

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



TESIS DE GRADO

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE TRES VARIEDADES DE AVENA (*Avena sativa* L.) CON APLICACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA, EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE CHOQUENAIRA.

LIDIA IMELDA ADUVIRI VALERO

La Paz - Bolivia

2014

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

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE TRES VARIEDADES DE AVENA
(*Avena sativa* L.) CON APLICACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA,
EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE CHOQUENAIRA

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

LIDIA IMELDA ADUVIRI VALERO

Asesores:

Ing. Agr. Rolando Céspedes Paredes

Ing. M.Sc. Erik Murillo Fernández

Tribunal Examinador:

Ing. Ramiro Mendoza Nogales

Ing. M.Sc. Hugo Bosque Sánchez

Ing. Bernardo Ticona Contreras

Aprobado

Presidente Tribunal Examinador:

2014

DEDICATORIA

Al cariño y sacrificio de mis queridos papás Leonardo Aduviri y Victoria Valero

A mis hermanos, tíos y primos por todo el apoyo incondicional que

me brindaron.

AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos al Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal INIAF, al Ing. Jorge Guzmán por todo su apoyo y colaboración de este trabajo.

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

A mis asesores de tesis al Ing. Rolando Céspedes, Ing. Erik Murillo Fernández, mi más profundo agradecimiento por el constante apoyo moral, profesional y por las orientaciones brindadas durante el desarrollo del trabajo.

A los miembros del tribunal revisor, Ing. Hugo Bosque, Ing. Ramiro Mendoza Nogales e Ing. Bernardo Ticona, por las acertadas sugerencias y correcciones realizadas en el presente trabajo.

De igual manera agradezco al personal de la Estación Experimental de Choquenaira, y principalmente al que fuera en esa oportunidad, por su apoyo en el presente estudio.

Un agradecimiento muy especial a mis compañeros y amigos por el todo el apoyo brindado durante la realización de este trabajo.

Mil gracias

CONTENIDO GENERAL

INDICE...	III
INDICE DE CUADROS	VI
INDICE DE GRÁFICOS	VIII
INDICE DE ANEXOS	VIII
DEDICATORIA.....	IX
AGRADECIMIENTOS	X
RESUMEN	XI
ABSTRACT	XII

INDICE

1. INTRODUCCION	18
2. OBJETIVOS	19
2.1 Objetivo General	19
2.2 Objetivos Específicos	19
3 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	20
3.1 Clasificación Taxonómica de la avena	21
3.2 Características morfológicas de la Avena	21
3.3 Importancia Forrajera	22
3.4 Descripción fenológica de la Avena	22
3.5 Requerimiento Climático de la Avena	23
3.6 Componentes de Rendimiento	23
3.6.1 Altura de Planta:.....	23
3.6.2 Macollaje:	24
3.6.3 Precocidad:	24

3.6.4 Fertilidad de Suelo:	24
3.6.4.1 Nitrógeno:.....	25
3.6.4.2. Fosforo:	25
3.6.4.3 Potasio:	25
3.7. Variedades	25
3.8. Valor Nutritivo de la Avena	26
3.9. Materia Orgánica	27
3.10. Composición Química del Estiércol	27
3.11. Rendimiento de Materia Seca	28
3.12 Producción de Avena Forrajera	30
3.13 Análisis de Crecimiento	31
4. MATERIALES Y METODOS	32
4.1 Localización.....	32
4.2 Características de la zona	32
4.2.1 Clima 32	
4.2.2 Vegetación	33
4.2.3 Características del suelo experimental.....	33
4.3 Materiales.....	34
4.3.1 Material Genético Introducido.....	34
4.3.2 Materiales y equipo de campo.....	35
4.4 Metodología.....	36
4.4.1 Diseño experimental.....	36
4.4.2 Factores de estudio	36
4.4.3 Tratamientos	37
4.4.4 Características del área experimental	38
4.5 Desarrollo del ensayo.....	38
4.5.1 Análisis del Suelo	38
4.5.3 Incorporación de Materia Orgánica (estiércol de ovino)	39
4.5.4 Siembra	39

4.5.5 Labores Culturales	39
4.5.6 Registro Climáticos	39
4.5.7 Cosecha	40
4.5.8 Variables de Respuesta	40
4.5.8.1 Altura de planta a la cosecha del forraje	40
4.5.8.2 Número de Macollos.....	40
4.5.8.3 Días al Macollamiento	40
4.5.8.4 Días a la Floración.....	41
4.5.8.5 Días al estado de grano lechoso	41
4.5.8.6 Rendimiento de la Materia Seca	41
4.5.8.7 Relación Hoja / Tallo	41
4.5.9 Análisis de Costos Parciales	41
4.5.9.1 Beneficio Bruto	42
4.5.9.2. Beneficio neto o utilidad del cultivo	42
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
5.1 Precipitación.....	43
5.2 Temperatura.....	44
5.3 Suelos	45
5.4 Variables Fenológicas	47
5.4.1 Días a la emergencia.....	47
5.4.2 Días al Macollamiento	48
5.4.3 Días a la floración.....	50
5.4.4 Días al Grano Lechoso.....	51
5.5 Descripción de Comportamiento Agronómico	52
5.5.1. Porcentaje de Emergencia	52
5.5.1.1 Análisis de varianza para el Porcentaje de Emergencia.....	52
5.5.1.2 Comparación de los tratamientos para el factor materia orgánica y prueba de significancia Duncan al (5%).	53
5.5.1.3. Análisis de Efectos Simples para la interacción entre Materia Orgánica por variedad de la variable porcentaje de emergencia.	55
5.5.2 Altura de Planta.....	57

5.5.3 Número de Macollos por Planta	60
5.6.1. Rendimiento de Materia Verde por Parcela.....	62
5.6.2 Rendimiento de Materia Seca	65
5.6.3 Relación Hoja/Tallo	69
5.7. Análisis de Costos Parciales	72
5.7.1 Cálculo de Costos Parciales.....	72
6. CONCLUSIONES	75
7. RECOMENDACIONES.....	76
8. BIBLIOGRAFÍA	77
10. ANEXOS	82

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1 Composición Química de la Avena Forrajera (verde).....	26
Cuadro 2 Composición Química del Estiércol	27
Cuadro 3 . Estiércol de Ovino expuesto a las condiciones climáticas	28
Cuadro 4. Rendimiento en Materia Seca de variedades de la Avena	29
Cuadro 5. Rendimiento de Materia Seca por Hectárea en tres localidades del Altiplano.....	30
Cuadro 6. Comparación de Rendimientos en T/ms/ha obtenidos en Avena Forrajera en diferentes localidades y años.....	30
Cuadro 7 análisis de laborator.....	46
Cuadro 8. Análisis de varianza, para días a la Emergencia.....	47
Cuadro 9. Análisis de varianza, para días al Macollamiento	48
Cuadro 10 Análisis de varianza, para días a la Floración.....	50
Cuadro 11. Análisis de varianza, para días al Grano Lechoso.....	51

Cuadro 12. Análisis de varianza para el Porcentaje de Emergencia.....	52
Cuadro 13. Prueba de significancia Duncan (5%) para el porcentaje de emergencia.....	53
Cuadro 14. Análisis de la interacción entre Materia Orgánica por Variedad.....	56
Cuadro 15. Análisis de varianza, para Altura de Planta.....	58
Cuadro 16. Prueba de significancia de Duncan (5%) para Altura de Planta por Materia Orgánica.....	59
Cuadro 17. Análisis de varianza, para Número de Macollos.....	62
Cuadro 18. Análisis de varianza, para Materia Verde por Parcela.....	64
Cuadro 19. Prueba de significancia de Duncan (5%) para Materia Verde por parcela.....	64
Cuadro 20 Análisis de varianza, para Materia Seca por Parcela.....	66
Cuadro 21 Prueba de significancia de Duncan (5%) para Materia Seca por Parcela.....	67
Cuadro 22. Análisis de varianza, para relación hoja tallo.....	70
Cuadro 23. Prueba de significancia de Duncan (5%) para Materia Orgánica.....	71
Cuadro 24. Análisis Económico.....	73
Cuadro 25 Análisis de dominancia para el cultivo de avena.....	74

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Precipitación Media Mensual registrada en el periodo de estudio en milímetros.....	43
Gráfico 2. Temperaturas Mínimas, Máximas y Media mensual registradas en la zona de estudio en grados centígrados (°C).....	44
Gráfico 3. Regresión para Materia Orgánica y Porcentaje de Emergencia.....	54
Gráfico 4 Análisis de efectos simples para la interacción Materia Orgánica Vs Variedades de la variable porcentaje de emergencia	56
Gráfico 5. Regresión para Altura de Planta.....	59
Gráfico 6 Materia Verde por Parcela, Materia Orgánica Vs Variedades.....	64
Gráfico 7 Materia Seca por Parcela, Materia Orgánica por Variedad.....	67
Gráfico 8 Relación hoja tallo por Parcela, Materia Orgánica por Variedad..	71
Grafico 9 Curva de beneficios netos.....	74

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ubicación de Zona De Estudio.....	83
Anexo 2. Croquis de campo	84
Anexo 3 croquis de parcela experimental	85
Anexo 4 Datos de Temperatura.....	86
Anexo 5 Análisis Bromatológico para el cultivo de avena (General).....	86
Anexo 6 Registro de Fotografías.....	87

RESUMEN

El estudio se llevó a cabo en la Estación Experimental de Choquenaira durante el periodo (2011 - 2012), que se encuentra ubicada en la comunidad de Choquenaira del Municipio de Viacha de la Provincia Ingavi del Departamento de La Paz. Esta región se encuentra situada a 3800 m.s.n.m, en la zona se registra una temperatura de mínima promedio de -3°C y una máxima de 18°C con una humedad relativa media anual de 57 % y una precipitación promedio anual de 600 mm.

Los objetivos fueron evaluar el comportamiento agronómico de tres variedades de avena Águila, Gaviota y Texas, determinando el efecto de aplicación de materia orgánica (estiércol de ovino). La semilla utilizada en estudio fue procedente de la empresa productora de semilla SEFO-SAM del departamento de Cochabamba, estas variedades tienen características genéticas definidas.

