

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



**“EVALUACIÓN DE TRES GRAMÍNEAS FORRAJERAS A DIFERENTES NIVELES
DE ASOCIACIÓN CON VEZA VELLUDA (*Vicia villosa* Roth) EN EL ALTIPLANO
CENTRAL”**

Presentado por:
Francisco Javier Benavidez Laurean

La Paz – Bolivia

2005

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
“EVALUACIÓN DE TRES GRAMÍNEAS FORRAJERAS A DIFERENTES NIVELES
DE ASOCIACIÓN CON VEZA VELLUDA (*Vicia villosa Roth*) EN EL ALTIPLANO
CENTRAL”**

TESIS DE GRADO PARA OBTENER EL TITULO DE:
LICENCIATURA EN INGENIERÍA AGRONÓMICA

PRESENTADO POR:

FRANCISCO JAVIER BENAVIDEZ LAUREAN

ASESOR:

M.Sc. Ing. Ángel Pastrana Albis

TRIBUNAL REVISOR:

M.Sc. Ing. Félix rojas Ponce

Ing. Hugo Mendieta Pedrazas

M.Sc.Ing. Jorge Pascuali Cabrera
DECANO FACULTAD AGRONOMÍA

La Paz - Bolivia

2005

DEDICATORIA

A Dios, a mi querida madre Fidelia Laurean, quien supo sacrificarse tanto en la vida, apoyándome y brindándome fuerza cada día, para que pueda alcanzar los objetivos trazados.

A mis hermanas Beatriz y Eliana por el cariño, comprensión y apoyo en los buenos y malos momentos.

A toda mi familia, no muy numerosa pero muy unida.

AGRADECIMIENTO

Brindo mi mayor agradecimiento a las siguientes personas e instituciones:

A la Facultad de Ingeniería Agronómica de la U.M.S.A. al plantel Administrativo y Docente, por haberme acogido durante mi formación profesional. A sus autoridades, Decano Ing. Jorge Pascuali y Vicedecano Ing. Félix Rojas.

A mi asesor Ing. Msc. Ángel Pastrana Albis que pese al corto tiempo de amistad, supo brindarme la colaboración, apoyo y sugerencias durante la realización del presente trabajo.

A mis tribunales Ing. Félix Rojas y al Ing. Hugo Mendieta quienes orientaron y dieron las oportunas correcciones para culminar el presente trabajo. Además un agradecimiento al Ing. Hugo Mendieta porque por coincidencia de la vida fue una de las personas que me ayudo cuando ingresaba a la facultad y también me ayuda en el egreso de la misma.

Al Ing. Víctor Churquina que inicialmente fue mi asesor y que de forma desinteresada brindo los terrenos de su propiedad en la zona de Jalsuri – Irpachico para la ejecución del presente experimento agrícola.

A mis compañeros y amigos de estudio en la facultad, gracias por su amistad , consejos y ayuda.

INDICE

	Pg.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo general	2
2.2 Objetivos específicos	2
III. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	3
3.1 Gramíneas forrajeras	3
3.2 Forrajeras leguminosas	4
3.3 Índice de competitividad o de agresividad	5
3.4 Asociaciones	5
3.4.1 Cultivos de gramíneas en asociación	6
3.5 Características botánicas	6
3.5.1 Avena	6
3.5.2 Cebada	7
3.5.3 Triticale	8
3.5.4 Veza velluda	9
3.6 Fenología de los cultivos	10
3.6.1 Épocas de siembra	11
3.6.2 Precocidad	11
3.6.3 Macollaje	11
3.6.4 Altura de planta	12
3.6.5 Rendimiento de materia seca	13
IV. MATERIALES Y METODOS	14
4.1 Localización	14
4.1.1 Vías de comunicación	14
4.1.2 Climatograma	15
4.1.3 Precipitación pluvial	16
4.1.4 Temperatura	16
4.1.5 Vientos	16
4.1.6 Granizo y heladas	17

4.1.7	Suelo	17
4.1.8	Vegetación	17
4.2	Materiales	18
4.2.1	Material de campo	18
4.2.2	Material vegetal	18
4.3	Método	19
4.3.1	Diseño experimental	19
4.3.2	Características del campo experimental	20
4.3.3	Descripción del experimento	20
4.3.4	Densidad de siembra	20
4.3.5	Tratamientos empleados en el experimento	21
4.3.6	Preparación del terreno	23
4.3.7	Siembra	23
4.3.8	Labores culturales	23
4.3.9	Cosecha	23
4.3.10	Variables de respuesta	24
4.3.11	Registro de datos	24
4.4	Evaluación económica	27
V.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	28
5.1	Altura de planta	28
5.2	Numero de macollos por planta	30
5.3	Tiempo optimo de maduración	34
5.3.1	Días a la cosecha	34
5.4	Relación hoja/ tallo	35
5.5	Rendimiento de materia seca	38
5.6	Análisis económico relación beneficio-costo de los tratamientos.....	41
VI.	CONCLUSIONES	43
VII.	RECOMENDACIONES	45
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	46
	ANEXOS	50

LISTAS DE CUADROS

Cuadro 1 Rendimiento promedio de materia seca (MS) de variedades de avena en tres localidades del Altiplano	7
Cuadro 2 Rendimiento promedio de materia seca (MS) de variedades de cebada en tres localidades del Altiplano	8
Cuadro 3 Rendimiento promedio de materia seca (MS) de variedades de triticale en tres localidades del Altiplano	9
Cuadro 4 Promedio de datos meteorológicos en la localidad de Jalsuri – Irpa chico durante la gestión agrícola 1999 – 2000	15
Cuadro 5 Especies y variedades empleadas en el estudio	18
Cuadro 6 Esquema del análisis de varianza	19
Cuadro 7 Densidades de siembra para cultivos puros	21
Cuadro 8 Testigo	21
Cuadro 9 Características del tratamiento 2	21
Cuadro 10 Características del tratamiento 3	22
Cuadro 11 Características del tratamiento 4	22
Cuadro 12 Características del tratamiento 5	22
Cuadro 13 Promedio de altura de plantas para los diferentes tratamientos	28
Cuadro 14 Análisis de varianza para altura de plantas a la cosecha	29
Cuadro 15 Prueba de Duncan para la altura de plantas	30
Cuadro 16 Promedio del número de macollos por planta	31
Cuadro 17 Análisis de varianza para el número de macollos por planta	32
Cuadro 18 Prueba de Duncan para el numero de macollos por planta	32
Cuadro 19 Número de días desde la siembra hasta la cosecha de los cultivos asociados	34
Cuadro 20 Promedios de la relación hoja – tallo para los diferentes tratamientos...	36
Cuadro 21 Análisis de varianza para la relación hoja – tallo	37
Cuadro 22 Prueba de Duncan para la relación hoja – tallo	37

Cuadro 23 Promedios de rendimiento de materia seca para los diferentes tratamientos	38
Cuadro 24 Análisis de varianza de rendimiento de materia seca (MS) de las especies forrajeras en asociación	39
Cuadro 25 Prueba de Duncan para el rendimiento de materia seca (MS)	40
Cuadro 26 Resumen de análisis de la relación beneficio – costo por hectárea en la asociación de especies forrajeras	41
Cuadro 27 Costos de producción por hectárea de cultivos asociados	51
Cuadro 28 Porcentaje de materia seca (%)	52
Cuadro 29 Promedio del peso de materia verde para los diferentes tratamientos	52

LISTA DE GRAFICAS

Grafica 1 Promedio de altura de plantas de los tratamientos	28
Grafica 2 Numero de macollos por planta	31
Grafica 3 Relación hoja – tallo	36
Grafica 4 Rendimiento de materia seca	39

ANEXOS

- Cuadro 27 Costo de producción por hectárea de cultivos asociados
- Cuadro 28 Cuadro de porcentaje (%) de materia seca
- Cuadro 29 Promedio del peso de materia verde
- Grafica 5 Peso de materia verde
- Grafica 6 Zona del experimento (Jalsuri – Irpachico)
- Grafica 7 Campo experimental sembrado
- Grafica 8 Prueba de germinación del triticale (cultivo puro)
- Grafica 9 Emergencia de los cultivos en asociación
- Grafica 10 Franja protectora de haba
- Grafica 11 Campo experimental de las especies forrajeras en asociación
- Grafica 12 Croquis del experimento

RESUMEN

La producción forrajera en el Altiplano Boliviano se ve limitada debido a las características del suelo y del clima, por este motivo el suministro de alimentos para los animales es insuficiente en cantidad y calidad, a esto se suma la falta de alternativas en lo que se refiere a la producción de otros cultivos anuales que satisfagan las necesidades del agricultor en lo referente a una mayor producción forrajera y alimento básico para el ganado de la región.

Frente a estos requerimientos, el presente estudio busca alternativas para incrementar la producción y productividad de forraje, para satisfacer la demanda de alimento para ganado a bajo costo.

El trabajo fue realizado en la localidad de Jalsuri – Irpachico, provincia Ingavi del departamento de La Paz (Altiplano central), en la campaña agrícola 99 – 2000, se trabajo con material genético de las siguientes especies forrajeras: Avena (Avena sativa) variedad Gaviota, Cebada (Hordeum vulgare) variedad Lucha, Triticale (Triticum aestivum X Secale cereale) variedad Renacer y Veza velluda (Vicia villosa Roth) variedad criolla.

El experimento consistió en la prueba de mezclas con tres gramíneas anuales y una leguminosa bianual sembradas a diferentes densidades para su posterior evaluación. De las **densidades de siembra recomendadas** para la avena, cebada, triticale y veza velluda en como cultivos puros (60, 80, 100 y 28 kg/ha respectivamente), se tomo un **25 %** de cada especie, de esta forma se obtuvo el tratamiento **testigo**.

El tratamiento testigo consistió en: 15, 20, 25 y 7 kg/ha basado en el 25% de las especies en estudio (avena, cebada, triticale y veza velluda), sirvió como **comparativo** para la formulación de las diferentes densidades de siembra para los posteriores tratamientos, variando en forma gradual el porcentaje de cada una de las especies, con la finalidad de evaluar el comportamiento agronómico de cada tratamiento en asociación. El experimento se realizó en 4 bloques con 5 tratamientos distribuidos al azar.

De acuerdo a los resultados obtenidos el tratamiento que presentó un mayor rendimiento de materia seca fue el segundo (avena, cebada, triticale y veza velluda con un porcentaje de participación en la mezcla de 25, 30, 40 y 5 % respectivamente) con 4.24 Tn/MS/ha resultado que se encuentra en el promedio de otros experimentos agrícolas. Le siguieron los tratamientos cuatro, cinco y tres. El testigo mostró un menor rendimiento, aunque las diferencias estadísticas entre tratamientos fueron mínimas (5% de probabilidad).

De acuerdo al análisis económico de la relación beneficio / costo, la mejor relación fue para el tratamiento dos con 3.48 seguido por los tratamientos cuatro, tres, uno y cinco con 2.84, 2.82, 2.81 y 2.41 respectivamente.

I. INTRODUCCIÓN

Las praderas del altiplano, se encuentran formadas fundamentalmente por especies introducidas a este medio ambiente, en la mayoría de los casos condiciones adversas para su desarrollo y producción, dentro de estas especies forrajeras tenemos a las gramíneas y leguminosas que son plantas que constituyen la mayor parte de nuestras praderas.

