficio/Costo
Gloria en Cebada	2237	4861,88	2624,88	2,17
IBTA-80 en Cebada	2390	5575,03	3185,03	2,33
IBON en Cebada	2390	5385,55	2295,55	2,25
Gaviota en Avena	2354	5914,31	3560,31	2,51
Águila en Avena	2237	6082,42	3845,42	2,72
L-94/171 en Avena	2354	5178,53	2824,53	2,19
Eronga en Triticale	2390	2842,13	452,13	1,19
Renacer en Triticale	2255	3931,75	1676,75	1,74

El Cuadro 33, evidencia que la variedad de mayor rendimiento y de mayor razón beneficio/costo fue la Águila en avena (B/C=2,72), lo que significa que por cada boliviano invertido, se recupera el boliviano y se gana 1,72 centavos de boliviano, resultando ser una proporción bastante significativa y beneficiosa para el agricultor. Además la variedad IBTA-80 (B/C=2,33) en cebada, Renacer (B/C=1,74) en triticale son los que presentaron una alta relación beneficio/costo.

En síntesis en las tres localidades la variedad Águila de avena presentó los mayores índices de razón beneficio/costo con un promedio (B/C=2,19), en cebada la variedad Gloria (B/C=1.69), y finalmente en el triticale la variedad Renacer (B/C=1,38), resultando ser una proporción bastante significativa y beneficiosa para el agricultor.

5. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados logrados, en condiciones agroecológicas de la sub-cuenca media del río Keka provincia Omasuyos, se establecen las siguientes conclusiones:

- En los días a la emergencia la variedad más rápida fue la variedad Renacer con 23 días en el triticale. En avena las variedades Gaviota (19,7 días), Águila (19,5 días) y L-94/171 (17 días) no presentaron diferencias estadísticas; lo mismo ocurrió en la cebada con las variedades IBON (12 días), Gloria (11 días) e IBTA-80 (10 días). En especies, la cebada fue la más precoz con 11 días, seguido por la avena con 19 días, y finalmente el triticale con 26 días a la emergencia.
- En los días a la prefloración, la variedad Águila de avena con 116 días fue la de mayor precocidad; al igual que la variedad Eronga en el triticale con 101 días; además la variedad IBON (104 días) fue más tardía, en relación a la variedad Gloria (99 días) e IBTA-80 (98 días) en cebada. En los días a la antesis, la variedad Eronga de triticale con 120 días fue la más rápida y la variedad Gloria en cebada con 108 días fue la que llegó con anterioridad a esta fase.
- En los días a grano lechoso (cosecha), la variedad Gloria de cebada con 127 días fue la más precoz. En el triticale la variedad Eronga fue la más precoz con 133 días. Finalmente en la avena la variedad L-94/171 (139 días), fue la más precoz. En especies, la cebada fue la más precoz con 130 días a grano lechoso, seguido por el triticale con 136 días y finalmente la avena con 143 días.
- La incidencia de enfermedades (*helminthosporium*), registró que la variedad; IBON en cebada y L-94/171 en avena con 91,7%, fueron de un tipo Sensible, y la variedad Gloria en cebada con 8,33% y Renacer en triticale con 16,7% de un tipo Moderadamente Resistente.
- La variedad Gloria en cebada con 6,29%, la variedad Águila en avena con 5,37%, y la variedad Eronga en triticale con 5,16% fueron las de mayor contenido de proteína cruda. Las otras variedades presentaron un promedio de 4,81% de proteína cruda.