El estudio de comparación se realizó bajo el diseño de bloques al azar con parcelas divididas con nueve tratamientos y tres repeticiones. Las variables de respuesta fueron: porcentaje de emergencia, altura de planta, número de macollos por planta, días al macollamiento, días a la floración, días a al estado de grano lechoso, relación hoja tallo, rendimiento de materia verde, rendimiento de materia seca y análisis de costos parciales del cultivo.

Con relación a los resultados, de las variables fenológicas no se pudo apreciar diferencias significativas en cuanto a días al macollamiento, días a la floración, y días al grano lechoso, en cuanto a la aplicación de materia orgánica.

Para variables de producción o variables agronómicas, la aplicación de materia orgánica, en porcentaje de emergencia se obtuvo diferencias significativas en cuanto a bloques y variedades.

Para la variable de altura de planta no se obtuvo diferencias significativas en cuanto a bloques y variedades con la aplicación de materia orgánica.

Para la variable de número de macollos por planta con la aplicación de materia orgánica no se obtuvieron diferencias significativas en cuanto a bloques y variedades.

Para las variable de rendimiento como ser materia verde por parcela en (t/ha) se obtuvo diferencias significativas con la aplicación de 30 t/ha de materia orgánica, el cual tuvo incidencia positiva en cuanto a las variedades.

Para la variable de materia seca por parcela expresado en (t/ha), se obtuvo diferencias significativas entre bloque y variedades con la aplicación de materia orgánica de 30 t/ha.

Para la variable de costos parciales bajo las condiciones que se calcularon se observaron que los tratamientos T₁, T₆, T₇, T₅ T₃, T₈ son tratamientos que presentan menor beneficio neto, y se llaman “dominados” los tratamientos T₄, T₉, presentaron mayor beneficio neto y menores costos variables.

SUMMARY

In the central region of the Altiplano the forage production is limited, which is attributable to the lack of technical knowledge and adverse environmental conditions; as a result of this facts producers have reduced their harvests.

The study was made in the Experimental Centre of Choquenaira during the period (2011 - 2012), this centre is located in the community of Choquenaira, belong to the Municipality of Viacha, Ingavi Province, Department of La Paz. This region is located at 3800 m asl in the area records an average minimum temperature of -3°C and maximum 18°C with a mean annual relative humidity of 57% and an average annual rainfall of 600 mm.

The objectives are to evaluate the agronomic performance of three varieties of oats Aguila, Gaviota and Texas, determining the effect of application of organic matter (compost sheep), the seed used was from SEFO SAM Cochabamba, these varieties have defined genetic characteristics, at the same time was used randomized block design with field divided in nine treatments and three replications, the response variables studied were: plant altitud, number of plants per square meter, number of tillers per plant, days to tillering, days flowering, days to the milky grain state, leaf stem ratio, green matter yield, dry matter yield and economic analysis of the crop.

In relation to phenological variables, in the results showed the levels of organic matter did not affect the characteristics phenological of the three varieties studied.

In relation to agronomic variables: it was observed the implementation of organic matter in the three varieties do not affect the plant altitud neither the significant yields returns.

1. INTRODUCCION

Las condiciones ecoregionales del altiplano norte y centro de Bolivia, han permitido un importante polo de desarrollo lechero con ganado y forrajes adaptados a la altitud y el clima de la zona. Entre los forrajes introducidos más importantes para la crianza de ganado lechero se hallan la cebada y avena (gramíneas forrajeras) y la alfalfa (leguminosa forrajera), siendo su producción estacional y su conservación altamente importante en el sistema de producción.

La avena según investigaciones realizadas en cultivos forrajeros muestra una mejor adaptación a las condiciones climáticas como el Altiplano Central, siendo una alternativa sostenible en la dieta alimenticia y disponibilidad en época seca para los animales.

En tal sentido es necesario incrementar el cultivo de especies forrajeras para un buen rendimiento en materia seca con especies tolerantes en condiciones extremas de la región, de esta manera garantizar la alimentación animal principalmente en periodos secos.

La producción de avena forrajera en la Estación Experimental de Choquenaira, y el Altiplano Central, la producción de forraje es muy importante para la época de estiaje especialmente en avena ya que tiene características superiores a otras poaceas y es muy palatable para los animales.

En cuanto a rendimiento en la producción forrajera en avena muestra un grado de adaptabilidad en la región. Las variedades Águila, Gaviota y Texas tienen rendimientos positivos en cuanto a la absorción de nutrientes.

En la actualidad se dispone de poca información, respecto a variedades de avena utilizadas en el siguiente estudio en rendimiento de materia seca en tal sentido se plantea evaluar tres diferentes variedades de avena forrajera con diferentes niveles de aplicación de materia orgánica en la Estación Experimental de Choquenaira para la producción forrajera destinada a la alimentación de la ganadería especialmente en bovinos, ovinos y camélidos.

La producción de forraje en la región del Altiplano, dada su importancia en la ganadería alto andina, se constituye en un gran desafío, en cuanto a la investigación en nuevas variedades de forraje y seguir incentivando la producción e incremento en rendimientos de materia seca para de alguna manera contribuir la seguridad alimentaria de la región del altiplano central.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Evaluar el comportamiento agronómico de tres variedades de avena (*Avena sativa* L.) con aplicación de materia orgánica, en la Estación Experimental de Choquenaira.

2.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el comportamiento agronómico de tres variedades de avena (Aguila, Gaviota y Texas).
- Determinar el efecto de la aplicación de materia orgánica sobre el rendimiento de avena.
- Analizar la interacción entre variedades y niveles de materia orgánica en el comportamiento agronómico.
- Determinar los costos parciales de los tratamientos en estudio.

3 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Enciclopedia Océano (2000), menciona que la avena es el cereal más importante en países de clima frío del hemisferio boreal, se usa principalmente en la alimentación de los animales.

Montes de Oca (1997), señala que la producción de avena forrajera ofrece posibilidades para alimentación del ganado lechero, por las siguientes características:

- Facilidad de establecimiento y precocidad.
- Producción para forraje fresco o para conservar como heno o ensilaje.
- Facilidad de adaptación a diferentes tipos de suelo
- Adaptación al clima frío, pero sensibles a las heladas en el período de la floración.
- Resistencia al exceso de humedad pero sensibilidad a la sequía y excesivo calor.

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

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

3.1 Clasificación Taxonómica de la avena

Según Rojas (2002), la avena tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Cyperales
Familia:	Poaceae
Tribu:	Aveneae
Nombre Científico:	<i>Avena sativa</i> L.
Nombre Común:	Avena

3.2 Características morfológicas de la Avena

Avila; *et al.* (2001), menciona que es una planta anual de 40 - 150 cm. con raíz fibrosa, tallo erecto, hojas de 3-20 mm de anchura, glabras, ásperas en los bordes, con lígula de hasta 5 mm. Inflorescencia en panícula. Espiguillas de 17-30 mm, con 2-3 flores, casi completamente cubiertas por las glumas. Lema emarginado o con dos pequeños dientes, rara vez aristado. Glumas con 7-9 nervios. Las flores no se desarticulan en la madurez, el fruto es cariósipide seco, indehiscente, con una semilla, la cual esta adherida completamente al pericarpio.

Parsons (1994) realiza una descripción morfológica de la siguiente forma: Una altura de 60 hasta 150 cm. El tallo es recto y cilíndrico. Tiene de 3 a 5 macollos.

Las hojas tienen una longitud de aproximadamente 25 cm y un ancho de 1 hasta 1.6 cm. La lígula es de longitud media. A diferencia del trigo y la cebada, la avena carece de aurículas. La inflorescencia es una panoja compuesta o panícula. La espiga está formada por 20 hasta 100 espiguillas por panícula. El grano es parecido al trigo, pero es más largo y puntiagudo en ambos extremos. El color de la planta es de un color verde oscuro.

3.3 Importancia Forrajera

Klapp (1987), señala que el cereal forrajero que aporta mayores rendimientos en buenas condiciones hídricas, pudiendo llegar a producir 11 t/ha de forraje de invierno, de ciclo largo y más productivas. El forraje es muy apetecible y de gran valor nutritivo aunque de bajo contenido proteico. Las producciones de grano oscilan entre las 1-3 ton/ha. El valor nutricional del grano de avena es superior al de otros cereales, debido a su riqueza en aminoácidos esenciales como la lisina.

3.4 Descripción fenológica de la Avena

Emergencia: Incluye toda la germinación (aparición de las plantas con 1ª hojas) hasta el inicio del macollamiento.

Macollamiento: Cuando el 50% de las plantas han macollado, es decir tienen brotes y retoños. Puede considerarse terminada a los 45 días. La aparición de la 4ª hoja indica el inicio del macollamiento.

Encañado: Cuando el 50% de las plantas presentan el primer nudo a dos o tres centímetros sobre el suelo. Embuchamiento: La panoja se encuentra envuelta dentro de la vaina de la hoja bandera (hoja superior). Panojamiento: Cuando el 50% de las plantas tienen panojas completamente libres de la vaina foliar.

- **Floración:** Cuando en el 50% de las panojas, las florecillas se abren, las anteras liberan el polen. Esto trae el inicio de la formación del grano.
- **Grano lechoso:** Cuando el 50% de las panojas presentan granos que al ser presionados con la uña revientan y sale un líquido de color blanco.
- **Grano pastoso:** Cuando el 50% de las panojas presentan granos que resisten al ser presionados con la uña.
- **Madurez fisiológica:** Cuando el 50% de las plantas presentan el pedúnculo de color amarillento.

Según Gutiérrez (2000), la fase fenológica se deben registrar a partir de la fecha de siembra, y éstas deben considerar principalmente días a la emergencia días al inicio de espigamiento días a la madurez fisiológica.

3.5 Requerimiento Climático de la Avena

Pearsons (1994), menciona que los requerimientos climáticos de la avena está referido a:

Temperatura: esta especie se cultiva en zonas templadas, sin embargo también pueden crecer en aéreas con bajas temperaturas, con baja humedad, la temperatura adecuada para el cultivo de esta especie varía entre 15 a 31° C aunque también pueden soportar temperaturas bajas.

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

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

3.6 Componentes de Rendimiento

3.6.1 Altura de Planta:

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

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

Gutierrez (1989), señala en una evaluación de líneas y cultivos de avena forrajera de semilla en CIF “La Violeta”, sobresalen las variedades Gaviota y SEFO – 1 con 136 y 104 cm por planta con un rendimiento de 7.500 kg/MS/ha.