Son conocidos por su desempeño en el altiplano especies pratenses como la alfalfa, trébol rojo, trébol blanco. Así mismo las gramíneas anuales avena, cebada, triticale, trigo son especies importantes en la producción de forrajes en la zona andina de Bolivia ya sea en cultivo puro o en asociación para mejorar la resistencia al pastoreo, tener una ración mas balanceada entre carbohidratos y proteínas, mayor rendimiento en forraje, mayor persistencia, mejor utilización de los nutrientes del suelo, además de un mejor control de malezas.

Las gramíneas forrajeras poseen una extraordinaria capacidad para cubrir rápidamente los suelos desnudos, protegerlos contra la erosión, retener humedad y restaurar la fertilidad. Las leguminosas por su parte son fuente importante de proteínas y minerales, son los agentes mas eficientes y baratos para el mejoramiento de la estructura del suelo y la fuente mas económica de nitrógeno para la producción de otras especies (Bernal, 1986).

La asociación de gramíneas y leguminosas presentan una serie de características favorables que hacen que actualmente se le preste mucha atención a la utilización como tal, destacándose la capacidad de las leguminosas, especialmente las de clima frío, para fijar el nitrógeno del aire, mediante su simbiosis con bacterias del genero *Rhizobium* que forman nódulos radiculares, permitiendo de esta manera incrementar la producción de la pradera. (Hughes, *et al* 1982)

El asociar cultivos de especies de cereales forrajeros con leguminosas dio hasta el presente los mejores resultados como lo demuestra el CIAT en el ámbito latinoamericano cuyos trabajos se remontan a años anteriores a este siglo (Tomas y Lascano 1995).

Las especies forrajeras que son utilizadas en forma permanente por los agricultores del altiplano son aquellas que en cierta manera alcanzaron los mejores rendimientos para estas condiciones ambientales del altiplano, podemos mencionar como especies de mayor uso por los agricultores las siguientes: Festuca arundinacea, Dactylis glomerata, Hordeum vulgare, Eragrostis curvula, Medicago sativa variedad ranger americana, Trifolium pratense, Avena sativa, Vicia villosa entre las principales (Sauma, *et al* 1994)

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Evaluar tres especies forrajeras anuales a diferentes niveles de asociación con la veza velluda en el altiplano central.

2.2 Objetivos Específicos

- A. Evaluar el comportamiento agronómico de la asociación de las cuatro especies forrajeras.
- B. Conocer la mezcla y densidad con mayor producción de materia seca.
- C. Identificar la mezcla que presente un mejor grado de asociación durante el desarrollo vegetativo, bajo estas condiciones de cultivo.
- D. Estudiar los costos de producción en la implantación de cuatro especies forrajeras y la relación beneficio - costo frente a la forma tradicional de cultivo de estas.

III. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

3.1 Gramíneas forrajeras

Según Gutiérrez (1998) entre los forrajes cultivados los cereales menores, avena, cebada y triticale son las especies que mejor se comportan en las condiciones del altiplano, es así, que la utilización de estos cereales como forraje es práctica común desde hace muchos años.

Los cereales menores ofrecen grandes posibilidades de utilización en terrenos con riego como segunda cosecha después de un cultivo de verano y como cultivo principal en áreas a secano.

De acuerdo al mismo autor, los cereales menores se adaptan a zonas templadas y frías se pueden cultivar desde el nivel del mar hasta 4500 m de altura, desarrollándose en suelos variados pero alcanzan mayor producción en suelos francos o franco arcillosos, generalmente se cultivan en terrenos de temporal, aprovechando las precipitaciones de la época de lluvia.

Según Lazarte (1996), especies pratenses como alfalfa, trébol rojo, trébol blanco y las gramíneas como pasto ovido, festuca alta, avena, cebada, pasto llorón son importantes en la alimentación del ganado lechero, ovino, caprino y otros, son especies promisorias en la producción de forrajes en la zona andina de Bolivia, ya sea en cultivo puro o particularmente asociado.

En las prácticas de rotación de cultivos el uso de forrajes tiene las siguientes ventajas:

- Existe una buena adaptabilidad a las condiciones del terreno.
- Corta el desarrollo de plagas y enfermedades que afectaron al cultivo anterior.

- Las practicas culturales y los requisitos de mano de obra son menores.
- Protege el suelo contra la erosión debido a la cobertura superficial y el desarrollo del sistema radicular en la tierra.
- La utilización de una asociación de forrajes y leguminosas, permite el aporte de elementos nutricionales al suelo.
- En el caso de una finca de tipo agropecuario, el ganadero necesita forraje y pastos para la alimentación de su ganado y puede establecer un sistema de rotación con base de cultivos forrajeros y cereales; así aprovecha el ensilaje, la henificación y el pastoreo, no solo para la producción de forrajes sino a la vez para la rotación con cereales.

3.2 Forrajas leguminosas

La mayoría de las leguminosas poseen raíces profundas y nódulos que realizan fijación simbiótica del nitrógeno atmosférico (*Rhizobium* sp) el cual contribuye significativa y activamente a la síntesis de la proteína de las leguminosas.

(Ramírez C. 1999)

De acuerdo al mismo autor, las hojas son anchas, casi siempre alternas con tres o más folíolos ovalados, las flores poseen una corola irregular y se asemejan a una mariposa. Las semillas crecen en fila única dentro de las vainas, el fruto es una legumbre.

Además de su rol alimenticio las leguminosas se cultivan por las siguientes razones:

- Para mejorar la fertilidad de los suelos, ya que estas especies pueden fijar nitrógeno entre 150 a 200 kg / ha / año.
- Aumenta el valor de nutrientes de las tierras marginales.
- También tienen la aptitud de proteger a otros cultivos.

3.3 Índice de competitividad o de agresividad

Este índice define el grado de competencia de una especie a otra . Esta agresividad se puede manifestar durante la germinación, también cuando la mezcla haya sido implantada por consiguiente al efectuar una mezcla forrajera se debe tener cuidado en la determinación de los porcentajes a utilizar de las diferentes especies, estos deben mantenerse entre límites muy estrechos para que unas plantas no ahoguen a las otras y la claridad sea suficiente para integrarse en el conjunto y no constituir únicamente un “relleno” (Mateo,1985).

Según Bernal (1986) cuando la gramínea y la leguminosa son compatibles y presentan ciclos vegetativos de aproximadamente la misma duración, la cantidad de forraje que se cosecha por corte o pastoreo es superior al que se cosecha cuando se cultiva sola o en forma monofítica.

Hasta donde sea posible las mezclas deben proyectarse a base de especies que maduren al mismo tiempo. Se ha dicho algunas veces que en las mezclas de plantas pratenses deben figurar especies con diferentes épocas de maduración a fin de tener rendimientos análogos de forraje en diferentes épocas, pero en la práctica sucede que las especies tempranas las asfixian o que las más tardías sufren daños considerables al ser pastoreados fuera de tiempo (Hughes, *et al* 1982).

3.4 Asociaciones

Los cultivos asociados revisten importancia por el hecho de hacer un uso más eficiente del suelo, al mismo tiempo que benefician al producto logrado en cuanto a la calidad nutritiva en especial en cultivos forrajeros (Meneses 1997).

Según el mismo autor, el aporte de la fijación de nitrógeno a través de la leguminosa asociada, da como resultado un manejo adecuado del cultivo aportando nutrientes que en cultivos puros o monocultivos de cereales no son repuestos.

También señala que las ventajas de lograr una asociación gramínea – leguminosa se traduce en el incremento de la producción de biomasa protección mutua frente a condiciones adversas del medio, reducción del riesgo de timpanismo gracias al efecto de las gramíneas con las leguminosas y una eficiente cobertura vegetal para la protección de los suelos (Meneses 1997).

Las leguminosas por lo general se siembran asociadas con las gramíneas. Algunas de estas especies pueden cultivarse para el corte en cuyo caso se siembran en cultivos puros o monocultivos para suministrárseles a los animales como suplementos proteicos, en la elaboración de concentrados como el caso del alfa alfa (Mejia M.2000).

3.4.1 Cultivos de gramíneas en asociación

Este tipo de cultivos suministran una dieta balanceada a los animales, a diferencia de las dietas a base de una sola especie donde generalmente se presenta desbalance entre proteína y energía.

Cuando la gramínea y la leguminosa son compatibles y presentan ciclos vegetativos de aproximadamente la misma duración, la cantidad de forraje que se cosecha por corte o pastoreo es superior a la que se cosecha cuando se cultiva una sola especie (Hughes, *et al* 1982).

3.5 Características botánicas

3.5.1 AVENA (Avena sativa)

Según hojas divulgativas de la Violeta, 1990 la avena es una especie forrajera anual muy difundida en el país por sus excelentes cualidades nutritivas, alto rendimiento, corto ciclo vegetativo y fácil adaptación a condiciones diversas de clima y suelo.

La avena se adapta a zonas templadas y frías, se desarrollan en suelos variados pero alcanza su mayor producción en suelos francos o franco arcilloso. Se siembra en terrenos de temporal aprovechando las precipitaciones de la época de lluvias.

Para su cultivo, la avena no requiere de una preparación rigurosa del suelo, sin embargo, conviene mullir el suelo adecuadamente a fin de aumentar la disponibilidad de nutrientes para la planta. La siembra en cultivo puro se puede realizar al voleo o en surcos. La avena también puede asociarse con Vicia villosa, Vicia sativa y arveja forrajera.

La avena puede sembrarse en cualquier época del año, de acuerdo a la disponibilidad de agua, terreno, requerimientos de forraje; sin embargo, se obtiene mayor producción sembrando en primavera y verano.

Cuadro 1. Rendimiento promedio de materia seca Tn/ Ha. de variedades de avena en tres localidades del altiplano. (Prieto y Alzerreca 1990)

VARIEDADES	LOCALIDADES			
	PATACAMAYA	SAN ANDRES	CORPA	PROMEDIO
SEFO 1	1.83	2.26	11.51	5.2
GAVIOTA	2.00	3.40	12.70	6.03
OTEXAS	1.80	2.55	9.48	4.61
L-85/87	1.32	1.50	11.38	4.73

3.5.2 CEBADA (*Hordeum vulgare*)

La cebada se adapta a zonas templadas y frías, se comporta bien en suelos poco profundos y pedregosos siempre que tenga buena disponibilidad de agua en el inicio de su desarrollo vegetativo, resiste a las heladas, es mas tolerante a la alcalinidad del suelo en comparación con la avena. Por su corto ciclo vegetativo generalmente se cultiva en terrenos de temporal aprovechando las precipitaciones de la época de lluvias. Las variedades promisorias para los valles y zonas altas de Bolivia son: IBTA 80 y Lucha.

Entre los cereales menores la cebada es la especie más precoz, razón por la cual se utiliza como forrajera de emergencia cuando se pronostica falta de forraje. Es de germinación rápida y desarrollo vigoroso, resistente a condiciones adversas de clima y suelo.

Se puede cultivar en suelos donde anteriormente se cultivo papa, trigo y otro cultivo de escarda, se requiere poca preparación del terreno, bastara con una pasada de rastra. Se puede sembrar en surcos utilizando una sembradora o al voleo en forma manual, tapando posteriormente con una pasada de rastra o discos (La violeta, 1990).