- 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. Los rendimientos logrados son mayores a los locales en avena (2,8 ton MS/ha).
- Las variedades de 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. La localidad de Tipampa reportó las mayores alturas de plantas, en el triticale (96 cm), en la cebada (73 cm) y la avena (68 cm). El número de macollos por planta no reportó diferencias entre localidades. Las variedades Águila, Gaviota y L-94/171 de avena junto a la variedad IBON de cebada presentaron un promedio de 3,5 números de macollos por planta, superior a las otras variedades y la variedad Eronga de triticale fue la de menor valor con 2,24.
- La relación alométrica hoja/tallo exhibe su mayor valor en la variedad Gaviota de avena con 0,62, IBON en cebada con 0,34, Renacer en triticale con 0,22. En especies la avena fue la de mayor índice 0,54; la cebada 0,26 y el triticale con 0,17.
- El rendimiento esta directamente correlacionado con la altura de planta presentando valores de 0,30 en cebada, 0,42 en avena y 0,30 en triticale. Y no existió correlación con la incidencia del *helminthosporium* cuyos valores fueron bajos y negativos; ($r=0,05$) en cebada, ($r=-0,38$) avena y ($r=0,08$) en triticale.
- Las variedades con mayor rendimiento y alta razón beneficio costo, fueron; la variedad Águila en avena con un promedio ($B/C=2,19$), en cebada la variedad Gloria ($B/C=1.69$), y finalmente en el triticale la variedad Renacer ($B/C=1,38$), resultando ser una proporción bastante significativa y beneficiosa para el agricultor.

6. RECOMENDACIONES

En base a los resultados y conclusiones de la investigación, se realiza las siguientes recomendaciones:

- Validar las variedades recomendadas para la producción en la zona del proyecto que son; la variedad Águila y Gaviota en avena, IBTA-80 y Gloria en cebada y Renacer en triticale; basado en el comportamiento agronómico de las mismas, de acuerdo a las condiciones edafoclimáticas de la gestión agrícola.
- Realizar estudios acerca de la calidad de grano del triticale y sus usos en la zona, en razón de que esta especie vegetal soportó las bajas temperaturas (extremas bajo cero).
- Realizar un control de enfermedades en forrajes, validando las variedades tolerantes del presente estudio (Gloria en cebada, Renacer en triticale y Águila en avena), además de prácticas culturales como la rotación de cultivos y el desmalezado.
- Para incrementar los rendimientos de biomasa y calidad nutritiva, se propone realizar estudios complementarios de carácter agronómico, con el empleo de siembras asociadas con otras especies.
- Realizar métodos de investigación participativa con parcelas demostrativas en finca para la transferencia de tecnología.

7. BIBLIOGRAFIA

1. ALZERRECA, H; CARDOZO, A. 1991. Valor de los alimentos para la ganadería andina. Boletín del mes de Septiembre. La Paz, BOL. Serie Técnico IBTA
2. AGRIOS, G. 1991. Fitopatología. Ed. Programas educativos. S.A. de C.V. México. 756 p.
3. 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. Ing. Agr. La Paz, BOL, Universidad Mayor de San Andrés. p. 17-58.
4. BARRIENTOS, E. 2001. Manejo de praderas y producción de forrajes. Universidad Técnica de Oruro. Oruro, BOL. p. 19-47.
5. CALDERON, J. 1984. Enfermedades de cultivos Bolivianos. Ed. Los Amigos del Libro. Cochabamba, BOL. 284 p.
6. CALZADA, B. 1982. Métodos estadísticos para la investigación. Ed. Milagros S.A. 5^{ta} ed. Lima, Perú. p. 64.
7. CARLO, A. 1996. Introducción de variedades de quinua dulce (*Chenopodium quinoa* Willd) en la localidad de Escoma La Paz. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BOL, Universidad Mayor de San Andrés. p. 22.
8. CASTRO, T. 2003. Evaluación de variedades y líneas avanzadas de triticale en la producción de forraje en dos zonas del departamento de La Paz. Tesina de Grado. La Paz, BOL, Universidad Mayor de San Andrés. p. 3.
9. CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, Mx). 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; manual metodológico de evaluación económica. México D.F. 79 p.
10. CRONQUIST, A. 1988. La evolución y clasificación de plantas. 2^a ed. The New York Botanic 1 Garden. Bronx – New York. USA. p. 75 – 87.
11. CONDE, H. 2003. Caracterización agronómica y fenológica de accesiones de avena en procesos de introducción en la estación experimental de Choquenaira. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BOL, Universidad Mayor de San Andrés. p. 66-68.
12. 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 Lic. Ing. Agr. La Paz, BOL, Universidad Mayor de San Andrés. 104 p.
13. CHILON, E. 1996. Manual de Edafología. Ed. Cidat. La Paz, BOL. p. 60.
14. COOK, R.J; BOOSALIS M.G; and DOUPNIK, B. 1978. Influence of crop residue on plant disease. In: Crop residue management systems. ASA, CSSA, SSSA. Madison, USA. p. 147-163.
15. EYAL, Z; SCHAREM, A; PRESCOTT J. y VAN GINKEL, M. 1987 Enfermedades del trigo causadas por *Septoria*: conceptos y métodos relacionados con el manejo de estas enfermedades. CYMMIT. México D.F., México. 46 p.