3.6.2 Macollaje:

Mendieta (1992), menciona que en ensayo comparativo de producción de una forrajera y Triticale el rendimiento de forraje está estrechamente ligado al número de macollos, y la relación de tallo y hoja.

Mendieta (1994), menciona que en un trabajo realizado con avena en la estación experimental de Patacamaya, encontró que el mayor rendimiento de forraje estaba muy relacionado con el mayor número de macollos producidos por planta. Sin embargo un mayor o menor número de macollos está en función a una disponibilidad apropiada de nitrógeno en el suelo.

3.6.3 Precocidad:

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.

3.6.4 Fertilidad de Suelo:

Okada (1989), señala que la fertilidad del suelo es un factor importante para el desarrollo de las plantas que determina los menores o mayores rendimientos en los cultivos, donde la fertilidad del suelo depende de los macro elementos.

3.6.4.1 Nitrógeno:

Pearsons (1989), menciona que el nitrógeno es necesario para mantener un follaje verde, siendo indispensable para que se realice la función fotosintética también indica que los cereales requieren una mayor cantidad de nitrógeno durante el periodo de encañe.

3.6.4.2. Fosforo:

Pearsons (1989), menciona que el fosforo estimula el crecimiento de las raíces y acelera la maduración de los granos, los cereales son sensibles a la eficiencia de fosforo, especialmente en las primeras etapa de desarrollo, requieren mayor cantidad de fosforo en comparación con el nitrógeno.

3.6.4.3 Potasio:

Alvarado (1968), indica que la fertilización potásica en cultivos es importante para el control de heladas, de la misma forma, varios investigadores han aprobado la influencia de potasio sobre las plantas para resistir las bajas temperaturas, sin embargo con altas dosis de nitrógeno y potasio pueden hacer que los tejidos de las plantas sean más susceptibles a los daños causados por la helada.

3.7. Variedades

Allard, (1975), menciona que la introducción de variedades mejoradas importadas de otras zonas cumple la misma finalidad que la obtención de variedades superiores en programas de mejoramiento.

Según Meier (1978) un método de mejoramiento genético por introducción es la selección cualitativa, si se eligen de entre una población mixta, solamente aquellos individuos que se asemejan al máximo al tipo ideal que se persigue entonces se está llevando a cabo una selección cualitativa positiva.

Chávez (1995), menciona que la introducción de germoplasma se puede considerar como un método indirecto de mejoramiento de plantas. a donde quiera que haya ido el hombre ha llevado siempre consigo sus semillas o plantas, y este transporte de materiales ha sido fundamental en el desarrollo de la agricultura mundial. Casi la totalidad de las variedades introducidas por los colonizadores e inmigrantes fueron muy heterogéneas, característica que les proporcionaba una gran flexibilidad de adaptación

3.8. Valor Nutritivo de la Avena

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

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

Cuadro 1 Composición Química de la Avena Forrajera (verde)

Agua %	Ms %	Proteína Digestible %	Gasa %	ELN %	Fibra %	Cenizas %
82 - 88	17 - 18	1,7 – 2, 0	0,4 – 0,6	8,8 – 9,5	5,8 – 6,5	1,6 – 1,7

Fuente: Juscafresca (1980).

Tapia (1984), señala que el objetivo de la producción forrajera no es simplemente producir en gran volumen el forraje, sino al mismo tiempo es satisfacer los requerimientos nutricionales de los animales que lo consumen; por tal razón, la determinación del valor nutritivo de los forrajes es parte integrante de todo programa de investigación forrajera.

3.9. Materia Orgánica

La FAO (1990), indica que los abonos orgánicos no solo son valiosos porque aportan algunos nutrientes a las plantas, sino también porque mejora la estructura del suelo, permitiendo así almacenar la humedad, regular su temperatura para que de esta manera exista un mayor desarrollo de las raíces de las plantas.

Fassbender (1978), indica que la materia orgánica está constituida por los compuestos de origen biológico que se presentan en el suelo por los compuestos de origen animal o vegetal, la fuente originaria de la materia orgánica son los restos animales y vegetales que depositan en el suelo que están constituidos por los organismos vivos (flora fauna).

3.10. Composición Química del Estiércol

James (1980), menciona que la composición química del estiércol, varía fundamentalmente en torno a tres factores principales: dieta animal, contenido de humedad, edad y composición del abono, como se observa en el cuadro N° 2.

Cuadro 2 Composición Química del Estiércol

Clase de animal	Humedad %	Contenido (kg/ha)		
		N	P	K
Ganado ovino	65	14	2,1	10
Ganado ovino de engorde	80	7	2	4,5
Ganado bovino lechero	79	5,6	1	5

Fuente: Quino (2006)

El mismo autor manifiesta que el estiércol expuesto al aire por mucho tiempo es muy probable que el nitrógeno se pierda como gas NH_4 , de igual manera el potasio debe ser protegido de las lluvias o corrientes de agua debido a que este elemento se halla en estado soluble y el exceso de agua produce un lavado de este fertilizante.

Cuadro 3 . Estiércol de Ovino expuesto a las condiciones climáticas

Tipo de animal	% Humedad	% de N	% de P₂O₂	% de K₂O	% de CaO	% MgO
Ovinos	65	1.45	0.50	0.13	1.75	0.70

Fuente: Quino (2006)

3.11. Rendimiento de Materia Seca

Gutiérrez (1989), menciona que al comparar líneas y variedades de avena en producción de materia seca, semilla, precocidad y resistencia a la roya, en Quillacollo, Cochabamba, con variedades; Texas ceño; gaviota y otras líneas 136 y 104 obtuvo rendimientos satisfactorios superiores a 6.000 kg. de MS/ha.

Mamani (1997), menciona que el peso de materia seca es utilizado en vez de la materia fresca, por los problemas que presenta en el contenido de agua que puede ser variable en la cosecha.

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

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

Prieto et al. (1990), señala que en estudios de variedades de avena forrajera en seis diferentes localidades cada una con distintas características, determino que la variedad gaviota tuvo un rendimiento promedio de 9.45 t/ha de materia seca, el mismo autor señala que en un ensayo comparativo de variedades de avena forrajera realizada en la región del altiplano (Qorpa, zona sub húmeda) se obtuvo los rendimientos de materia seca la variedad Gaviota alcanzo 12.7 t/ha, en San Andrés de Machaca (zona semiárida) la variedad Gaviota con 3.4 t/ha y en Patacamaya la misma variedad con 2 t/ha.

Gutiérrez (1987), señala que el centro de Investigaciones forrajeras "La Violeta" muestra, rendimientos en Materia Seca (Cuadro 4) de algunas variedades de avena:

Cuadro 4. Rendimiento en Materia Seca de variedades de la Avena

Variedad	T/ms/ha	Variedad	T/ms/ha
SEFO 1	6.82	POL	5.81
HEDUIG	6.95	VELI	5.7
GAVIOTA	6.17	L-69	5.39
TITUS	5.98.	ALDEN	5.26

Fuente: Gutiérrez (1987).

Gutiérrez (1988), El mismo autor en otro estudio en la variedad Gaviota obtuvo un valor de 7,5 T/ms/ha, al mismo tiempo en la Violeta (Valle Central) y Pampamanta (Valle Alto) de Cochabamba registro un promedio de la misma variedad con 6,17 t/ms/ha.

Existen varios trabajos realizados en cuanto a rendimiento de materia seca por hectárea, por ejemplo los realizados por Prieto y Alzerreca (1992) resumen en el Cuadro 5, los rendimientos en t/ms/ha de variedades de avena en tres localidades del Altiplano.

Cuadro 5. Rendimiento de Materia Seca por Hectárea en tres localidades del Altiplano.

Variedad	Patacamaya	San Andrés	Qorpa
SEFO 1	1.83	2.26	11.51
GAVIOTA	2.00	3.4	12.7
TEXAS	1.8	2.55	9.48
ROTEMBURGER	1.75	1.93	8.3
L-85/97	1.32	1.50	11.38

Fuente: Prieto y Alzerreca (1992)

Lobatón (2001) propone un cuadro de comparaciones de rendimientos de materia seca en t/ha en varias localidades y años, trabajos realizados en Patacamaya, San Andrés y Corpa (Alzerreca y Prieto, 1990), tesis realizada en Choquenaira (Quispe, 1999), evaluación en Patacamaya (Arandia, 1986), tesis realizada en la localidad de Kallutaca (Calderón, 1995) y Calamarca (Lobaton, 2001), Cuadro N° 6.

Cuadro 6. Comparación de Rendimientos en T/ms/ha obtenidos en Avena Forrajera en diferentes localidades y años.

Variedad	Patacamaya	San Andrés	Corpa	Choquenaira	Patacamaya	Kallutaca	Calamarca
Gaviota	2.00	3.4	12.9	7.25			13
Águila	1.32	1.5	11.38	7.98			
Texas	1.8	2.55	9.48			6.2	
SEFO-1	1.83	2.26	12.00				
Litoral					11.7		

Fuente: Lobaton (2001)

3.12 Producción de Avena Forrajera

Uno de los aspectos de mayor consideración de la avena forrajera es el momento oportuno de corte, y deben estar directamente relacionadas con la calidad y la cantidad de forraje producido.

Según Espinoza (1995), la composición química de la avena varía en sus distintos estados de desarrollo de 28.4% en el primer mes a 2.4% en el octavo mes. Es decir, a medida que madura la planta aumenta el contenido de materia seca, fibra y los elementos no nitrogenados, pero disminuye el contenido de proteína, grasa y cenizas.

Meyer citado por Leal (1979), menciona que se han obtenido evidencias de que la mayor proporción de proteína cruda, cenizas, fósforo y calcio se presentan cuando la planta está en estado de floración, y recomienda cosechar en este estado cualquiera sea su utilidad; también indica que los nutrientes digestibles en el forraje de avena, decrece lentamente desde un 68% en estado de floración, a un 50% en estado de leche y estado masoso.