Cuadro 2. Rendimiento promedio Tn / Ha. de materia seca de variedades de cebada en tres localidades del altiplano. (Prieto y Alzerreca 1990)

VARIEDAD	LOCALIDADES			
	PATACAMAYA	SAN ANDRES	CORPA	PROMEDIO
IBTA – 80	2.16	3.51	9.84	5.17
LUCHA	1.88	3.78	11.03	5.56
KOCHALA	1.80	2.45	8.09	4.31

3.5.3 TRITICALE (*Triticum aestivum* x *Secale cereale*)

Es un cereal anual que exhibe marcadas ventajas en la producción de forraje verde durante la época seca y fría del año en relación con los cereales tradicionales (avena y cebada). Se adapta a diversos tipos de climas y suelos, es resistente a los dos extremos de humedad (sequía y exceso de agua) también a las bajas temperaturas de invierno.

En los valles y zonas altas de Bolivia, la escasez de forraje en la época invernal constituye un problema cuando no se ha planificado y almacenado suficiente cantidad de forraje para la alimentación del ganado, para esta época el cultivo del triticale constituye una alternativa forrajera importante para la alimentación animal.

La siembra puede realizarse al voleo o en surcos con maquinaria. La siembra mecánica asegura la distribución y profundidad uniforme para una buena germinación. El triticale es el único cereal que no es afectado, en su producción por las enfermedades fungosas, es resistente principalmente a la roya, enfermedad que causa daños considerables en otros cereales (La violeta, 1990).

Cuadro 3. Rendimiento promedio de materia seca T/ Ha. de variedades de triticale en tres localidades del altiplano. (Prieto y Alzerreca 1990)

VARIEDAD	LOCALIDADES			
	PATACAMAYA	SAN ANDRES	CORPA	PROMEDIO
RENACER	2.43	2.25	14.56	6.41
CAUTIVADOR	2.63	3.04	13.18	6.28
ERONGA	2.34	2.32	9.84	4.83

3.5.4 Veza velluda (Vicia villosa Roth)

Según Gómez 1984, la veza es una especie forrajera de la familia de las leguminosas utilizada principalmente para la siembra en mezclas con especies anuales por ejemplo cebada , avena, triticale, maíz, sorgo. Se adaptan muy bien a condiciones de clima frío, requiere humedad durante su desarrollo vegetativo produciendo un forraje suave y apetecible.

Es planta normalmente bienal, pero que puede ser cultivada como anual, de raíz fuerte y profunda, con talos huecos, ramosos y trepadores, que alcanzan una longitud de hasta 1.50 metros. Si no encuentran un soporte donde apoyarse, estos talos se doblan y caen, enredándose entre si en una espesa maraña de forraje. Este forraje es más hojoso y denso que el de la veza común, pues, a pesar de que sus hojitas o foliolos son más pequeños, las plantas de veza velluda contienen mayor proporción de ellos.

Si los tallos de veza no encuentran un soporte que los mantenga erguidos, se doblan y caen, formando una densa masa de forraje, que se pudre fácilmente y ofrece dificultades en la recolección. Para evitar esto se siembra con la veza otra planta que se denomina “ tutor ”.

Un buen tutor debe satisfacer las siguientes condiciones: mantener la suficiente consistencia y resistencia para sostener los tallos de veza, tener un considerable valor alimenticio para el ganado y que su ciclo vegetativo y momento más adecuado de aprovechamiento coincidan con el de la veza. Únicamente los cereales y algunas otras gramíneas reúnen estas características y pueden ser empleados con cierto éxito. De ellos destacamos: centeno, cebada, trigo, avena.

La densidad de siembra en cultivo puro es de 10 a 15 kg/ha para obtener semilla y para forraje entre 20 a 30 kgr. de semilla por ha. utilizando para heno y también para pastoreo, asociándola con especies anuales también con especies bianuales. Susceptible al ataque de algunas enfermedades como antracnosis, mancha de la hoja y el mildiu (Soria, 1990).

3.6 Fenología de los cultivos

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

- Emergencia, aparición de la planta con una o dos hojas.
- Macollamiento, cuando el 50% de las plantas han macollado, es decir tiene brotes y retoños.
- Encañamiento, cuando el 50% de las plantas presentan el primer nudo entre los dos y tres cm. del suelo.
- Embuchamiento, la espiga se encuentra envuelta dentro de la hoja superior, formando la llamada hoja bandera.
- Espigado, cuando el 50% de las plantas tienen espigas completamente libre de la vaina foliar.
- Floración, cuando el 50% de las espigas, las florecillas se abren y el polen se desprende.
- Grano lechoso, cuando el 50% de las espigas presentan granos que al ser presionados revienten y salga un liquido lechoso.

3.6.1 Épocas de 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 dependiendo de la frecuencia de lluvias.

Verastegui (1987), sostiene que por la precocidad y relativa resistencia al frío es conveniente adecuar los cultivos a épocas y zonas en donde se eviten los crudos inviernos.

3.6.2 Precocidad

Agronómicamente la precocidad significa que las plantas llegan en un tiempo mas breve a la floración y fisiológicamente es el cambio de estado vegetativo a estado reproductivo o floración (Royo, 1992).

Guerrero (1984), señala que cuando se presentan diferencias sensibles entre variedades, dentro de los límites lógicos, marcados por las fechas medianas en que se presentan heladas tardías, es preferible cultivar las variedades más precoces posibles, la precocidad adecuada permitirá un escape a la sequía y otros factores adversos.

3.6.3 Macollaje

Mendieta (1979) en trabajo realizado con cebada en la estación experimental de Patacamaya, encontró que el mayor rendimiento de forraje estaba muy relacionado con el mayor número de macollos producidos por la planta. Sin embargo un mayor numero de macollos esta en función a una disponibilidad apropiada del **nitrógeno** en el suelo.

Habiendo efectuado ensayos comparativos en la producción de forraje en variedades de avena y triticale se determinó que el rendimiento está estrechamente ligado al mayor número de macollos, entre las variedades SEFO – 1, Texas y líneas 85/97, presentaron 5 macollos por planta, la variedad Gaviota y líneas 85/65 solo con 4 macollos por planta y el triticale con la variedad Cautivador de 7 macollos por planta frente a las variedades Eronga y Renacer con 6 macollos por planta (Mendieta, 1992).

Quispe (1999), en estudio de especies y variedades de avena, cebada y triticale para la producción de forraje en el altiplano central en la Estación Experimental de Choquenaira en condiciones de secano, encontró un promedio de 6.46, 5.46 y 3.41 macollos por planta de las especies estudiadas.

3.6.4 Altura de planta

La altura de planta es un indicador de la producción de forraje y se utiliza en especies forrajeras perennes como anuales, para evaluar su producción (Robles, 1990).

Mendieta (1992) , en estudio comparativo de rendimiento de cinco variedades de avena y tres variedades de triticale realizado en la Estación Experimental de Choquenaira obtuvo alturas en las plantas de las especies, variedades y líneas de avena entre 36 a 52 cm y el triticale entre 85 a 95 cm.

Por su parte Cachuta (1998), en evaluación de producción de semillas en el altiplano norte en las variedades de cebada obtuvo alturas en las plantas promedios mayores en las variedades de Lucha e IBTA 80 de 129.54 y 113.09 cm por planta.

3.6.5 Rendimiento de materia seca

Prieto y Alzerreca (1992), indican que estadísticamente los rendimientos de las especies y variedades de cebada, avena y triticale en producción de materia seca por hectárea en la localidad de Q'orpa fueron muy superiores a las localidades de Patacamaya y San Andrés de Machaca con un rendimiento promedio 5.25, 4.91 y 5.84 respectivamente.

Mendieta (1992), asevera en un estudio realizado en la Estación Experimental de Choquenaira con cinco accesiones de avena. La que presento mayor rendimiento fue la variedad SEFO -1 con 2.100 kg/ms/ha, el resto presentaron rendimientos intermedios y la línea 85 / 163 la de menor rendimiento, en el triticale la variedad Cautivador supero significativamente con 6.820 kg./MS/ha a las otras dos variedades (Eronga y Renacer), aunque ambas tienen rendimientos notables de 4.241 kg/MS/ha y 3.394 kg/MS/ha.

Copa (1995), indica 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.

Quispe (1999), manifiesta que las especies forrajeras de cereales menores son aceptables para la producción de materia seca con un rendimiento promedio de 7.58 tn/ha para la avena, 6.46 tn/ha de triticale y la cebada de 5.23 tn/ha.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Localización.

El lugar del trabajo experimental se encuentra geográficamente ubicado en el departamento de La Paz , provincia Ingavi, altiplano central, situada al sur de la población de Viacha. Jalsuri – Irpachico se encuentra ubicada a 35 km. Al sud – oeste de la ciudad de La Paz entre los paralelos 16°42'5" de latitud sud y 68°15'54" de longitud oeste.



4.1.1 Vías de comunicación

Las vías de acceso a la zona de Jalsuri - Irpachico son los caminos que comunican la localidad de Viacha con Collana y Oruro, todos ellos de tierra.

4.1.2 Climatograma

Según Holdridge (1982) el climatograma del altiplano central (Jalsuri - Irpachico), resalta cuatro periodos definidos y son los siguientes:

- a) Una estación invernal de característica fría y seca con riesgos a heladas durante los meses de abril, mayo, junio, julio y agosto.
- b) La estación de primavera que es seca con un incremento de temperatura aun con riesgos a heladas menores en los meses de septiembre y octubre.
- c) El verano se determina como caliente y húmedo se inicia en septiembre y octubre, este ultimo con 35.72 mm de precipitación (promedio de 29 años) y terminando en marzo a abril con precipitaciones de 66.22 a 38 mm. El aumento de temperatura se manifiesta desde el mes de octubre con temperaturas promedio de 9.32 °C y termina en el mes de marzo con 10.04 °C (promedio de 29 años) y en los meses siguientes es notorio el descenso de la temperatura.
- d) El mes de marzo, otoño de carácter semiseco, donde la precipitación es casi insuficiente que en parte ella sirve para las primeras labores o preparación del terreno, porque los meses de junio, julio y agosto tienen precipitaciones pluviales de 3.93, 6.42 y 14 mm (promedio de 29 años). Fuente de SENAMHI 1999 - 2000

CUADRO 4. Promedio de datos meteorológicos registrados en la localidad de Jalsuri-Irpa Chico durante la gestión agrícola 1999 – 2000

Meses	Temperaturas °C					Precipitación en mm
	Medio ambiente	Máxima media	Minima media	Máxima extrema	Mínima extrema	
Octubre	12.5	19.0	5.6	22.0	4.2	65.4
Noviembre	13.6	20.8	6.5	24.0	4.0	26.5
Diciembre	14.1	20.9	7.4	25.0	5.5	73.4
Enero	13.0	18.8	7.2	22.5	4.5	109.7
Febrero	13.2	19.2	7.2	21.4	5.2	34.5
Marzo	13.8	20.6	7.5	24.2	5.5	72.0
Abril	13.6	21.1	6.2	23.3	4.5	12.6
Mayo	12.6	20.7	4.6	23.5	2.0	5.0

4.1.3 Precipitación pluvial

Todo el régimen de lluvias esta caracterizada por la intensidad de precipitación que ocurre durante un plazo relativamente corto y una sequía prolongada entre dos periodos de lluvia.

La precipitación pluvial cae exclusivamente entre mediados de septiembre y principios de abril siendo escasos en septiembre y octubre moderados en noviembre y marzo, incrementándose la intensidad en diciembre, enero y febrero, la intensidad en exceso de estos meses es un factor de inundaciones y como consecuencia una perdida de cosechas.