16. FERNANDEZ, G. 1998. Fisiología vegetal experimental. Ed. IICA. San José, CR. 428 p.
17. JICA (Agencia de Cooperación Internacional del Japón, JP). 1997. Estudio de factibilidad para el desarrollo agrícola en el área de Achacachi departamento de La Paz, Nagai Engineering Co., La Paz, BOL. Parte 3. p. 16-72.
18. 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 Lic. Ing. Agr. La Paz, BOL, Universidad Mayor de San Andrés. 91 p.
19. LOZA, M. 2000. Evaluación de la gestión de riego tradicional en la sub cuenca inferior del río Keka en la provincia Omasuyos del departamento de La Paz. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BOL, Universidad Mayor de San Andrés. 113 p.
20. MANTILLA, J. 1995. Evaluación de 10 variedades de fríjol (*Phaseolus vulgaris L.*) en los Yungas de La Paz. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BOL, Universidad mayor de San Andrés. p. 25-28.
21. 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. 47-51.
22. MARIN, W. 2002. Distanciamiento entre surcos y plantas en dos ecotipos de Kañawa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en el Altiplano Norte. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BOL, Universidad Mayor de San Andrés. p. 32-33.
23. MENDIETA, H. 1992. Estudio comparativo de rendimiento de cinco variedades de avena y tres variedades de triticale en la provincia Ingavi. La Paz, BOL. p. 2-3.
24. MENESES, R. Y RODRIGUEZ, R. 2000. Memoria Seminario: Uniformización de técnicas y criterios de investigación: proyecto Rhizobiología Bolivia (CIAT-CIF-PNLG-CIFP-DHV). Centro de Investigación en forraje "La Violeta". Empresa de Semillas forrajeras SEFO-SAM, Cochabamba 22 al 25 de Marzo de 2000. Cochabamba, BOL. 147 p.
25. OCA MONTES de... 1997. Geografía y Recursos Naturales de Bolivia. Ed. Edobol. 3ª ed. La Paz, BOL. 614 p.
26. POEHLMAN, J.M. 1974. Mejoramiento genético de las cosechas. Ed. Limusa México D.F. México, 453 p.
27. PRIETO, G; ALCOSE, B; LAURA, J; ALZERRECA, H. 1991. Evaluación de forrajes introducidos en localidades del Altiplano Norte de Potosí. Informe IBTA. Potosí, BOL. p. 16-18.
28. QUINTANA, L. 2005 *Helminthosporium* en cebada: revista del productor (en línea). Paraguay. Consultado 23 de abril 2005. Disponible en <http://www.revistaelproductor.com>
29. QUISPE, N. 1999. Estudio comparativo de variedades de avena (*Avena sativa*), cebada (*Hordeum vulgare*) y triticale (*X. Secale*) en la localidad de Choquenaira. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BOL, Universidad Mayor de San Andrés. 64 p.
30. RAMIREZ, A. 1977. Cultivo e Industrialización del centeno, avena y cañagua. Folleto Informativo. La Paz, BOL. 19 p.