CIF – SEFO – UMSS, (2010), El momento oportuno de cosecha del forraje para la evaluación en una investigación, debe estar relacionado con el desarrollo fisiológico de la planta, para esto se ha establecido que el mejor momento de corte es cuando se observan en las parcelas de un 10% al 15% de emergencia de las panojas. Además, es necesario eliminar por efecto de bordura los surcos de los extremos y las cabeceras de las parcelas, el rendimiento de la variedad gaviota tiene un rendimiento de 7.87 t/ha/año.

3.13 Análisis de Crecimiento

Morales citado por Ticona, (2006), señalan que el análisis de crecimiento ayuda a describir las condiciones morfológicas de las plantas en diferentes intervalos de tiempo entre dos fases sucesivas y la capacidad de asimilación de nutrientes en la planta, la cual evaluada a través de la acumulación de materia seca

Lira (1994), menciona que un análisis de crecimiento denota un aumento en volumen masa y peso (ya sea fresca o seco). Cada parámetro describe algo diferente y rara vez hay relación simple entre ellos en un organismo en crecimiento.

El mismo autor menciona que, muchas plantas presentan una curva de crecimiento bastante diferente, una fase u otra puede intensificarse o suprimirse, y la tasa de crecimiento puede fluctuar notablemente al paso del tiempo, presentando inflexiones, mesetas y agudas pendientes, pero tales variaciones se deben generalmente a los eventos del desarrollo y resultan difíciles tratar en términos matemáticos simples.

Bidwell, citado por Auza (2003), menciona que la curva típica de crecimiento de una planta anual puede dividirse en tres fases: fase inicial (donde el crecimiento es vegetativo en su mayoría), fase lineal o de complemento (el crecimiento sigue una función lineal y en esta fase es donde se acumula la mayor cantidad de materia seca), fase de madurez y senectud / en esta fase el crecimiento es diferente).

4. MATERIALES Y METODOS

4.1 Localización

El presente estudio se llevo a cabo en los predios de la Estación Experimental de Choquenaira dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés. Ubicada en la zona de transición entre el altiplano central y norte, geográficamente se encuentra ubicado a 8 km al sur de la ciudad de Viacha provincia Ingavi de la ciudad de La Paz, aproximadamente a 32 km, al sur oeste de la ciudad de La paz, a 16°42' 5" de Latitud Sur y 68°15'54" de Longitud Oeste con una altitud de 3900 m.s.n.m.

4.2 Características de la zona

4.2.1 Clima

El clima circundante a la Estación Experimental de Choquenaira se caracteriza por la presencia de un invierno seco y frecuentes heladas con una duración aproximada de seis meses, esta situación limita el periodo de crecimiento de los cultivos. La temperatura registrada mínima promedio durante el estudio realizado

es de 2°C y una máxima promedio de 25°C, precipitación anual de 500 mm, (Choquenaira 2010).

4.2.2 Vegetación

La zona se caracteriza por la existencia de especies nativas de tipo herbáceo que en gran número pertenecen a la familia de las poaceas, existen también otras especies, que generalmente se presentan en la época de lluvia, entre ellos se tiene:

Chenopodium sp (quinua silvestre o ajara)

Erodium cicutarium (reloj reloj)

Bromus catarticus (cebadilla)

Solanun sp (papa silvestre)

Taraxacum officinalis (diente de león)

Stipa ichu (paja brava)

Maslu astrum (Kcora)

Distichlis umulis (chiji)

4.2.3 Características del suelo experimental

El suelo en que se llevó a cabo el ensayo tiene las siguientes características:

- Es un suelo de origen aluvial reciente, incluye deposiciones aluvio-coluviales con partículas finísimas producto de la meteorización.
- La textura del suelo es franco arcilloso a arcillo limoso
- La estructura es bloque subangular, moderadamente fuerte y medianamente duro en seco. El subsuelo-presenta consistencia medianamente adherente en mojado muy friable en húmedo y ligeramente duro en seco.

- El pH en el suelo es moderadamente alcalino a fuertemente alcalino (>7,6 y < 9) el horizonte inferior presenta valores neutros a moderadamente alcalinos (>6,6 y < 8). La densidad aparente en el suelo es muy baja de 0,81 y 0,96 gr/cc mientras que el subsuelo presenta valores mayores a la unidad. La permeabilidad en el suelo es lenta (< 0,5 cm/hr).
- Los suelos presentan una profundidad efectiva de 25 a 32 cm considerando muy delgado de formación aluvial, fácil de trabajar y que responden adecuadamente a la incorporación de materia orgánica e inorgánica (Callisaya 1994).

4.3 Materiales

4.3.1 Material Genético Introducido

El material genético introducido para el presente estudio consta de tres variedades de avena Águila Gaviota y Texas, esta semilla fiscalizada se obtuvo de SEFO-SAM Cochabamba, las variedades cual se caracteriza por tener un ciclo corto de 90 días promedio tolerante a sequías, se adapta a suelos con escasa fertilidad, se comporta mejor en suelos alcalinos no requiere de una preparación rigurosa del terreno, con una densidad de 80 kg/ha para altiplano y 90 Kg/ha para valles, las variedades utilizadas en estudio son:

Variedad Águila: según la procedencia es una variedad con alta productividad, y de adaptación especialmente en valles y en zonas frías y húmedas. Se cultiva desde los 2000 a 4500 msnm, según el etiquetado son resistentes a heladas.

Variedad Gaviota: Según la procedencia es una variedad con alto rendimiento con un ciclo vegetativo corto, resistente a heladas según investigaciones se adapta muy bien a la zona del altiplano.

Variedad Texas: Según su procedencia con un buen rendimiento, de ciclo corto. Resistente a periodos de helada.

4.3.2 Materiales y equipo de campo

- Tractor agrícola con sus implementos

Material de campo

- Estacas
- Picotas y ratillo
- letreros
- marbetes
- flexo metro
- Sobres de papel
- Hoces
- Cámara fotográfica
- Wincha

Material de escritorio

- libro de campo
- lápices y bolígrafos
- cámara fotográfica

Material de laboratorio

- Balanza de precisión (0.1gr)
- mufla:
- balanza de precisión (0.01 gr)
- Sobres de papel

Insumos

Abono de ovino

4.4 Metodología

4.4.1 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue Bloques Completos al Azar con arreglo en Parcelas Dividas con el factor materia orgánica en parcela principal y las variedades en subparcela de acuerdo al siguiente modelo (Rodríguez del Ángel, 1991).

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \varepsilon_{ij} + \gamma_k + (\alpha * \gamma)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Observación cualquiera

μ = Media general de experimento

β_j = Efecto del k-ésimo bloque

α_i = Efecto de la i-ésimo nivel de materia orgánica

ε_{ij} = Error de la parcela principal

γ_k = Efecto de la j-ésima variedad

$(\alpha * \gamma)_{ik}$ = Efecto de interacción de la i-ésimo nivel de Materia orgánica por la j-ésima variedad.

ε_{ijk} = Error experimental

4.4.2 Factores de estudio

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

Factor A: niveles de fertilización orgánica (Abono de ovino)

$a_1 = 0$ kg/ha

$a_2 = 15$ kg/ha

$a_3 = 30$ kg/ha

Factor C: variedades de avena

c_1 = Águila

c_2 = Gaviota

c_3 = Texas

4.4.3 Tratamientos

Se establecieron los tratamientos tomando en cuenta la existencia de tres variedades de avena y tres niveles de fertilización orgánica dando un total de nueve tratamientos.

Tratamientos	Descripción
$T_1 = a_1 c_1$	0 t/ha de implantación abono en la variedad Águila
$T_2 = a_1 c_2$	0 t/ha de implantación abono en la variedad Gaviota
$T_3 = a_1 c_3$	0 t/ha de implantación abono en la variedad Texas
$T_4 = a_2 c_1$	15 t/ha de implantación abono en la variedad Águila
$T_5 = a_2 c_2$	15 t/ha de implantación abono en la variedad Gaviota
$T_6 = a_2 c_3$	15 t/ha de implantación abono en la variedad Texas
$T_7 = a_3 c_1$	30 t/ha de implantación abono en la variedad Águila
$T_8 = a_3 c_2$	30 t/ha de implantación abono en la variedad Gaviota
$T_9 = a_3 c_3$	30 t/ha de implantación abono en la variedad Texas

4.4.4 Características del área experimental

Dimensiones del área experimental

Área total del ensayo	675 m ²
Área de bloque	202 m ²
Numero de bloques	3
Parcela grande	67.5m ²
Parcela pequeña (tratamiento)	22.5 m ²
Ancho de pasillo entre bloques	1.00 m
Área de tratamiento	22.5m ²
Número de tratamientos	9
Número de repeticiones por tratamiento	3
Número de surcos por tratamiento	12
Largo de las unidades experimentales	7.5m
Ancho de las unidades experimentales	3m
Efecto de bordura	0.50m
Ancho de los pasillos	0.50m
Área útil por unidad experimental	26 m ²

4.5 Desarrollo del ensayo

4.5.1 Análisis del Suelo

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

4.5.2 Preparación del Terreno

En la preparación del área experimental se utilizó un tractor agrícola con un arado de tres discos, posteriormente se realizó el rastreado realizó dos pasadas.

4.5.3 Incorporación de Materia Orgánica (estiercol de ovino)

En función al diseño experimental planteado se realizó la incorporación de materia orgánica al suelo para ello se utilizó tres niveles de materia orgánica de: nivel 0 t/ha, nivel 15 t/ha y 30 t/ha distribuidos en tres partes de acuerdo al diseño experimental, posteriormente el abono fue mezclado y nivelado con la ayuda de rastrillos para la siembra.

4.5.4 Siembra

La siembra se realizó en surcos de forma manual. La semilla se deposito a chorro continuo con una densidad de 90 kg/ha, Se abrieron 12 surcos por unidad experimental cada uno con una separación de 25 cm.

4.5.5 Labores Culturales

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

4.5.6 Registro Climáticos

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

4.5.7 Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual con la ayuda de hoces y una balanza de 50 kg para el pasado de la fitomasa realizando a la vez la última evaluación de campo, la cosecha se realizó en el estado fenológico de floración en las dos variedades águila y gaviota la variedad Texas se cosechó en estado de grano lechoso debido a que se presentaron las primeras heladas.