La precipitación promedio anual de 350 a 450 mm. es clasificada de media a moderada de las cuales el 81 % cae en los meses de noviembre, diciembre, enero. Febrero, marzo y el 18 a 19 % en los meses restantes, de tal modo que la zona es clasificada como semiárida a subhúmeda (datos de 29 años).

4.1.4 Temperatura

Toda información obtenida presenta una temperatura media anual de 8.01 oC. Los meses mas cálidos son de noviembre a marzo de 10.32 °C y los meses mas fríos de mayo hasta agosto de 4.72 °C (el mes mas cálido es de diciembre con 10.55 °C y el mes mas frío julio con 3.66 °C), °C la temperatura mínima absoluta de la zona es de 3.37 °C y la máxima absoluta 16.75 °C (Fuente SENAMHI 1999 – 2000).

4.1.5 Vientos

Los vientos fuertes producen erosión eólica en las pendientes y limitan hasta cierto grado la clase de plantas de cultivo. El comienzo de la época seca coincide con los meses fríos del año. En esta época las temperaturas ambientales son sujetas a cambios bruscos debido a los vientos de dirección oeste (NW – SW). Estos vientos predominantes son los del oeste que a veces pueden ser muy fuertes especialmente en los meses de julio y agosto.

4.1.6 Granizos y heladas

Los granizos durante el periodo vegetativo son un factor limitante así los meses que tienen mas días de granizo son septiembre, noviembre, diciembre, enero y febrero, con promedio de dos días por mes. Las perdidas a causa del granizo suelen ser cuantiosas en época agrícola.

4.1.7 Suelo

Los suelos de la región presentan una profundidad media de 30 a 40 cm observándose un horizonte A franco limoso con una profundidad de 15 a 20 cm. Un horizonte de transición bastante grande de 20 a 30 cm y en la mayor parte de los casos un horizonte arcilloso que evita la infiltración del agua.

Los suelos de la zona presentan poca pedregosidad. Así mismo se observa una baja capacidad de retención de humedad o moderada permeabilidad debido a la textura pesada o a la presencia de un material impermeable en el subsuelo.

4.1.8 Vegetación

La vegetación nativa de la zona esta constituida principalmente por especies tolerantes a las bajas temperaturas y salinidad. La vegetación que resiste al clima de puna en la planicie y en las serranías esta compuesta de thola, paja brava, estipa, arbustos pequeños, cactus, malvaceas, plantas usadas con fines medicinales: ortigas, gramíneas y otras plantas silvestres.

4.2. Materiales

4.2.1 Material de campo

- Picos, palas, rastrillos, azadones, hoz, pita plástica, letreros identificadores, estacas, postes, alambre de amarre, cámara fotográfica, libreta de campo, lápices, bolígrafos, marcadores, pintura, balanza, slides.

Maquinaria agrícola

- Tractor, arado, rastra.

4.2.2 Material vegetal

En el presente ensayo se utilizaron 4 especies forrajeras como la avena, cebada, triticale y veza velluda, provenientes de la empresa productora de semillas forrajeras SEFO – SAM en Cochabamba (1999).

Cuadro 5. Especies y variedades empleadas en el estudio

No.	ESPECIES	VARIEDADES	PROCEDENCIA
1	AVENA	GAVIOTA	SEFO – UMSS
2	CEBADA	LUCHA	SEFO – UMSS
3	TRITICALE	RENACER	SEFO – UMSS
4	VEZA VELLUDA	CRIOLLA	SEFO – UMSS

4.3 Método

4.3.1 Diseño experimental

El diseño del experimento fue en bloques al azar, constando de cinco tratamientos con cuatro repeticiones, se utilizó este diseño debido a que se pueden agrupar las unidades experimentales en bloques uniformes de manera tal que la variabilidad entre las mismas sea mínima (Reyes 1993), los bloques fueron ubicados en forma perpendicular a la dirección de la gradiente dando a cada unidad experimental la forma de un rectángulo.

El modelo estadístico lineal utilizado para estudiar los efectos fue el siguiente:

$$Y_{ij} = M + B_j + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Observación cualquiera

M = Media de la población

B_j = Efecto del J - esimo bloque

T_i = Efecto del I - esimo tratamiento

E_{ij} = desviación al azar de la i -esima, j -esima
unidad experimental (error experimental)

Las variables del modelo anterior, fueron utilizadas para realizar el análisis de varianza que se detalla en el siguiente cuadro:

Cuadro 6. Esquema del análisis de varianza

FUENTE DE VARIANZA	GRADOS DE LIBERTAD
BLOQUES	$(b - 1)$
TRATAMIENTOS	$(t - 1)$
ERROR EXPERIMENTAL	$(t - 1)(b - 1)$
TOTAL	$(b * t) - 1$

4.3.2 Características del campo experimental

- Numero de bloques	4	
- Numero de tratamientos	5	
- Cada unidad experimental	24	m2
- Distancia entre unidades exp.	0.50	m
- Área de cada bloque	129	m2
- Distancia entre bloques	2	m
- Área total a ocupar por los bloques	704	m2
- Área total del campo experimental	1064	m2
(Incluyendo franja vegetal protectora)		
- Superficie evaluada	1	m2

Ver croquis del campo experimental (Anexo 4)

4.3.3 Descripción del experimento

El experimento tuvo 5 tratamientos, cada tratamiento compuesto por 4 especies diferentes de forrajes a saber: Avena variedad gaviota, cebada variedad lucha, triticale variedad renacer y veza velluda variedad criolla, todas sembradas en a **diferente densidad**, en **asociación** y no en forma individual.

4.3.4 Densidad de siembra

Las densidades de siembra de la avena, cebada, triticale, y veza velluda que se utilizan **permanentemente** por los agricultores para cultivos **puros** son las siguientes:

Cuadro 7. Densidades de siembra para cultivos puros

ESPECIES	DENSIDAD DE SIEMBRA (Kg/ha)	PORCENTAJE (%)
Avena	60	100
Cebada	80	100
Triticale	100	100
Veza velluda	28	100

4.3.5 TRATAMIENTOS EMPLEADOS EN EL EXPERIMENTO

Tratamiento 1 : TESTIGO

Para obtener el **testigo** del experimento se tomo un 25 % de la **densidad** recomendada para **siembra** de las especies descritas anteriormente (cuadro 7), y así obtener la **asociación** de avena, cebada, triticale, veza velluda para la mezcla testigo (cuadro 8).

Cuadro 8. TESTIGO

ESPECIES	DENSIDAD DE SIEMBRA AL 25 % (kg/ha)	PARTICIPACIÓN PORCENTUAL EN LA MEZCLA (%)
Avena	15	25
Cebada	20	25
Triticale	25	25
Veza velluda	7	25
TOTAL		100

El tratamiento testigo (cuadro 8) con una densidad de siembra de 15, 20, 25 y 7 kg/ha fue la base para la formulación de las diferentes densidades de siembra de los tratamientos dos, tres, cuatro y cinco, variando en forma **gradual** el porcentaje de cada una de las especies con la finalidad de evaluar el comportamiento agronómico de cada asociación.

Tratamiento 2

Cuadro 9. Características del Tratamiento dos

ESPECIES	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)	PARTICIPACIÓN PORCENTUAL EN LA MEZCLA (%)
Avena	15.0	25
Cebada	24.0	30
Triticale	40.0	40
Veza velluda	1.4	5
TOTAL		100

Tratamiento 3

Cuadro 10. Características del tratamiento 3

ESPECIES	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)	PARTICIPACIÓN PORCENTUAL EN LA MEZCLA (%)
Avena	18.0	30
Cebada	20.0	25
Triticale	35.0	35
Veza velluda	2.8	10
TOTAL		100

Tratamiento 4

Cuadro 11. Características del tratamiento 4

ESPECIES	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)	PARTICIPACIÓN PORCENTUAL EN LA MEZCLA (%)
Avena	21.0	35
Cebada	16.0	20
Triticale	30.0	30
Veza velluda	4.2	15
TOTAL		100

Tratamiento 5

Cuadro 12. Características del tratamiento cinco

ESPECIES	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)	PARTICIPACIÓN PORCENTUAL EN LA MEZCLA (%)
Avena	24.0	40
Cebada	12.0	15
Triticale	25.0	25
Veza velluda	5.6	20
TOTAL		100

4.3.6 Preparación del suelo

La preparación del terreno se realizó con equipo mecánico, roturando el terreno a una profundidad de 20 a 30 cm luego efectuando el correspondiente nivelado en fecha 25 de octubre de 1999.

4.3.7 Siembra

La siembra se realizó el 5 de Noviembre de 1999 en forma manual, depositando las semillas en el surco a chorro continuo en cada unidad experimental, las cuatro especies utilizadas avena, cebada, triticale y veza fueron mezcladas de acuerdo a las densidades descritas anteriormente y depositadas en los surcos para su posterior tapado manual.

4.3.8 Labores culturales

Durante el desarrollo fisiológico de las plantas, las labores realizadas en el experimento fueron las siguientes:

- a) **Primer deshierbe:** se realizó 30 días después de la siembra, trabajo efectuado en forma manual.
- b) **Segundo deshierbe:** se realizó a los 60 días después de la siembra, encontrándose malezas principalmente de *Chenopodium* sp. (quinua silvestre) y *Solanum* sp. (papa silvestre).
- c) **Control fitosanitario:** no se efectuó ningún tratamiento fitosanitario debido a la escasa presencia de plagas y enfermedades.

4.3.9 Cosecha

La cosecha se realizó en forma manual empleando hoces y una balanza para el pesaje de la fitomasa. El corte se realizó a una altura de 5 cm sobre el nivel del suelo. En cada unidad experimental se cosechó 1 m². Por encontrarse las especies en asociación se efectuó el corte en una sola época (25 de Marzo del 2000) como también el pesaje de las muestras.

Para determinar el momento oportuno de corte en cultivo asociado se debe considerar:

- En las leguminosas el indicador es el inicio de la floración.
- En las gramíneas es el inicio de emisión de los tallos florales y amarillamiento de las hojas básales.
- En el caso de cultivos asociados, se debe considerar para el criterio de corte, la especie que tiene mayor participación en la composición de la mezcla.

4.3.10 Variables de respuesta

- Determinación de la altura de plantas realizado en el momento de la cosecha y midiendo desde el cuello o corona hasta el ápice, esto sin estirar.
- Cuantificación del número de macollos por planta verificándose por conteo en el momento de la cosecha, tomando muestras de los diferentes tratamientos para la evaluación.
- Tiempo optimo de maduración.
- Determinación de la relación hoja/ tallo en las asociaciones.
- Determinación del rendimiento de materia seca.
- Calculo de los costos de producción de las diferentes asociaciones.

4.3.11 Registro de datos

Para efectuar el registro de datos de los parámetros medidos, se utilizaron los métodos que se los tiene establecidos.

Rendimiento de materia seca

Para determinar el valor nutricional y rendimiento de una planta forrajera es necesario trabajar con datos de materia seca ya que el material verde constituye una fuente de variación muy importante.

El procedimiento para determinar el rendimiento en forraje verde consiste en el corte directo de una determinada superficie en la unidad experimental y el pesaje de la biomasa. El valor se debe expresar en g/ m² o kg/ ha.