31. RAMIREZ, N. 1989. Cultivo de Tejidos. Ed. Pueblo y Educación. 1^{ra} ed. La Habana, Cuba. p. 27-31.
32. ROBLES, R. 1990. Producción de granos y forrajes. Ed. Limusa. 5^a ed. México. p. 257-265, 275, 286.
33. ROJAS, C. 2004. Evaluación de la época de corte de Triticale (x *Triticosecale* Wittmack) para ensilaje (en línea). Chile. Consultado 29 de abril 2005. Disponible en [http://www.javascript:void:\(0\),hriquelm@quilamapu.inia.cl](http://www.javascript:void:(0),hriquelm@quilamapu.inia.cl)
34. SAN MARTIN, J. 1997. La investigación participativa y la comunicación Intercultural revalorizadoras. Series Memoria N°1. Ed. Agruco. Cochabamba, BOL. 22 p.
35. SAPAG, N. Y SAPAG, R. 2000. Preparación y evaluación de proyectos. Ed. McGraw-Hill. 4^{ta} ed.. Santiago, Chile. p. 316-317.
36. SEFO-SAM. 2000. Boletín Informativo mes de Octubre: Cereales proyecto Rhiobiología. (CIAT-CIF-PNLG-CIFP-UAW/DHV). Cochabamba, BOL.
37. TAPIA, M. 1986. Pastos naturales del altiplano Perú-Bolivia. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Publicaciones misceláneas. 200p.
38. TEJO, AG del... 1997. La aptitud agrícola de los suelos: la pedología aplicada a las actividades agropecuarias. Ed. Trillas. S.A. de C.V. México D.F. p. 96-97.
39. VALADEZ, A. 1990. Producción de cereales y hortalizas. Ed. Limusa. México. p. 23-33.
40. VILLARROEL, N. 2001. Evaluación de tres especies forrajeras anuales (Avena, Cebada y Triticale) en diferentes épocas y densidades de siembra en la estación Experimental Belén Altiplano Norte. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BOL, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, BOL. 70 p.
41. 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, BOL, Universidad Mayor de San Andrés. p. 4.

ANEXOS

A1. Rendimientos obtenidos en forrajes anuales en diferentes localidades

Espece-Varietad	Patacamaya ton/ha	San Andrés Ton/ha	Q'orpa ton/ha	Choquenaira ton/ha	Calamarca ton/ha
Avena-gaviota	2,00	3,4	12,9	7,25	13
Avena-águila	1,32	1,5	11,38	7,80	
Triticale-renacer	2,43	2,25	14,54	6,62	
Triticale-eronga	2,34	2,32	9,84	6,31	
Cebada-lucha				5,88	
Cebada-IBTA-80				4,58	

Fuente: Conde (2003).

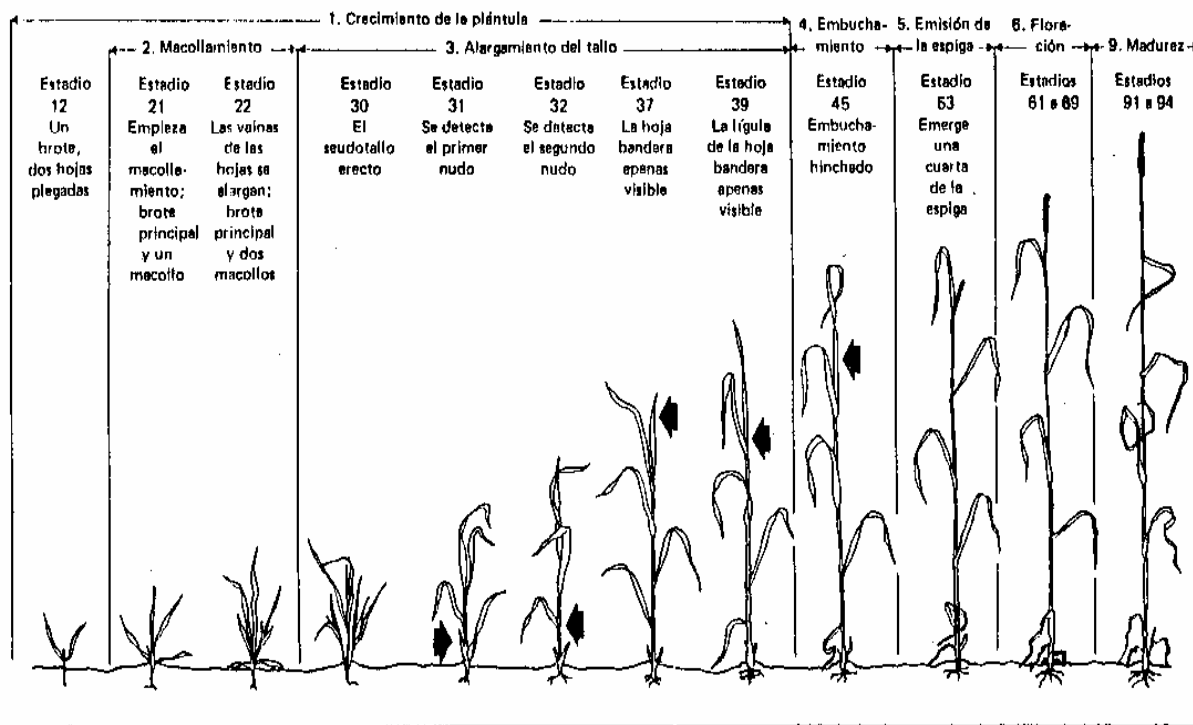
A2. Análisis bromatológico de Triticale por el método de Van Soest bajo sistema de riego y secano