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

4.5.8 Variables de Respuesta

4.5.8.1 Altura de planta a la cosecha del forraje

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

4.5.8.2 Número de Macollos

Esta variable se evaluó contando los macollos que emergieron en cada planta, desde la emergencia hasta que se estabilizó el número de macollos parámetro que se evaluó en diez plantas por cada unidad experimental haciendo un total de 270 plantas.

4.5.8.3 Días al Macollamiento

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

4.5.8.4 Días a la Floración

Esta variable se evaluó cuando el 50% de las variedades presentaron una floración casi homogénea.

4.5.8.5 Días al estado de grano lechoso

Este se evaluó en días a partir de la siembra y se lo hizo junto con la cosecha de forraje, en algunas variedades que sufrieron acame esta fase no se pudo evaluar, solo se evaluó como forraje hasta donde llegó su desarrollo.

4.5.8.6 Rendimiento de la Materia Seca

Para evaluar este parámetro se procedió a sacar muestras de dos plantas con una altura promedio por unidad experimental cada 15 días para su peso en Kg de materia verde en una balanza analítica y posterior determinación de materia seca, de esta manera se procedió en todo el desarrollo del cultivo.

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

4.5.8.7 Relación Hoja / Tallo

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

4.5.9 Análisis de Costos Parciales

En este caso se comparó la aplicación de niveles de materia orgánica y bajo las siguientes formulas:

4.5.9.1 Beneficio Bruto

$$BB = R \times P$$

Dónde: BB = Beneficio Bruto

R = Rendimiento

P = Precio del producto ajustado

4.5.9.2. Beneficio neto o utilidad del cultivo

$$BN = BB - TC$$

Dónde: BN = Beneficio neto

BB = Beneficio Bruto

TC = Total costos variables de producción

Tasa de retorno marginal (T.RM = %)

$$(BN_1 - BN_2 / CV_1 - CV_2) * 100$$

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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

5.1 Precipitación.

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

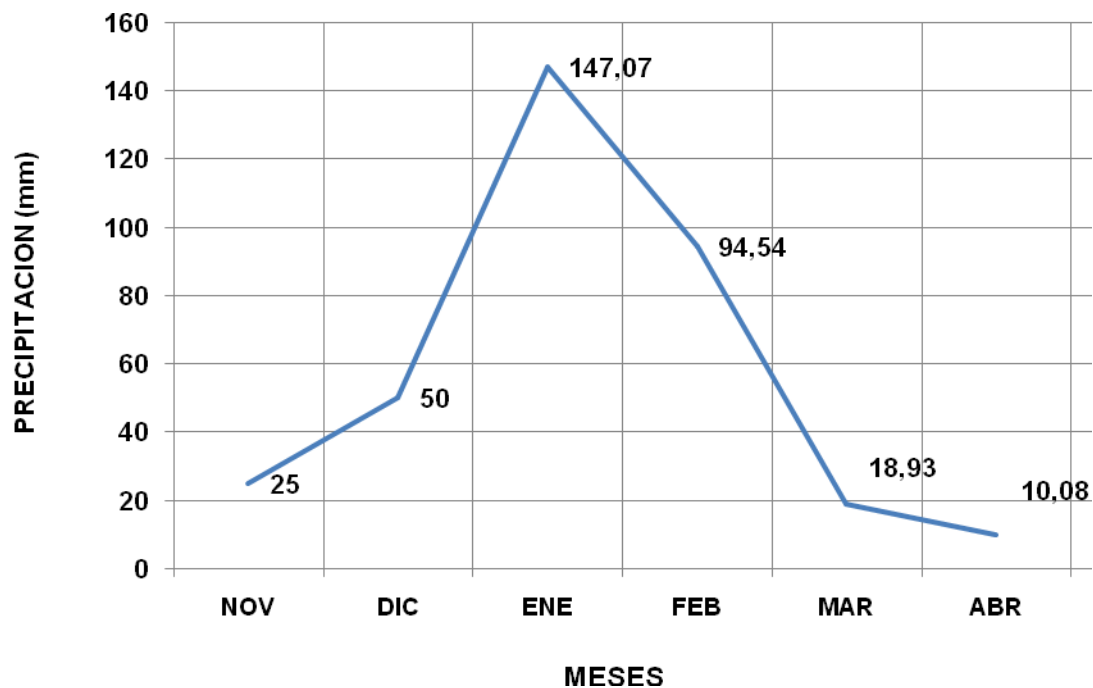


Gráfico 7. Precipitación Media Mensual registrada en el periodo de estudio en milímetros.

En el gráfico 1, se presenta las precipitaciones ocurridas durante el ciclo de cultivo observándose que en el mes de diciembre hubo una precipitación relativamente baja en comparación al mes de enero en este mes hubo mayor concentración de

147.07 (mm) de precipitación, para el mes de febrero la precipitación fue de 94.54 (mm) favoreciendo el desarrollo del cultivo debido a que el cultivo se encontraba en un estado de macollamiento para su posterior floración.

Para el siguiente mes se registro menor precipitación, reduciendo a 18.93 a 5.08 y 2 mm, bajas en comparación al mes de enero y febrero, afectando el desarrollo del cultivo, para estos últimos meses se tuvo un déficit de humedad en el suelo esto afecto un mayor crecimiento del cultivo debido a que se encontraba en la fase de floración, en esta fase aun el cultivo no había terminado el crecimiento.

Los resultados obtenidos durante el periodo de estudio se encuentran dentro el rango de precipitación anual correspondiente a la región.

5.2 Temperatura

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

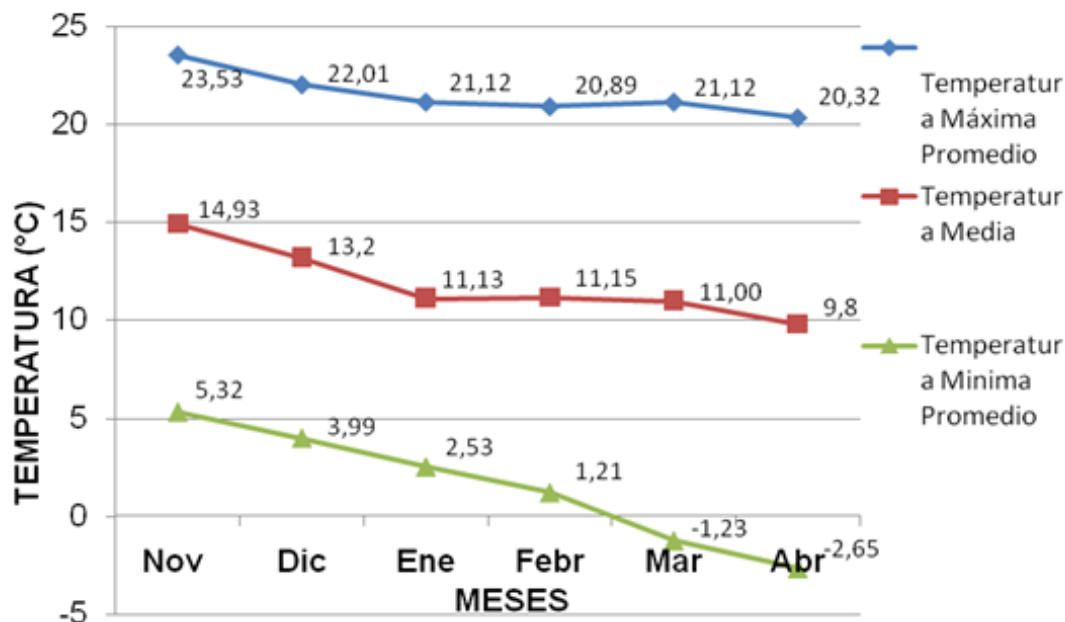


Gráfico 8. Temperaturas Mínimas, Máximas y Media mensual registradas en la zona de estudio en grados centígrados (°C).

En el gráfico 2, se observa que las temperaturas más altas registradas durante el periodo de estudio fueron los meses de noviembre y diciembre, alcanzando valores entre los 23 y 22 °C, seguido de los meses de mayo febrero y marzo.

Las temperaturas promedios registrados fueron alrededor de 14°C para el mes de noviembre, posteriormente manteniendose en 11°C para los meses enero febrero y marzo, para el mes de abril fue de 9.8°C. Las temperaturas minimas registradas fueron de 5.32 para el mes de noviembre bajando hasta un promedio minimo de -2.65°C para el mes de abril el cual afecto en el cultivo debido a que aun el cultivo se encontraba en etapa de floracion la variedad gaviota.

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

Los resultados de temperatura media obtenida durante el periodo de estudio se encuentran dentro de requerimiento del cultivo de avena y el rango anual correspondiente a la región.

Al respecto Mariscal (1992), indica que las temperaturas bajas retardan el desarrollo de las plantas, mientras que las temperaturas altas en un cierto límite aceleran o acortan el ciclo vegetativo de las plantas.

5.3 Suelos

Los suelos de Choquenaira, el lugar donde se realizó el estudio, son de origen aluvial reciente, incluyen depósitos aluvio - coluviales, con deposiciones finas.

Los suelos presentan una capa arable efectiva de 30 a 50 cm, considerados apto para la agricultura, por lo menos para el cultivo de forraje. Son fáciles de trabajar y

responden fácilmente a la incorporación de materia orgánica.

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

Cuadro 7 análisis de laboratorio

En el cuadro 7 se muestra análisis químico según, norma internacional en sus siglas en ingles (ISRIC) se realizo el siguiente análisis:

Parámetro	Método	Unidad	Limite de determinación	LAV 3 3 - 3
PH acuosos	ISRIC 4		04-abr	6,6
Conductividad eléctrica	ASPT 6	μS/cm	1	230
Nitrógeno Total	ISRIC 6	%	0,0014	0,18
Fosforo Disponible (P)	ISRIC 14-3	p/mg*kg-1	1,5	92
Carbón Orgánico	ISRIC 5	%	0,06	1,8
Materia Orgánica	ISRIC 5	%	0,1	3,1
sodio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,00083	0,14
Potasio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,0053	1,4
Acidez intercambiable	ISRIC 11	cmolc/kg	0,05	< 0,050
Carbonatos	ISRIC 13-61	Cualitativo	-	Ausente
Textura				
Arena	DIN 18 123	%	2,5	44
Limo	DIN 18 123	%	1,1	31
Arcilla	DIN 18 123	%	1,1	25
				Franco

Fuente: análisis de laboratorio instituto de ecología - UMSA

De acuerdo al siguiente cuadro 7 se muestra que el suelo al inicio del ensayo presento un pH de 6.6 al inicio del ensayo. Al final el ensayo presentó un pH de 6.9 esto quiere decir que esta dentro de lo permisible. Respecto a la conductividad eléctrica, en principio presentó 230 μs/cm y al final del ensayo presentó 129 μs/cm, nitrógeno total a principio fue de 0.18 % al final 0.17%, el fosforo disponible a principio fue de 92 P/mg*kg⁻¹ y al final fue de 69 P/mg*kg⁻¹, en materia orgánica a principio del ensayo fue de 3.1% al final 3.1%, el potasio intercambiable a principio 1.4 cmolc/kg al final del ensayo fue de 1.5 cmolc/kg.