Para la expresión del rendimiento en materia seca se determina previamente el porcentaje de materia seca (cuadro 28). Para ello se toma, como mínimo, 200 gramos de forraje verde. Esta muestra se procede a secarla en el horno a la temperatura de 105 °C. Hasta obtener un peso constante para determinar por diferencia de peso húmedo y seco los valores de materia seca, utilizando la siguiente formula (Delgadillo y Espinosa 2000).

$$\% \text{ MS} = \frac{\text{Peso de materia seca}}{\text{Peso de materia verde}} \times 100$$

Por otra parte es evidente que no todos los cultivares llegaran a esta fase al mismo tiempo, por lo que la evaluación se deberá realizar tomando en cuenta este criterio fisiológico y anotando la fecha para deducir los días de la siembra a la cosecha, la misma que indica la precocidad del cultivo. Para la cosecha es necesario eliminar el efecto de bordura de las parcelas, para lo cual se sugiere eliminar los surcos de los extremos y las cabeceras de las parcelas.

Altura de planta:

Se determino las alturas de plantas de las especies midiendo con flexometro en las unidades experimentales 10 plantas al azar, desde el cuello de la planta hasta la parte media de la espiga , los datos obtenidos de las especies de cada unidad experimental fue el promedio de diez plantas expresado en centímetros.

Numero de macollos:

Fueron determinados por conteo en el momento de la cosecha del forraje, en un metro cuadrado, donde fueron extraídos desde la raíz del resto de forraje de las plantas cosechadas. En cada una de las muestras cortadas se contabilizaron los macollos por especie de cada variedad (Gaviota, Lucha , Renacer y la Veza velluda), el promedio fue expresado en numero de macollos.

Tiempo optimo de maduración

Para determinar este parámetro se tomo en cuenta la fecha de la siembra hasta el inicio de grano lechoso de la especie o las especies que inicialmente alcanzaron esta fase dentro del cultivo asociado , luego este parámetro fue expresado en días a la cosecha.

Relación hoja / tallo:

Para la evaluación de esta variable se tomo 10 plantas al azar, donde se separaron de cada planta las hojas y tallos de cada especie, luego se peso en una balanza de precisión, por separado, de cada unidad experimental y fue expresado el peso de las hojas y tallos en gramos.

Peso de materia verde

La cosecha de todas las unidades experimentales se realizo cuando las especies con **mayor participación** en la asociación alcanzaron el estado lechoso, observándose una coloración amarillenta en las hojas básales; se tomaron muestras de 1 m² por cada unidad experimental, luego se efectuó el pesado de los diferentes tratamientos, colocándose los respectivos marbetes de identificación (cuadro 29 y grafica 5)

4.4 Evaluación económica

El análisis económico se realizó de acuerdo al manual metodológico de evaluación de CYMMYT. (Perrin 1998), elaborándose los costos de producción para cada especie del ensayo experimental se tiene:

Ingreso bruto:

$$\text{IB} = \text{R} * \text{P}$$

Donde:

I.B. = Ingreso Bruto

R = Rendimiento

P = Precio

Ingreso neto o utilidad del cultivo:

$$\text{IN} = \text{IB} - \text{C}$$

Donde:

I.N. = Ingreso neto

I.B. = Ingreso bruto

C = Costos de producción

Relación beneficio /costo:

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

Donde:

B = Beneficio

C = Costo

V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

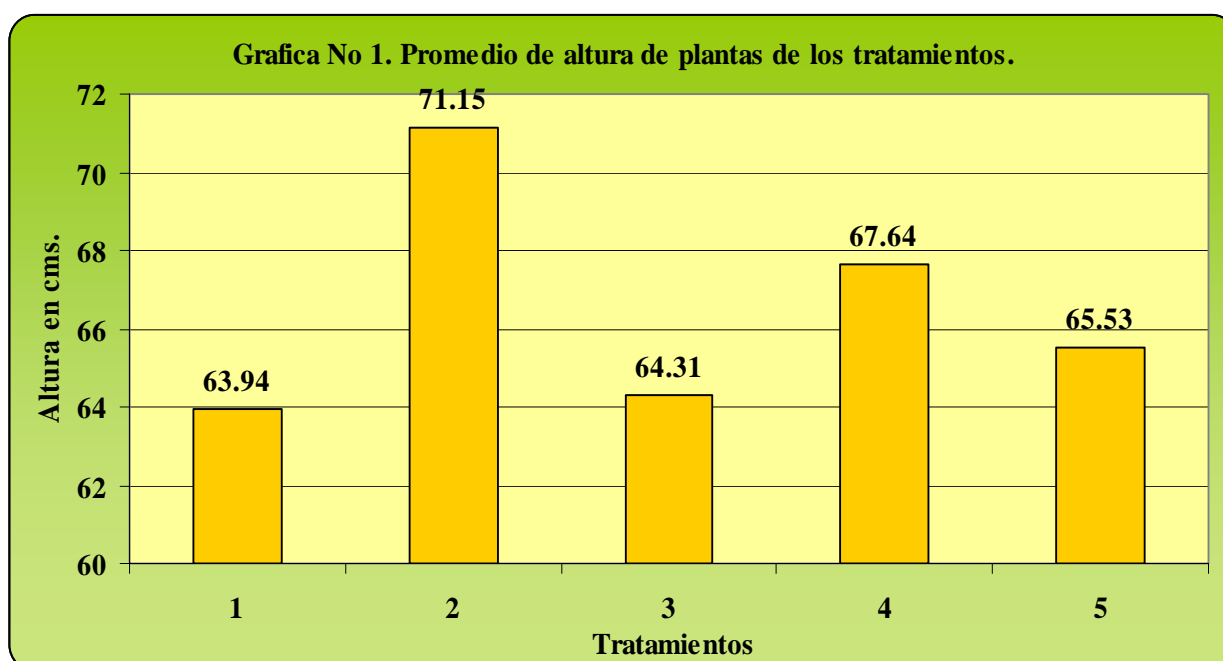
Los resultados obtenidos en el presente estudio se presentan a continuación:

5.1. Altura de planta

A continuación se presenta el promedio de altura de plantas para los diferentes tratamientos:

Cuadro 13. Promedio de altura de plantas para los diferentes tratamientos

Tratamientos	Especies				Promedio (cm)
	Avena	Cebada	Triticale	Veza v.	
T-1	64.38	65.25	60.03	66.10	63.94
T-2	73.83	70.95	67.83	72.00	71.15
T-3	63.58	63.45	66.28	63.93	64.31
T-4	64.98	68.23	68.75	68.58	67.64
T-5	67.85	64.35	68.00	69.90	67.53



Los promedios de altura de planta en la asociación de especies estudiadas (Avena, Cebada, Triticale y Veza velluda) cuadro 13 y grafica 1, muestra que el tratamiento que sobresalió con promedios de alturas mayores fue el segundo (avena, cebada, triticale y veza velluda con una densidad de mezcla de 25, 30,40 y 5 % respectivamente) con un promedio de 71.15 cm, seguido por el cuarto tratamiento con un promedio de 67.64 cm, luego los tratamientos cinco, tres y uno con promedios de 67.53, 64.31 y 63.94 cm respectivamente.

Realizado el análisis de varianza para la variable altura de planta a la cosecha, se observa que no existen diferencias significativas entre bloques, pero si existen diferencias significativas para los tratamientos en estudio con una probabilidad de 5 %, siendo el coeficiente de variación de 3.37 %; lo que significa que los datos son confiables, como se muestra en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Análisis de varianza para altura de planta a la cosecha

Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fc	Ft (5 %)
Bloques	3	10.56	3.62	0.71 NS	3.23
Tratamientos	4	137.93	34.48	8.80 *	3.33
Error	12	60.86	5.07		
Total	19	209.65			

Coeficiente de variación: 3.37 %

Realizada la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad (cuadro 15), nos indica que existe significancia para el tratamiento dos (Avena, cebada, triticale y veza velluda con una densidad en la mezcla de 25,30,40 y 5% respectivamente) obteniéndose una altura promedio de 71.15 cm seguido por los tratamientos 4, 5, 3 y 1 con una altura de 67.64, 65.53, 64.31 y 63.94 cm respectivamente.

Cuadro 15. Prueba Duncan para la altura de plantas (cm.)

Tratamientos	Altura (cm.)	Duncan 0.05 %
T - 2	71.15	A
T - 4	67.64	B
T - 5	65.53	B
T - 3	64.31	B
T - 1	63.94	B

Se considera que esta diferencia es atribuida al porcentaje de participación de la Veza velluda en la densidad de mezcla del tratamiento dos, donde solo tiene una participación del 5 % sobre el total de la mezcla, otorgando esta densidad un mayor espacio en la unidad experimental para el desarrollo de las otras especies (avena, cebada y triticale) permitiendo que alcancen una mayor altura que los otros tratamientos donde el porcentaje de participación de la veza velluda para los tratamientos uno, tres, cuatro y cinco fueron de 25, 10, 15 y 20 % respectivamente.

También se puede atribuir esta diferencia de altura al efecto de factores edáfo climáticos como ser la temperatura ambiental y temperatura del suelo, la precipitación pluvial, la disponibilidad de nutrientes en el suelo y las características genéticas que presenta cada especie.

Comparando los resultados obtenidos podemos indicar que existe una relación con los promedios obtenidos por Mendieta (1992) en estudio comparativo de rendimiento de cinco variedades de avena y tres variedades de triticale realizado en la estación experimental de Choquenaira (altiplano central) donde obtuvo alturas en las plantas de las especies, variedades y líneas de avena entre 36 a 51 cm y el triticale entre 85 a 95 cm para cultivos monofíticos.

5.2 Numero de macollos por planta

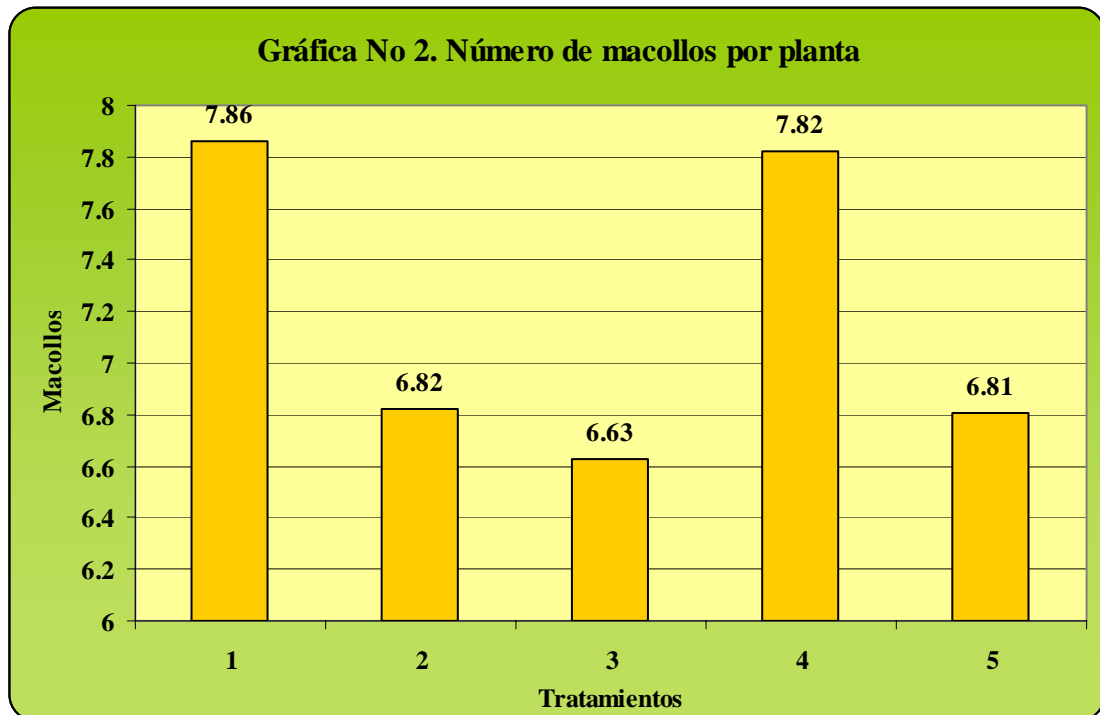
Realizado el conteo de numero de macollos emergidos por planta en la fase de madurez fisiológica para los cultivos de avena, cebada y triticale debido a su mayor participación ya que la leguminosa aun no había llegado a la etapa de madurez

fisiológica, presentamos el promedio de numero de macollos/ planta para los diferentes tratamientos, resultados del análisis de varianza y la prueba Duncan, para los cinco tratamientos de estudio.