Espece	Sistema	Fibra Detergente Acida (FDA%)	Fibra Detergente Neutra (FDN%)	Lignina Acido Detergente (LAD%)	Proteína %
Triticale var. Renacer	Riego	36,03	50,56	4,05	7,67
	Secano	32,58	51,31	3,64	6,58

Fuente: Llanque (2004).

A3. Escala de Zadoks para los estados de crecimiento de los cereales

Codificación	Estado	Codificación	Estado	Codificación	Estado
0	Germinación	28	Brote principal y ocho macollos	6	Floración
00	Semilla seca	29	Brote principal y nueve macollos o más	61	Comienzo de la floración
01	Empleza la imbibición			65	Mitad de la floración completa
03	Imbibición completa	3	Alargamiento del tallo	69	Floración completa
05	La radícula emerge de la semilla	30	Sudotallo erecto (sólo cereales de invierno)	7	Estado lechoso
07	El coleoptilo emerge de la semilla			71	Madurez acuosa
09	Hoja justo en la punta del coleoptilo	31	Se detecta el primer nudo	73	Estado lechoso temprano
		32	Se detecta el segundo nudo	75	Estado lechoso medio
1	Crecimiento de la plántula	33	Se detecta el tercer nudo	77	Estado lechoso tardío
10	Primera hoja emerge del coleoptilo	34	Se detecta el cuarto nudo		
11	Primera hoja desplegada	36	Se detecta el quinto nudo	8	Estado mesoso
12	Dos hojas desplegadas	38	Se detecta el sexto nudo	83	Comienzo del estado lechoso
13	Tres hojas desplegadas	37	Hoja bandera apenas visible	85	Madurez mesosa suave (la impresión de la uña no permanece)
14	Cuatro hojas desplegadas	39	Lígula de la hoja bandera apenas visible	87	Madurez mesosa dura (la impresión de la uña se mantiene; la testa pierde clorofila)
15	Cinco hojas desplegadas				
16	Seis hojas desplegadas	4	Embuchamiento	9	Madurez
17	Siete hojas desplegadas	41	La vaina de la hoja bandera se extiende	91	Grano duro (difícil de dividir con la uña)
18	Ocho hojas desplegadas	43	Embuchamiento apenas visible	92	Grano duro (no se puede marcar con la uña)
19	Nueve o más hojas desplegadas	45	Embuchamiento hinchado		
		47	La vaina de la hoja bandera se abre	93	Grano suelto durante el día
2	Macollamiento	49	Las primeras barbas visibles	94	Sobremadurez; paja muerta
20	Sólo el brote principal			95	Dormancia de la semilla
21	Brote principal y un macollo	5	Emisión de la espiga	96	Semilla viable germina un 50% o
22	Brote principal y dos macollos	51	La primera espiguilla de la espiga apenas visible	97	Semilla sin dormancia
23	Brote principal y tres macollos	53	Emerge una cuarta parte de la espiga	98	Dormancia secundaria inducida
24	Brote principal y cuatro macollos	55	Emerge la mitad de la espiga	99	Dormancia secundaria perdida
25	Brote principal y cinco macollos	57	Emergen tres cuartos de la espiga		
26	Brote principal y seis macollos	59	Emisión de la espiga completa		
27	Brote principal y siete macollos				



A4. Principales datos climáticos de la gestión agrícola 2003 – 2004 zona de Achacachi