De acuerdo al análisis físico la textura es franco el porcentaje de arena presente a

principio del ensayo fue de 44% al final del ensayo fue de 47%, el porcentaje de limo a principio fue de 31% al final fue de 27%, y el arcilla a principio fue de 25% y al final del ensayo fue 26 % denominándose un suelo de textura franco en ambos casos.

Callisaya 1994, al respecto menciona que la textura del suelo en esta región es arcillo limoso y franco arcillo limoso, de estructura bloque sub angular, moderadamente fuerte a media, friable en húmedo y ligeramente duro en seco, el subsuelo presenta consistencia ligeramente adherente en mojado, muy friable en húmedo y ligeramente duro en seco, estas características esta dentro de los requerimientos del cultivo.

5.4 Variables Fenológicas

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

5.4.1 Días a la emergencia

La variable de días a la emergencia en el cultivo de avena bajo los diferentes niveles de fertilización orgánica para las tres variedades, se presentan a continuación.

Cuadro 8. Análisis de varianza, para días a la Emergencia.

Fuentes de Variación	SC	GL	CM	F _c	F _t	Sig.
Bloques	4,667	2	2,333	1,750	6.94	ns
Materia Orgánica	0,667	2	0,333	0,249	6.94	ns
Error (a)	5,333	4	1,333	0,800		
Variedades	0,889	2	0,444	0,267	3.88	ns
Materia orgánica por variedades	5,111	4	1,278	0,767	3.26	ns
Error (b)	20,000	12	1,667			
Total corregida	36,667	26				

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

CV=3.67%

El Cuadro 8 muestra el análisis de varianza para la variable días a la emergencia. El coeficiente de variación es de 3.67% el cual indica que los datos son confiables y el ensayo se realizó de acuerdo al cronograma establecido.

Asimismo, el análisis de varianza indica que no existen diferencias significativas entre bloques, para el factor materia orgánica y para variedades. Tampoco se encontraron diferencias significativas para la interacción Materia Orgánica por Variedades. Este resultado muestra que la emergencia de las variedades fue uniforme en todos los bloques y la materia orgánica no afectó a la emergencia.

Estos resultados de las variedades implementadas en campo emergieron en un promedio de 20 días esto debido a las condiciones de de humedad en el suelo y las características físico químicas. Sin embargo se debe considerar las condiciones de humedad del suelo y las características de humedad en el suelo.

Ochoa 2006, al respecto menciona que el promedio de emergencia para la variedad gaviota con la aplicación de abono de ovino fue de 13.5 días, y con la aplicación de abono de vacuno se tuvo un promedio de emergencia de 14 días.

Al respecto Cortés 2000, señala que la los días de emergencia fue de 20,5 días a en la variedad Gaviota en la localidad de Choquenaira y un promedio de 19 días en tres localidades, Belén, Choquenaira y Sallcopampa, siendo este número de días a la emergencia mucho mayor al presente, el siguiente trabajo que tienen un promedio general de 12 días a esta etapa.

5.4.2 Días al Macollamiento

En esta variable de días al macollamiento en el cultivo de avena bajo los diferentes niveles de fertilización orgánica para las diferentes variedades se presentan a continuación.

Cuadro 9. Análisis de varianza, para días al Macollamiento

Fuentes de Variación	SC	GL	CM	F_c	F_t	Sig.
Bloques	12,741	2	6,370	6,879	6.94	ns
Materia Orgánica	1,185	2	0,593	0,640	6.94	ns
Error (a)	3,704	4	0,926	0,286		
Variedades	3,630	2	1,815	0,560	3.88	ns
Materia orgánica por variedades	9,481	4	2,370	0,731	3.26	ns
Error (b)	38,889	12	3,241			
Total corregida	69,630	26				

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

Cv=1.57%

El Cuadro 9 muestra el análisis de varianza para la variable días al macollamiento. el coeficiente de variación es de 1.57% el cual indica que los datos son confiables y el ensayo se realizó de acuerdo al cronograma establecido.

Asimismo, el análisis de varianza indica que no existen diferencias significativas entre bloques, para el factor materia orgánica y para variedades. Tampoco se encontraron diferencias significativas para la interacción Materia Orgánica por Variedades. Este resultado muestra que la emergencia de las variedades fue uniforme en todos los bloques y la materia orgánica no afectó al macollamiento.

Al respecto Ochoa 2006 menciona que no se presentaron diferencias significativas para los niveles de materia orgánica por variedad, lo cual muestra que los datos analizados en dicha trabajo son aceptables de acuerdo a los días de macollamiento.

Por otro lado Troncoso 2013 menciona que los factores o condiciones que afectan al número de macollos son; las condiciones ambientales, temperatura, luz, fotoperiodo, agua y nutrientes, argumentando Bazán (2009) menciona que no se encontraron diferencia significativas en los días al macollamiento entre tiramiento entre variedades de avena forrajera.

5.4.3 Días a la floración

En esta variable de días a la floración en el cultivo de avena bajo los diferentes niveles de fertilización orgánica para las diferentes variedades se presentan a continuación.

Cuadro 10 Análisis de varianza, para días a la Floración.

Fuentes de Variación	SC	GL	CM	F _c	F _t	Sig.
Bloques	7,407	2	3,704	1	6.94	ns
Materia Orgánica	7,407	2	3,704	1	6.94	ns
Error (a)	14,815	4	3,704	0,161		
Variedades	73,185	2	36,593	1,588	3.88	ns
Materia orgánica por variedades	66,370	4	16,593	0,720	3.26	ns
Error (b)	276,444	12	23,037			
Total corregida	445,630	26				

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

Cv=2.04%

El Cuadro 10 muestra el análisis de varianza para la variable días a la floración. El coeficiente de variación es de 2.04% el cual indica que los datos son confiables y el ensayo se realizó de acuerdo al cronograma establecido.

Asimismo, el análisis de varianza indica que no existen diferencias significativas entre bloques, para el factor materia orgánica y para variedades. Tampoco se encontraron diferencias significativas para la interacción Materia Orgánica por Variedades. Este resultado muestra que la emergencia de las variedades fue uniforme en todos los bloques y la materia orgánica no afectó a la floración.

Cortez 2000 reporta la fase de floración en la variedad gaviota es mas tardía, a sí mismo informa que el promedio encontrado en tres localidades (Belén, Choquenaira y Sallcópampa) es de un promedio de 114 días.

Al respecto Quispe 1999 en un trabajo realizado en Choquenaira, reporta que la floración en la variedad Gaviota es más precoz, esta diferencia con respecto a las otras variedades en estudio se debe principalmente a la escasa precipitación durante el periodo de cultivo del mencionado trabajo.

5.4.4 Días al Grano Lechoso

En esta variable de días al grano lechoso en el cultivo de avena bajo los diferentes niveles de fertilización orgánica para las diferentes variedades se presentan a continuación.

Cuadro 11. Análisis de varianza, para días al Grano Lechoso.

Fuentes de Variación	SC	GL	CM	F _c	F _t	Sig.
Bloques	0,000	2	0,000	0	6.94	ns
Materia Orgánica	0,000	2	0,000	0	6.94	ns
Error (a)	0,000	4	0,000	0,000		
Variedades	130,889	2	65,444	0,650	3.88	ns
Materia orgánica por variedades	515,111	4	128,778	1,279	3.26	ns
Error (b)	1208,000	12	100,667			
Total corregida	1854,000	26				

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

Cv=7.90%

El Cuadro 11 muestra el análisis de varianza para la variable días al grano lechoso. El coeficiente de variación es de 7.9% el cual indica que los datos son confiables y el ensayo se realizó de acuerdo al cronograma establecido.

Asimismo, el análisis de varianza indica que no existen diferencias significativas entre bloques, para el factor materia orgánica y para variedades. Tampoco se encontraron diferencias significativas para la interacción Materia Orgánica por Variedades. Este resultado muestra que la emergencia de las variedades fue uniforme o similar entre tratamientos en todos los bloques y la materia orgánica no afectó a los días al grano lechoso.

Al respecto Villarroel 2000, de acuerdo al trabajo realizado reporta que a los 150 días la variedad gaviota reporta grano lechoso a diferencia de otras variedades reportaron a los 176 días; esto es debido a que la evaluación del presente trabajo se comenzó antes, debido a que se tuvo que evaluar el grano.

Cortéz 2000 en un trabajo realizado en 10 variedades de avena en diferentes localidades reporta un promedio de 120 días de grano lechosos, esta fase fenológica para la localidad de Choquenaira en un periodo de enero a mayo.

5.5 Descripción de Comportamiento Agronómico

A continuación se detallan los resultados obtenidos en campo, de todas las características agronómicas consideradas tales como: porcentaje de emergencia, altura de planta y número de macollos por planta la cuales fueron evaluadas estadísticamente.

5.5.1. Porcentaje de Emergencia

En esta variable de días a la emergencia en el cultivo de avena bajo los diferentes niveles de fertilización orgánica para las diferentes variedades se presentan a continuación.

5.5.1.1 Análisis de varianza para el Porcentaje de Emergencia.

El análisis de varianza para la variable porcentaje de emergencia bajo diferentes niveles de materia orgánica para las variedades de avena, se presentan a continuación.

Cuadro 12. Análisis de varianza para el Porcentaje de Emergencia.