En el cuadro 16 y grafica 2, se muestran los promedios de numero de macollos por planta para la asociación de especies estudiadas, donde el tratamiento que sobresalió con un mayor numero promedio fue el primero con 7.86 macollos por planta (avena, cebada, triticale y veza velluda con una densidad en la mezcla de 25% para cada especie) seguido por el cuarto tratamiento con 7.82 luego el segundo, quinto y tercer tratamiento con 6.82, 6.81 y 6.63 cm.

Cuadro 16. Promedio de número de macollos / planta para los diferentes tratamientos

Tratamientos	Especies				Promedio
	Avena	Cebada	Triticale	Veza v.	
T-1	8.20	29.9	37.3	10.5	7.9
T-2	6.51	7.00	6.50	7.25	6.8
T-3	7.25	6.25	6.00	7.00	6.6
T-4	7.52	7.75	8.75	7.25	7.8
T-5	6.50	5.75	7.25	7.75	6.8



En el análisis de varianza (cuadro 17) para la variable número de macollos por planta se observa que no existen diferencias significativas entre bloques, pero si existen diferencias significativas entre tratamientos en estudio con una probabilidad del 5 % y un coeficiente de variación del 8.59 % por lo tanto podemos indicar que los valores obtenidos en el presente estudio son confiables.

Cuadro 17. Análisis de varianza para el número de macollos por planta a la cosecha

Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fc	Ft (5 %)
Bloques	3	1.51	0.50	1.32 NS	3.23
Tratamientos	4	5.79	1.45	3.80 *	3.33
Error	12	4.58	0.38		
Total	19	11.88			

Coeficiente de variación: 8.59 %

Realizada las comparaciones según la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad (cuadro 18), podemos observar que existe similitud entre algunos tratamientos es así que el tratamiento uno y cuatro tienen un promedio bastante cercano de 7.86 y 7.82 macollos por tratamiento, luego en una posición intermedia los tratamientos dos y cinco con 6.82 y 6.81 macollos por planta. Finalmente el tratamiento tres con 6.63 macollos por planta.

Cuadro 18. Prueba Duncan para el número de macollos por planta

Tratamientos	Macollos por planta	Duncan 0.05 %
T – 1	7.86	A
T – 4	7.82	A
T – 2	6.82	B
T – 5	6.81	B
T – 3	6.63	C

Podemos considerar que el porcentaje de participación elevado de la veza velluda en la asociación uno y cuatro (25 y 15 %), influyó en el mayor número de macollos al momento de efectuar el conteo, principalmente una mayor disponibilidad de nitrógeno en el suelo y al número de plantas por superficie de terreno.

Mendieta (1979), asegura que el mayor rendimiento de forraje, está muy relacionado con la producción de macollos por planta producida. Sin embargo, un mayor o menor número de macollos, está también en función a una disponibilidad apropiada del **nitrógeno** en el suelo.

A mayor número de macollos es mayor el rendimiento sin embargo el tratamiento dos que fue el que obtuvo un mayor rendimiento de materia seca/ ha, se encuentra en una posición intermedia dentro de este análisis. El mejor rendimiento de este tratamiento puede haberse debido a la disponibilidad de nitrógeno en el suelo pero también al mayor espacio entre plantas, esto influyó para que las gramíneas como la avena, cebada y triticale alcancen una mayor altura e incidan en un mayor rendimiento de materia verde y seca.

Quispe (1999), en estudio de especies y variedades de avena, cebada y triticale para la producción de forraje en el altiplano central en la Estación Experimental de Choquenaira en condiciones de secano, encontró un promedio de 6.46, 5.46 y 3.41 macollos por planta de las especies estudiadas (avena, cebada y triticale) . Estos resultados guardan similitud con los obtenidos en los tratamientos donde el porcentaje de participación de la leguminosa fue inferior, sin embargo en las asociaciones donde el porcentaje de participación de la veza velluda fue mayor el número de macollos también es mayor.

5.3 Tiempo optimo de maduración

5.3.1 Días a la cosecha

Para la evaluación del tiempo óptimo de maduración en el caso de los cultivos asociados se considera para el criterio de corte las especies que tengan una mayor participación en la composición de la mezcla. En el presente estudio el mayor porcentaje de participación fue de las especies forrajeras avena, cebada y triticale, en el caso de la leguminosa (veza velluda) esta especie llego hasta la floración , no alcanzando un desarrollo óptimo. Se efectuó el corte porque las gramíneas como la cebada y avena presentaban las hojas básicas de un color amarillento y las espigas ya en un estado lechoso.

Este parámetro evaluado dio los resultados que se observan en el siguiente cuadro.

Cuadro 19. Numero de días desde la siembra hasta la cosecha de los cultivos asociados

ÉPOCA DE SIEMBRA	ESPECIES	DÍAS A LA COSECHA
5 DE NOVIEMBRE 1999	CEBADA	140
	AVENA	140
	TRITICALE	140
	VEZA VELLUDA	140

En el cuadro 19 observamos el detalle de los días a la cosecha para un cultivo asociado donde se efectuó el corte a los 140 días. Efectuando un análisis del comportamiento de cada una de las especies en la asociación podemos indicar que la cebada presento un menor tiempo optimo de maduración (135 días), seguido por la avena razón por la cual se tuvo que esperar algunos días para que la misma alcance el rango de grano lechoso y poder efectuar el corte.

En la misma época se noto un mayor crecimiento en el triticale ,si bien se observo un amarillamiento apical de sus hojas, este no alcanzo una maduración optima lo mismo en el caso de la veza velluda cuyo crecimiento prácticamente se detuvo llegando al estado de floración antes del corte.

Estos resultados podrían atribuirse a las condiciones climáticas de la región cuyo descenso de temperatura se hizo mas notorio al finalizar las lluvias además del incremento de los vientos, también es de tomarse en cuenta el comportamiento agronómico que presenta cada especie forrajera en asociación donde debido a la densidad en la mezcla algunas especies se desarrollaron de mejor manera que otras.

Los resultados obtenidos por el Centro de Investigación Forrajera "SEFO" (1993), no tienen relación con los obtenidos en el presente estudio, ya que no se acercan al numero de días cosechados de cada especie, para la cebada de 78 días, avena 100 días y para el triticale 90 días.

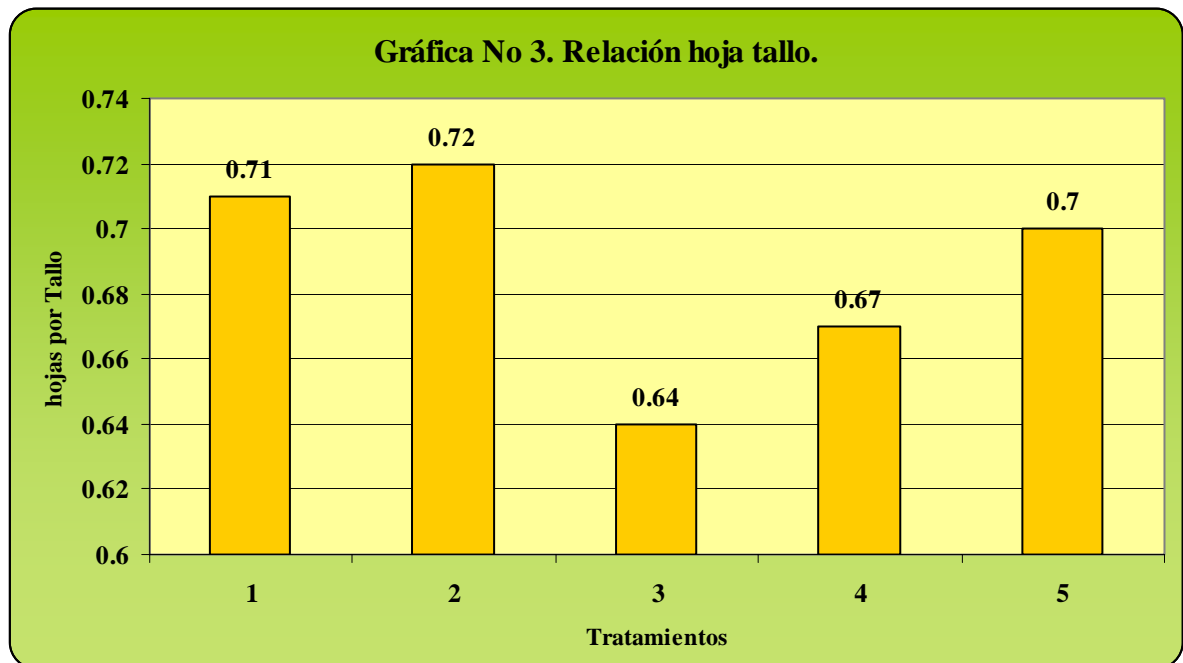
Por otro lado Mendieta (1992), encontró valores mayores en las variedades de avena, registrando 161 días para la misma y para el triticale 171 días en la Estación Experimental de Choquenaira con respecto a los valores obtenidos en el presente estudio.

5.4 Relación hoja / tallo

En el cuadro 20 y grafica 3, se muestra el promedio de las relaciones hoja / tallo por planta para cada asociación de avena, cebada, triticale y veza velluda. La asociación que presenta mayores promedios en la relación hoja / tallo es el segundo tratamiento con un promedio de 0.72 (avena ,cebada, triticale y veza velluda con una densidad en la mezcla de 25, 30 , 40 y 5 % respectivamente), seguido por el primer tratamiento con 0.71 luego el quinto, cuarto y tercero con 0.70, 0.67 y 0.64 respectivamente.

Cuadro 20. Promedio de relación hoja / tallo para los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Especies				Promedio
	Avena	Cebada	Triticale	Veza v.	
T-1	0.68	0.73	0.78	0.65	0.71
T-2	0.70	0.75	0.78	0.65	0.72
T-3	0.58	0.65	0.73	0.60	0.64
T-4	0.70	0.68	0.68	0.63	0.67
T-5	0.73	0.68	0.68	0.70	0.70



De acuerdo al análisis de varianza (cuadro 21), se observa que no existen diferencias significativas entre tratamientos pero si existe diferencia significativa entre bloques con una probabilidad del 5 % siendo el coeficiente de variación de 5.85 % lo que nos muestra que los datos obtenidos son aceptables en el presente estudio.

Cuadro 21. Análisis de varianza para la relación hoja / tallo.

Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fc	Ft (5 %)
Bloques	3	1.70	0.57	3.53 *	3.23
Tratamientos	4	1.67	0.42	2.61 NS	3.33
Error	12	1.83	0.16		
Total	19	5.30			

Coefficiente de variación: 5.85 %

Realizada las comparaciones según la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad (cuadro 20) para los cinco tratamientos existe diferencia significativa en las relaciones hoja / tallo del tratamiento dos (0.72) con respecto a los otros tratamientos. Observamos un grupo intermedio donde la diferencia entre el tratamiento uno y cinco es próxima (0.71 y 0.70) finalmente los tratamientos cuatro y tres con 0.67 y 0.64 con las relaciones de menor valor. Estos datos nos indican de que a mayor peso de hoja, mayor será el peso del tallo en la planta, lo que podría atribuirse a la mayor asimilación de la fotosíntesis de cada planta y absorción de los nutrientes aeróbicos.

Cuadro 22. Prueba Duncan para la relación hoja/ tallo.

Tratamientos	Hojas por tallo	Duncan 0.05 %
T – 2	0.72	A
T – 1	0.71	AB
T – 5	0.70	AB
T – 4	0.67	BC
T – 3	0.64	C

La diferencia en los promedios de las relaciones hojas / tallos podría ser atribuible, al comportamiento de las plantas en cada unidad experimental. Al espacio que ocupa la planta para su desarrollo, a menor densidad de siembra el espacio será mayor y a mayor densidad de siembra será menor el espacio de las plantas por superficie de terreno y a mayor densidad de siembra menor será la captación de la fotosíntesis.

En el caso de los tratamientos en estudio el tratamiento dos que es el que tiene un coeficiente mayor de la relación hoja/ tallo es el que tiene el menor porcentaje de leguminosa en la composición de la asociación.

Los resultados obtenidos con relación a la variable hoja / tallo por Quispe (1999) para el cultivo de la avena es 0.80 para la cebada 0.57 y para el triticale 0.60 datos que en el caso de la avena es mayor al promedio de este experimento pero los otros datos guardan relación con los del experimento.

5.5 Rendimiento de materia seca (Tn / ha)

Los promedios de rendimientos de materia seca de las especies estudiadas avena, cebada, triticale y veza velluda (cuadro 23 y grafica 4) muestran los rendimientos en **asociación**, sobresaliendo con un mayor rendimiento el tratamiento dos con un rendimiento de 4.24 toneladas por hectárea, luego los tratamientos cuatro, cinco tres y uno con rendimientos de 4.08, 3.81, 3.80 y 3.79 toneladas por hectárea respectivamente.

Cuadro 23. Promedio de rendimiento de materia seca para los diferentes tratamientos

Tratamientos	Especies				Promedio (tn)
	Avena	Cebada	Triticale	Veza v.	
T-1	3.69	3.83	3.71	3.93	3.79
T-2	4.25	4.24	4.22	4.25	4.24
T-3	3.59	3.72	3.94	3.93	3.80
T-4	3.84	4.08	4.25	4.18	4.08
T-5	3.78	3.56	3.85	4.04	3.81



Efectuado el análisis de varianza (cuadro 24) para la variable rendimiento de materia seca, muestra que existe diferencias significativas entre bloques y tratamientos en estudio con una probabilidad de 5 %. El coeficiente de variación fue 3.04 % lo que nos indica que los datos son confiables.

Cuadro 24. Análisis de varianza del rendimiento en materia seca de las especies forrajeras en asociación

Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fc	Ft (5 %)
Bloques	3	7.40	2.47	3.87 *	3.23
Tratamientos	4	30.48	7.62	11.96 *	3.33
Error	12	7.65	0.64		
Total	19	45.53			

Coeficiente de variación: 3.04 %

Realizada la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad (cuadro 25), existen diferencias estadísticas entre los tratamientos dos y cuatro frente a los tratamientos cinco, tres y uno donde la diferencia estadística es mínima.

El tratamiento que presento un mayor rendimiento de materia seca por hectárea fue el segundo (avena, cebada, triticale y veza velluda con una densidad en la mezcla de 25, 30, 40 y 5 % respectivamente) con un promedio de 4.24 tn/MS/ha seguido por el tratamiento cuatro con un promedio de 4.08 tn/MS/ha ,luego los tratamientos cinco, tres y uno con 3.81, 3.80 y 3.79 tn/MS/ha.

Cuadro 25. Prueba Duncan para el rendimiento en materia seca (tn/ha).

Tratamientos	Rendimiento (tn/ha)	Duncan 0.05 %
T – 2	4.24	A
T – 4	4.08	B
T – 5	3.81	C
T – 3	3.80	C
T – 1	3.79	C

Esta variaciones que presentan las diferentes asociaciones estudiadas, para la variable rendimiento de materia seca son atribuidas al diferente porcentaje de participación en la densidad de siembra de cada especie, como también al factor medio ambiental de la región en el año de estudio. A pesar de las condiciones medio ambientales de la región (altiplano central) es de valorar el potencial forrajero que tienen las especies como la avena, cebada, triticale y veza velluda de poder desarrollarse en condiciones adversas, suelos pobres y en el caso de este experimento a secano.

Al respecto Prieto y Alzerreca (1990), en ensayo comparativo de forrajes anuales en tres localidades de altiplano árido y semiárido obtuvieron en algunos casos resultados menores a los obtenidos en el presente estudio (Cuadros 1,2,3).

Así mismo Mendieta (1992) en estudio realizado en la Estación Experimental de Choquenaira con cinco accesiones de avena, la que presento mayor rendimiento fue la variedad SEFO – 1 con 2.100 kg/MS/ha, el resto presentaron rendimientos intermedios y la línea 85 / 163 la de menor rendimiento, en el triticale la variedad

cautivador supero significativamente con 6.820 kg/MS/ha a las otras dos variedades (Eronga y Renacer), aunque ambas tienen rendimientos notables de 4.224 kg / MS / ha y 3.394 kg / MS / ha.

Copa (1995), indica 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.

5.6 Análisis económico relación Beneficio / Costo de los diferentes tratamientos

El análisis Beneficio / Costo se realiza sobre la base de la formulación de Perrin (1998), tomando en cuenta la siguiente relación: $B/C > 1$, es económicamente rentable, $B/C = 1$, no existe utilidad, $B/C < 1$ no rentable.

Cuadro 26. Resumen de análisis de relación Beneficio / costo por hectárea en la asociación de especies forrajeras a diferentes densidades de siembra

Tratos	Especies				Costos de producción	Ingreso Bruto	Ingreso Neto	Relación Beneficio Costo
	Avena	Cebada	Triticale	Veza				
T-1	3.69	3.83	3.71	3.93	1211.88	3411.00	2199.12	2.81
T-2	4.25	4.24	4.22	4.25	1094.24	3816.00	2721.76	3.48
T-3	3.59	3.72	3.94	3.93	1202.53	3420.00	2217.47	2.82
T-4	3.84	4.08	4.25	4.18	1310.82	3672.00	2361.18	2.84
T-5	3.78	3.56	3.85	4.04	1419.11	3429.00	2009.89	2.41

Según el cuadro 26 y anexo 1, podemos concluir que los diferentes tratamientos en asociación de las especies forrajeras, presentaron resultados mayores a la unidad en los diferentes resultados obtenidos.

El tratamiento que presento una mayor relación benefició / costo fue el segundo (avena, cebada, triticale y veza velluda con una densidad de participación en la mezcla de 25, 30, 40 y 5 % respectivamente) la relación B/C fue de 3.48, con un ingreso neto de 2721.76 Bs / ha.

Con referencia a los otros tratamientos estos presentan también resultados mayores a la unidad pero los márgenes de los mismos están muy próximos, en segundo lugar se encuentra el cuarto tratamiento (avena, cebada, triticale y veza velluda con una densidad de participación en la mezcla de 35, 20, 30 y 15 % respectivamente) con una relación B / C de 2.84 y un ingreso neto de 2361.18 Bs / ha.

Posteriormente se encuentra el tercer tratamiento (avena, cebada, triticale y veza velluda con una densidad de participación en la mezcla de 30, 25, 35 y 10 % respectivamente) con una relación B / C de 2.82 también mayor a la unidad y un ingreso neto de 2217.47 Bs / ha.

Luego tenemos en cuarta ubicación al primer tratamiento (avena, cebada, triticale y veza velluda con una densidad de participación en la mezcla de 25 % para cada especie) con una relación B / C de 2.811.63 mayor a la unidad y un ingreso neto de 2199.12 Bs / ha.

Finalmente el quinto tratamiento (avena, cebada, triticale y veza velluda con una densidad de participación en la mezcla de 40, 15, 25 y 20 % respectivamente) con una relación B / C de 2.41 y un ingreso neto de 2009.89 Bs / ha.

Los anteriores resultados nos demuestran que las asociaciones de especies forrajeras (avena, cebada, triticale y veza velluda) son aceptables económicamente en los costos variables de oportunidad y los costos monetarios variables de producción, estos resultados de la relación beneficio / costo prácticamente respaldan los rendimientos de materia seca.

VI CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio, se establecen las siguientes conclusiones:

1. El mejor promedio de rendimiento de materia seca se presentó en el tratamiento dos con 4240 kg/MS/ha, posteriormente el tratamiento cuatro con 4060 kg/MS/ha, en tercer lugar el tratamiento cinco con 3810 kg/MS/ha, luego el tratamiento tres con 3800 kg/MS/ha y finalmente el tratamiento uno con 3790 kg /MS/ha.
2. El tratamiento que presentó una mayor altura de planta fue el segundo con un promedio de 71.15 cm seguido por el cuarto con 67.64 luego los tratamientos cinco, tres y uno con 65.63, 64.31 y 63.94 cm .
3. Los rendimientos de materia seca por hectárea y también los de materia verde guardan relación con los datos de mayores alturas de planta obtenidos en el experimento. Rendimiento de materia seca para el tratamiento dos 4240 kg/MS/ha. Mayor altura de plantas también para el tratamiento dos con un promedio de 71.15 cm.
4. La variable de respuesta referida al número de macollos por planta dio como resultado al tratamiento uno con un mayor número de macollos, 7.86 macollos por planta luego el cuarto con 7.82 macollos por planta después los tratamientos dos, cinco y tres con un promedio de 6.82, 6.81 y 6.63 macollos por planta.
5. La variable relación hoja / tallo para los diferentes tratamientos ; el tratamiento que presentó un mejor coeficiente fue el segundo con 0.72 seguido por los tratamientos uno, cinco, cuatro y tres con coeficientes de 0.71, 0.70, 0.67 y 0.64 respectivamente.

6. Con relación al tiempo óptimo de maduración para el cultivo en asociación fueron la cebada y la avena las que alcanzaron un desarrollo óptimo llegando hasta el estado de grano lechoso, se noto un mayor crecimiento en el triticales sin embargo esta gramínea no alcanzo una maduración óptima lo mismo que la veza velluda cuyo desarrollo solo alcanzo el estado de floración.

7. De los cinco tratamientos estudiados en el presente experimento, el tratamiento que presento una mayor relación Beneficio / costo fue el segundo con un B/C de 3.48, un ingreso neto de 2721.76 Bs/ ha, seguido por el cuarto tratamiento con un B/C de 2.84 un ingreso neto de 2361.18 Bs/ ha, luego los tratamientos tres, uno y cinco con 2.82, 2.81 y 2.41 con ingresos netos de 2217.47, 2199.12 y 2009.89 Bs / ha respectivamente.