Mes	Temp. Máx. (°C)	Temp. Media mensual (°C)	Temp. Min. (°C)	PP registrada (mm)
Noviembre	18,97	10,37	1,76	16,6
Diciembre	17,35	10,78	4,22	59,9
Enero	14,35	9,77	5,19	112,9
Febrero	14,81	9,18	3,56	95,0
Marzo	16,94	9,92	2,90	33,9
Abril	16,71	8,95	1,20	20
Mayo	15,23	5,29	-4,65	3,6
Promedios	16,34	9,18	2,02	48,84
Totales				341,9

Fuente: Estación Experimental de Belén (2003-2004)

A5. Análisis de varianza

A 5-a. Análisis de Varianza para la variable días a la emergencia

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr>F
Localidad (A)	2	454,14	227,07	10,89	0,0040 **
Bloque(Loc) B(A)	9	187,72	20,85	2,28	0,0279 *
Variedad (C)	7	3842,66	548,95	59,93	0,0001 **
Loc. x Var. (AxC)	14	250,19	17,87	1,95	0,0372 *
Error	63	577,03	9,16		
Total	95	5311,74			

Coefficiente de Variación = 17,24%

A 5-b. Análisis de Varianza para la variable días a la prefloración

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr>F
Localidad (A)	2	4067,90	2033,95	82,81	0,0001 **
Bloque(Loc) B(A)	9	221,06	24,56	1,25	0,2816 NS
Variedad (C)	7	9720,46	1388,64	70,70	0,0001 **
Loc. x Var. (AxC)	14	445,10	31,79	1,62	0,0986 NS
Error	63	1237,44	19,64		
Total	95	15691,96			

Coefficiente de Variación = 4,04%

A 5-c. Análisis de Varianza para la variable Días a la Antesis

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr>F
Localidad (A)	2	1821,78	910,89	47,22	0,0001 **
Bloque(Loc) B(A)	9	173,62	19,29	2,35	0,0408 *
Variedad (C)	4	3545,49	886,37	108,47	0,0001 **
Loc. x Var. (AxC)	5	76,68	15,33	1,88	0,1317 NS
Error	27	220,63	8,17		
Total	47	4672,81			

Coefficiente de Variación = 2,53%

A 5-d. Análisis de Varianza para la variable Días a la cosecha o grano lechoso

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr>F
Localidad (A)	2	167,69	83,84	4,69	0,0403 *
Bloque(Loc) B(A)	9	160,94	17,88	2,83	0,0073 **
Variedad (C)	7	4011,62	573,09	90,81	0,0001 **
Loc. x Var. (AxC)	14	109,81	7,84	1,24	0,2686 NS
Error	63	397,56	6,31		
Total	95	4847,62			

Coefficiente de Variación = 1,84%

A 5-e. Análisis de varianza para la variable altura de planta al 5%

FUENTE DE VARIACION	g.l.	S.C.	C.M.	Fc	Pr>F
Localidad (A)	2	3275,70	1637,85	51,41	0,0001 **
Bloque(Loc) B(A)	9	286,71	31,86	0,72	0,6919 NS
Variedad (C)	7	10259,05	1465,58	32,96	0,0001 **
Loc. x Var. (AxC)	14	1212,57	86,61	1,95	0,0375 *
Error	63	2801,52	44,47		
Total	95	17835,56			

Coefficiente de Variación = 9,53%

A 5-f. Análisis de Varianza para la variable Número de Macollos al 5%

FUENTE DE VARIACION	g.l.	S.C.	C.M.	Fc	Pr>F
Localidad (A)	2	0,82	0,41	1,42	0,2917 NS
Bloque(Loc) B(A)	9	2,59	0,29	0,81	0,6074 NS
Variedad (C)	7	23,26	3,32	9,37	0,0001 **
Loc. x Var. (AxC)	14	4,74	0,34	0,95	0,5072 NS
Error	63	22,34	0,35		
Total	95	53,75			