Fuentes de Variación	SC	GL	CM	F _c	F _t	Sig.
Bloques	0,889	2	0,444	0,307	6.94	*
Materia Orgánica	26,000	2	13,000	9,0027	6.94	**
Error (a)	5,778	4	1,444	2,889		
Variedades	0,889	2	0,444	,889	3.88	ns
Materia orgánica por variedades	12,444	4	3,111	6,222	3.26	*
Error (b)	6,000	12	0,500			
Total corregida	52,000	26				

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

Cv=2.80%

El Cuadro 12 muestra el análisis de varianza para la variable de porcentaje de emergencia. El coeficiente de variación es de 2.80% el cual indica que los datos son confiables, el ensayo se realizó de acuerdo al cronograma establecido.

Asimismo, el análisis de varianza indica que existen diferencias significativas entre bloques, para el factor materia orgánica y para el factor variedades no existe diferencias significativas. Para la interacción Materia Orgánica por Variedades, también se encontraron diferencias significativas.

5.5.1.2 Comparación de los tratamientos para el factor materia orgánica y prueba de significancia Duncan al (5%).

Se realizó la prueba de comparación de medias de Duncan al 5 % de probabilidad ($\alpha=0.05$) para el factor materia orgánica, el cual se muestra en el cuadro 12.

Cuadro 13. Prueba de significancia Duncan (5%) para el porcentaje de emergencia.

Tratamiento	Promedio (%)	Comparación de Duncan (5%)
a ₃ (30 t/ha)	88.67	A
a ₂ (15 t/ha)	87.0	B
a ₁ (0 t/ha)	86.3	B

El Cuadro 13 muestra la prueba de duncan al 5% de probabilidad. Se puede apreciar que para el tratamiento a₃ que corresponde a 30 t/ha de materia orgánica, el porcentaje de emergencia fue de 88.6%, para 15 t/ha de materia orgánica se obtuvo un promedio de emergencia de 87% y para 0 t/ha se obtuvo un porcentaje de emergencia de 86.3 %, como se muestra en el cuadro.

No existen diferencias significativas para el porcentaje de emergencia de los tratamientos a₃ y a₂ con respecto al tratamiento a₁. Sin embargo, entre los tratamientos a₃ y a₂ no se encontraron diferencias significativas.

El contenido de materia orgánica permite retener la humedad en el suelo y hacerlo más suave y mullido. Por tanto, las plántulas puedan emerger más fácilmente que

en un suelo que no cuenta con materia orgánica. Al respecto, Conde (2003), menciona que al realizar una investigación el efecto de los niveles de materia orgánica en el cultivo de avena encontró diferencias significativas en la emergencia de los tratamientos estudiados, debido a que la materia orgánica en el suelo afecta la estructura y la porosidad del mismo, además del contenido de humedad en el suelo.

Al respecto Conde 2003, señala que la emergencia esta mayormente influenciada por las condiciones de humedad y la clase textural del suelo. Asimismo en la inicial, la planta depende de las reservas alimenticias de la semilla que son empleadas para la formación de los órganos que componen la plántula, para el desarrollo del sistema radicular y sus hojas verdaderas.

Se realizó el análisis estadístico utilizando la regresión de Materia orgánica y el Porcentaje de Emergencia, el cual se muestra en el gráfico 3.

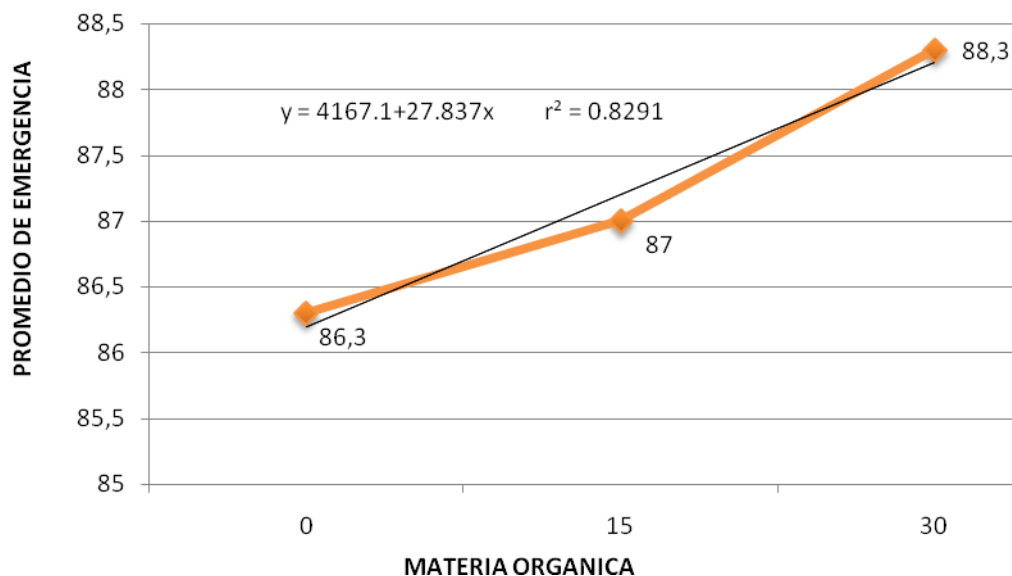


Gráfico 9. Regresión para Materia Orgánica y Porcentaje de Emergencia

El gráfico 3 muestra que a medida que la cantidad de materia orgánica se incrementa en el suelo el porcentaje de emergencia se incrementa en forma lineal. Según este análisis el coeficiente de correlación muestra que existe alta

correlación $r = 0.8291$, por tanto se puede aseverar que el porcentaje de germinación incrementará a medida que se incorpora materia orgánica al suelo. La ecuación de regresión muestra una pendiente $b_1 = 27,8$ positiva. Este valor indica que el porcentaje de emergencia se incrementa en 27.8% por cada 15 toneladas de materia orgánica incorporada al suelo.

El coeficiente de determinación es de $r^2 = 0.8291$ e indica que 82.9 % de la variación en el porcentaje de emergencia se debe a las variaciones en el incremento de materia orgánica al suelo y solo el 17.1% de la variación en el porcentaje de emergencia se debe a otros factores.

Este resultado se debe a que la materia orgánica mejora la retención de humedad en el suelo, permite mejor aireación e incrementa los micronutrientes, además mejora la estructura de los agregados del suelo y permite que las semillas puedan germinar con mayor rapidez por tanto la emergencia será mayor a medida que la materia orgánica se incrementa en el suelo.

Mamani Citado por Conde 2003, señala que la emergencia esta mayormente influenciada por las condiciones de humedad y la clase textural del suelo. Asimismo, en la etapa inicial la planta depende de las reservas alimenticias de la semilla que son empleadas para la formación de los órganos que componen la plántula. En seguida, el desarrollo del sistema radicular y de las hojas verdaderas, aceleran los procesos anabólicos dependientes de la fotosíntesis y se traducen en un rápido crecimiento Lira, 1994.

5.5.1.3. Análisis de Efectos Simples para la interacción entre Materia Orgánica por variedad de la variable porcentaje de emergencia.

Debido a que se encontró diferencias significativas en la interacción entre Materia Orgánica por Variedad se realizó el análisis para Efectos Simples de esta interacción la cual se presenta en el Cuadro No 13.

Cuadro 14. Análisis de la interacción entre Materia Orgánica por Variedad.

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)	Sig.
C (a ₁)	2	4,66	2,33	4,66	3,88	*
C (a ₂)	2	4,22	2,11	4,22	3,88	*
C (a ₃)	2	6,00	3,00	6,00	3,88	*
Error	12	6,00	0,50			

El cuadro 14 para el análisis de efectos simples de la interacción de materia orgánica por variedad para el Porcentaje de Emergencia de los diferentes tratamientos muestra que los efectos simples de las variedades en los diferentes niveles de materia orgánica no tienen significancia.

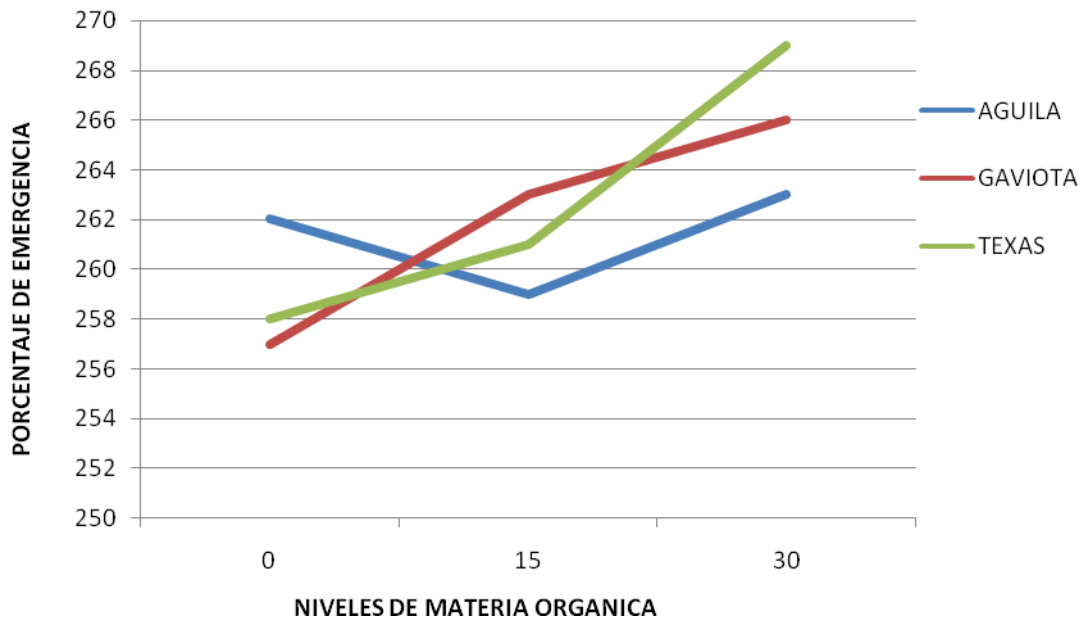


Gráfico 10 Análisis de efectos simples para la interacción Materia Orgánica Vs Variedades de la variable porcentaje de emergencia

En el Gráfico 4 se muestra que para el primer nivel de materia orgánica (0 t/ha) la variedad Águila muestra diferencias significativas respecto a las variedades Gaviota y Texas. Para el nivel de materia orgánica (15 t/ha) la variedad Gaviota muestra diferencias significativas respecto a las variedades Texas y Águila.