VII. RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos en el presente trabajo permiten realizar las siguientes recomendaciones:

1. Promocionar la siembra de forrajes, asociando gramíneas con leguminosas en la perspectiva de obtener mayores rendimientos en lo referido a una mayor cantidad de forraje para la alimentación del ganado en la región.
2. Continuar con experimentos que permitan conocer la eficiencia de los cultivos asociados en la disminución de malezas, plagas, enfermedades y otros en plantas forrajeras.
3. Brindar información y proporcionar a los ganaderos variedades mejoradas de los forrajes estudiados (avena, cebada, triticale y veza velluda) para su utilización en la alimentación animal.
4. Realizar siembras a diferentes densidades para la obtención de forrajes en mayores volúmenes que permitan cubrir las necesidades alimenticias del ganado en la zona del Altiplano.
5. Realizar la transferencia de tecnología a los pequeños y medianos productores del Altiplano en lo referente al beneficio de la siembra de un cultivo asociado dando énfasis a un mayor rendimiento, mejor alimento y mejor manejo del suelo.
6. Capacitar a los ganaderos de la región sobre la importancia de las leguminosas en asociación con las gramíneas anuales.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- BERNAL E.J. 1986. Manual de pastos y forrajes, establecimiento de praderas. Colombia.
- CACHUTA, R. 1998. Optimización de la fertilidad química para la producción de semillas de cuatro variedades de cebada en el Altiplano Norte. La Paz – Bolivia Fac. Agro. UMSA, pp 46 – 53.
- CARDOZO, A. 1979. Investigaciones forrajeras en el altiplano de Bolivia. Estación experimental ganadera Patacamaya 1958 – 1967. MACA y división de investigaciones agrícolas. La Paz – Bolivia 40 p.
- COPA, S. 1996 Respuesta de variedades y líneas de triticale (*triticum secale*) a densidades de siembra y niveles de fertilización nitrogenadas en el Altiplano Norte de La Paz – Bolivia Fac. Agro. UMSA, pp 39 – 92.
- DELGADILLO J. Y ESPINOZA J. 2000. Uní formación de técnicas y criterios de investigación. Seminario La Violeta. Cochabamba – Bolivia.
- GOMEZ, J. 1984 La veza velluda. Hojas divulgativas. España
- GUTIERREZ, F. 1985. Cultivo de cereales en el altiplano. Centro de investigación en forrajes La violeta. Cochabamba-Bolivia.
- ----- , F. 1998 . Forrajes y semillas forrajeras Volumen 8 Diciembre 1998 Centro de investigación en forrajes La Violeta Cochabamba - Bolivia , pp 46 a 48.
- GERRERO, A. 1984. Cultivos herbáceos extensivos. Ed. Madrid. Ed. Mundi Prensa, pp 115 – 157

- HUGHES, HEATH, METACALFE. 1982. Forrajes de la ciencia de la agricultura basada en la producción de pastos. Ed. CECOSA -México.
- LA VIOLETA 1990. Centro de investigación de forrajes. Hojas divulgativas de cultivos.
- LAZARTE, L. 1985. Cultivo de cereales en el altiplano. Centro de investigación en forrajes La Violeta. Cochabamba – Bolivia.
- MARCA, S. 1989. Fenología de cereales de grano pequeño In. Curso taller de fenología de cultivos andinos. Puno – Perú pp 45 – 50.
- MATEO, J.M. 1985. Cultivo de cereales en el altiplano. Centro de investigación en forrajes “ La violeta” Cochabamba – Bolivia.
- MEJIA GUTIERREZ M. 2000 Agricultor Orgánico. Ing. agrónomo. Sección 3 y 4 Ilexus.
- MENDIETA, H. 1992. Estudio comparativo de rendimiento de 5 variedades de avena (Avena sativa) y tres variedades de triticale (Triticum secale) en la provincia Ingavi. La Paz – Bolivia, pp 6 – 9
- -----, H. 1979. Rendimiento de cebada en suelos previamente cultivados con alfa alfa en VI reunión nacional de pastos y forrajes y IV reunión nacional de ganadería. Trinidad, Bolivia, pp 133 – 138.
- MENESES 1997. Memorias III Reunión de leguminosas. Facultad de Agronomía U.M.S.A. La Paz – Bolivia.
- PERRIN, R . 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos Ed. México CIMMYT , pp 1 - 79

- PRIETO, G Y ALZERRECA, H. 1992. Ensayo Comparativo de Forrajes Anuales en tres Localidades del Altiplano. Décima reunión Nacional de ABOPA La Paz Octubre 18 - 20 de 1990 ABPA. CID. E IBTA, pp 96 – 99
- PRIETO, g. 1991. evaluación De forrajes introducidos en localidades del altiplano norte, Potosí Informes Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA), pp 15 – 19
- QUISPE, N. A. 1999. Estudio comparativo de variedades de avena, cebada y triticale en la localidad de Choquenaira Tesis de grado Ing. Agr. UMSA. La Paz – Bolivia, pp 29 – 58.
- RAMÍREZ C. 1999 Agricultor alternativo, agrologo y microbiólogo. Prof. Asistente de post grado de la U.C.N. Lexus
- ROBLES, R. 1990. Producción de granos y forrajes, 5ª. Edición, Ed. Limusa México, pp 257 – 315.
- ROYO, C.1992. El triticale, bases para el cultivo y aprovechamiento. Ed. Mundi Prensa. Madrid , pp 27 – 47.
- SAUMA, G. y BLANC, D. 1994. SEFO : 17 años al servicio de la agropecuaria boliviana. Empresa de Semillas forrajeras (SEFO – SAM). Cochabamba, Bolivia. 12 p.
- TAPIA ,M. 1986. Pastos naturales del Altiplano de Perú y Bolivia. Instituto Americano de ciencias agrícolas. Publicación misceláneas No.35, p 200.
- THOMAS Y LASCANO (1995) CIAT. El rol de leguminosas forrajeras en sistemas de Producción Agrícola. NRI. Universidad Greenwich - Inglaterra

- VASQUEZ, V. 1990. Experimentación agrícola. Diseños estadísticos para la investigación científica y tecnológica. Primera edición, Editorial Amaru – Perú pp 107 – 145.

- VERASTEGUI, S. 1987. Alimentar – Textos con artículos producto de la investigación y conceptos prácticos de la alimentación de ganado, Lima – Perú p 295.

ANEXOS

ANEXO 1

Cuadro 27. Costos de producción por hectárea de cultivos asociados

Localidad: Jalsuri – Irpa Chico (Altiplano Central, Provincia Ingavi)
T/C: 8.00 Bs/ U\$

Concepto	Unidad	Cantidad	Valor unitario (Bs/ha)	Densidad de siembra				
				T-1	T-2	T-3	T-4	T-5
Costos variables de Oportunidad								
1. Preparación suelo	Horas	4	60.00	240	240	240	240	240
Arado	Horas	2	60.00	120	120	120	120	120
Rastra	Jornal	4	20.00	80	80	80	80	80
2. Siembra	Jornal	4	20.00	80	80	80	80	80
3. Deshierbe	Jornal	5	25.00	125	125	125	125	125
4. Cosecha								
TOTAL PARCIAL				645	645	645	645	645
Costo Monetario Variable								
5. Insumo	-	-	-	100	100	100	100	100
6. Semilla	kg	-	-	466.9	349.3	457.5	565.8	674.1
Costo de producción total de los cinco tratamientos				1211.9	1094.3	1202.5	1310.8	1419.1

Costo promedio por kilogramo de forraje: **0.90 Bs.**

Cuadro 28. Porcentaje de materia seca (%)

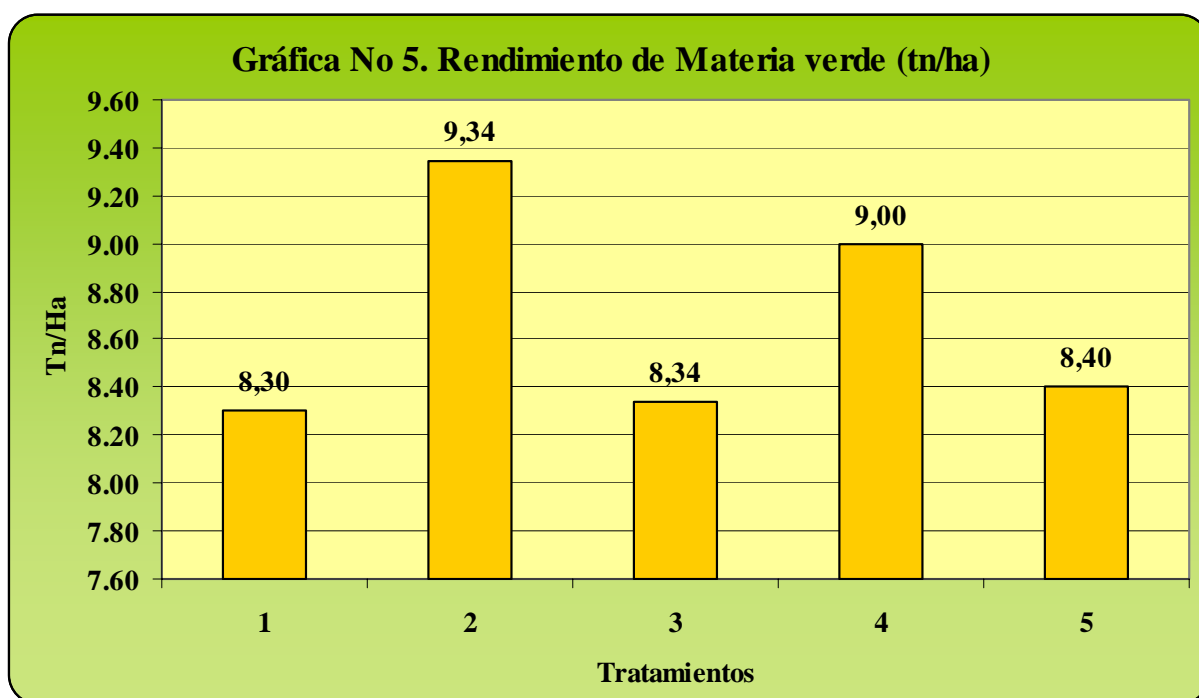
Tratamiento	Bloques				Total	Promedio	%MS	Tn/MS/ha
	I	II	III	IV				
1	3.69	3.83	3.71	3.93	15.16	3.79	1.85	3.7
2	4.25	4.24	4.22	4.25	16.96	4.24	2.20	4.3
3	3.59	3.72	3.94	3.93	15.18	3.80	1.90	3.8
4	3.84	4.08	4.25	4.18	16.33	4.06	2.10	4.1
5	3.78	3.56	3.85	4.04	15.23	3.81	1.90	3.8

Anexo 2

Cuadro 29. Promedio del peso de materia verde para los diferentes tratamientos (Tn/ha).

Tratamientos	Especies				Promedio (tn)
	Avena	Cebada	Triticale	Veza v.	
T-1	8.20	8.51	9.24	8.73	8.67
T-2	9.45	9.42	9.38	9.45	9.42
T-3	7.98	8.27	8.76	8.73	8.43
T-4	8.54	9.07	9.45	9.24	9.00
T-5	8.40	7.91	8.56	8.98	8.46

Gráfica 5. Peso de materia verde (tn/ha)





Grafica 6. Zona del experimento (Jalsuri-Irpachico)



Grafica 7. Campo experimental sembrado



Grafica 8. Prueba de germinación del triticale (cultivo puro)



Grafica 9. Emergencia de los cultivos en asociación



Grafica 10. Franja protectora de haba



Grafica 11. Campo experimental de las especies forrajeras en asociación

ANEXO 4

Grafica 12. CROQUIS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