Coefficiente de Variación = 19,77%

A 5-g. Análisis de varianza para la variable rendimiento de materia seca al 5%

FUENTE DE VARIACION	g.l.	S.C.	C.M.	Fc	Pr>F
Localidad (A)	2	7,47	3,74	14,01	0,0017 **
Bloque(Loc) B(A)	9	2,40	5,82	2,46	0,0180 *
Variedad (C)	7	5,36	13,15	7,06	0,0001 **
Loc. x Var. (AxC)	14	1,17	1,82	0,77	0,6925 NS
Error	63	6,83	0,11		
Total	95	23,24			

Coefficiente de Variación = 15,58%

A 5-h. Análisis de Varianza para el índice de la relación alométrica hoja/tallo

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr>F
Localidad (A)	2	0,4579	0,2289	28,79	0,0001 **
Bloque(Loc) B(A)	9	0,0716	0,0079	1,85	0,0746 NS
Variedad (C)	7	2,5992	0,3713	86,85	0,0001 **
Loc. x Var. (AxC)	14	0,2482	0,0177	4,15	0,0001 **
Error	63	0,2693	0,0043		
Total	95	3,6463			

Coefficiente de Variación = 18,84%

** Altamente significativo al 0.01 de probabilidad

* Significativo al 0,05 de probabilidad

NS No Significativo

A6. Proceso del Análisis Económico

LOCALIDAD	VARIEDAD	RENDIMIENTO
TIPAMPA	AGUILA DE AVENA	7768,1 kg/ha

Costo de Establecimiento de 1 hectárea

ITEM	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (Bs/ha)	TOTAL (Bs)
1. Preparación del terreno				
Roturado	Hrs. Tractor	12	40	480
Rastreado y Nivelado	Hrs. Tractor	8	20	160
2. Insumos				
Semilla	Kilogramo	90	1,8	162
3. Siembra				
Colocado de Semilla	Jornal	16	25	400
Tapado de semilla	Jornal	2	25	50
4. Labores Culturales				
Deshierbe	Jornal	20	25	500
Riego	Jornal	8	20	160
5. Cosecha				
Cosecha	Jornal	13	25	325
TOTAL COSTO DE PRODUCCION				2237

Ingreso Bruto= (Total Producido - 10% de Perdidas Post-Cosecha)*(Precio)

$$\text{I.B.} = \left(\frac{7768,1}{\text{Kg/ha}} - \frac{776,81}{\text{kg/ha}} \right) * 0,87 = \frac{6082,42}{\text{Bs/ha}}$$

Ingreso Neto = Ingreso Bruto – Costo de Producción

$$\text{I.N.} = 6082,42 - 2237 = 3845,42$$

$$\text{Beneficio/Costo} = \frac{\text{Ingreso Bruto}}{\text{Costo de Producción}} = \frac{6082,42}{2237} = 2,72$$

A7. Registro fotográfico



Foto 1. Manejo tradicional de especies forrajes



Foto 2. Manejo técnico de las especies forrajeras



Fotos 3. Evaluación conjunta investigador-productor



Foto 4. Evaluación conjunta investigador-productor



Foto 5. Recolección de muestras de suelo



Foto 6. Taller participativo con la comunidad



Foto 7. Parcela tradicional del productor



Foto 8. Parcela de la investigación

En la fotografía a la derecha se aprecia el forraje con mayor altura y vigor en relación a la foto de la izquierda.

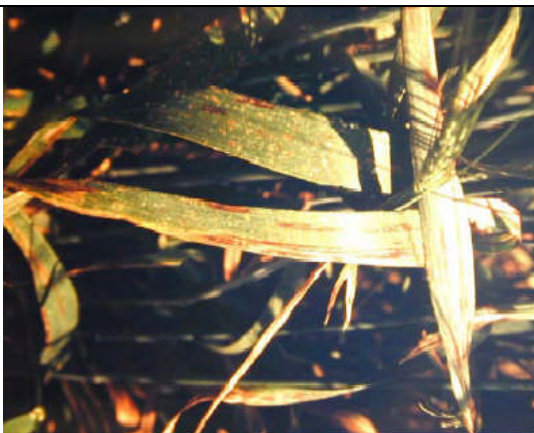


Foto 9. Incidencia de *Helminthosporium*, sequedad en forma de red en el ápice de la hoja.



Foto 10. Gravedad de tipo sensible al *Helminthosporium* en la variedad IBON de cebada