Finalmente, para el nivel de materia orgánica (30 t/ha) se encontró que la variedad Texas fue la de mayor porcentaje de emergencia, con un valor de 90% mostrando

diferencias significativas respecto a las variedades Gaviota y Águila que tienen 87.6 y 88.7 % respectivamente.

En síntesis se puede decir que, la variedad que mejor porcentaje de emergencia mostró fue la variedad Texas en el nivel de materia orgánica de 30 t/ha con un valor de 90%, seguido de la variedad Gaviota con un porcentaje de 88.7%. De esta manera, se puede recomendar la Texas con un nivel de abono orgánico de 30 t/ha como una alternativa tecnológica viable para la obtención de mayor porcentaje de porcentaje de emergencia.

Se puede aseverar que a medida que la materia orgánica se incrementa en el suelo, las propiedades de este cambian, principalmente la capacidad de retención de humedad y la porosidad lo cual permite un incremento en el porcentaje de germinación tal como muestran los resultados.

Al respecto Mamani citado por Conde 2003 señala que se puede indicar que la emergencia esta mayormente influenciada por las condiciones de humedad y la clase textural del suelo. Por otro lado en la etapa inicial, la planta depende de las reservas alimenticias de la semilla que son empleados para la formación de los órganos que componen la plántula.

5.5.2 Altura de Planta

El cuadro 14 presenta los promedios de altura de planta en (cm) por tratamiento, bajo diferentes niveles de materia orgánica para diferentes variedades de avena.

Cuadro 15. Análisis de varianza, para Altura de Planta.

Fuentes de Variación	SC	GL	CM	F _c	F _t	Sig.
Bloques	275,852	2	137,926	3,176	6.94	ns
Materia Orgánica	814,296	2	407,148	9,375	6.94	*
Error (a)	173,704	4	43,426	0,729		
Variedades	2,741	2	1,370	0,023	3.88	ns
Materia orgánica por variedades	23,481	4	5,870	0,099	3.26	ns
Error (b)	714,444	12	59,537			
Total corregido	2004,519	26				

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

Cv=7.44%

El Cuadro 15 muestra el análisis de varianza para la variable para altura de planta. El coeficiente de variación es de 7.44% el cual indica que los datos son confiables y el ensayo se realizó de acuerdo a un cronograma establecido.

Asimismo, el análisis de varianza indica que no existen diferencias significativas entre bloques, para el factor materia orgánica si existen diferencias significativas y para el factor variedades no existe diferencias significativas. Para la interacción Materia Orgánica por Variedades, tampoco se encontraron diferencias significativas. Este resultado muestra que para la altura de planta, no todo los bloques tuvieron un comportamiento uniforme entre bloques la materia orgánica afecto la altura de planta.

Cuadro 16. Prueba de significancia de Duncan (5%) para Altura de Planta por Materia Orgánica.

Se realizó la prueba de comparación de medias de Duncan al 5 % de probabilidad ($\alpha=0.05$) el cual se muestra en el cuadro 15.

Tratamiento	Promedio (cm)	DUNCAN (5%)
a ₃ (30 t/ha)	110.4	a
a ₂ (15 t/ha)	103.3	a
a ₁ (0 t/ha)	97.0	b

El Cuadro 16 muestra que, la prueba de Duncan al 5% de probabilidad, se puede apreciar que los tratamientos que se aplicó 30 t/ha de materia orgánica, el promedio de altura de planta es de 110.4 cm, para 15 t/ha de materia orgánica se tuvo un promedio de emergencia es de 103.3 cm y para 0 t/ha se obtuvo un promedio de altura es de 97.0 cm, como se muestra en el cuadro.

No existen diferencias significativas para el porcentaje de emergencia de los tratamientos a₃ y a₂ con respecto al tratamiento a₁.

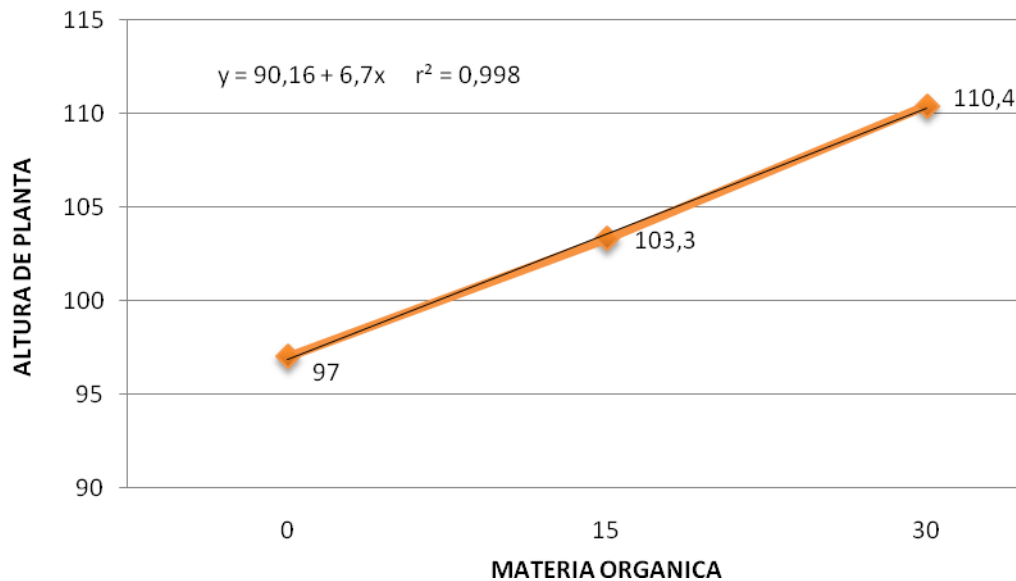


Gráfico 11. Regresión para Altura de Planta.

El gráfico 5 muestra que a medida que la cantidad de materia orgánica se incrementa en altura de planta en forma lineal. Según este análisis el coeficiente de correlación muestra que existe alta correlación $r = 0.998$, por tanto se puede aseverar que la altura de planta se incrementará a medida que se incorpora materia orgánica al suelo.

La ecuación de regresión muestra una pendiente $b_1 = 6.7$ positiva. Este valor indica que la altura de planta se incrementa en 2 % por cada 15 toneladas de materia orgánica incorporada al suelo. El coeficiente de determinación es de $r^2 = 0.998$ e indica que 99.8 % de la variación en altura de planta se debe a las variaciones en el incremento de materia orgánica al suelo y solo el 2 % de la variación en altura de planta se debe a otros factores.

Este resultado se debe a que la materia orgánica mejora aporta mayor cantidad de nutrientes, permite un mayor crecimiento de la planta, permite mejorar la fotosíntesis y mejorar el crecimiento en altura de planta.

Lobaton 2001, reporta en un estudio realizado en variedades de avena a secano y bajo riego la altura de planta al momento de cosecha de forraje fue de 170,1 cm

de altura con riego y 94,5 cm a seco, mostrando de esta forma que la altura es directamente proporcional con la disponibilidad de agua, que en comparación con el presente trabajo es uno de los factores favorables que influyo en la altura de planta.

Quispe 1999, reporta que en un estudio realizado en tres variedades de avena forrajera en la localidad de Choquenaira la avena alcanzo una altura de planta hasta la cosecha fue de 94,57 cm, demostrando nuevamente que la altura esta en directa relación con la disponibilidad de agua y materia orgánica.

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

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

5.5.3 Número de Macollos por Planta

A continuación se presenta los promedios de número de macollos en el cultivo de avena para los diferentes tratamientos de nivel de materia orgánica y para variedades.

Cuadro 17. Análisis de varianza, para Número de Macollos.

Fuentes de Variación	SC	GL	CM	F _c	F _t	Sig.
Bloques	2,889	2	1,444	5,194	6.94	ns
Materia Orgánica	6,000	2	3,000	10,791	6.94	ns
Error (a)	1,111	4	0,278	0,161		
Variedades	,667	2	0,333	0,194	3.88	ns
Materia orgánica por variedades	5,333	4	1,333	0,774	3.26	ns
Error (b)	20,667	12	1,722			
Total corregida	36,667	26				

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

Cv =12.05

El Cuadro 17 muestra el análisis de varianza para la variable para número de macollos. El coeficiente de variación es de 12.05% el cual indica que los datos son confiables y el ensayo se realizó de acuerdo a un cronograma establecido.

Asimismo, el análisis de varianza indica que no existen diferencias significativas entre bloques, para el factor materia orgánica no existen diferencias significativas y para el factor variedades tampoco se encontraron diferencias significativas. Para la interacción Materia Orgánica por Variedades, tampoco se encontraron significativas. Este resultado muestra que para la altura de planta, todos los bloques tuvieron un comportamiento uniforme entre bloques la materia orgánica no afectó de manera significativa a la altura de las plantas.

Se puede aseverar que a medida que la materia orgánica se incrementa en el suelo, las propiedades de éste cambian, principalmente la capacidad de retención de humedad y la porosidad lo cual permite un incremento en el porcentaje de germinación tal como muestran los resultados.

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

Por otro lado Quispe (1999), reporta mayor número de macollos en la variedad Águila y Gaviota con un promedio de 6.43 y 6.48 macollos por planta respectivamente.

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

Según Quispe 1999, la avena es una de las mejores macolladoras con 6.5 para la variedad Gaviota y para la variedad Águila con un promedio de 6.4 macollos por

planta, a comparación de la cebada y triticale es la que mayor número de macollos tuvo en el estudio.

Mattos 2001, indica que la influencia de nitrógeno, debilita el macollamiento de la gramíneas, reduce el periodo vegetativo, el contenido de proteínas, el crecimiento de las plantas y la cosecha es menor, fisiológicamente la influencia de la fertilización nitrogenada en el macollamiento de las plantas de avena se puede explicar de la siguiente manera; los niveles altos y adecuados de nitrógeno tiene una influencia muy importante en la actividad meristemática.

5.6 Descripción de Variables de Rendimiento

A continuación se detallan los resultados obtenidos en campo, de las variables de rendimiento consideradas tales como: materia verde por parcela, materia seca por parcela y rendimiento hoja/tallo las cuales fueron evaluadas estadísticamente.

5.6.1. Rendimiento de Materia Verde por Parcela

El cuadro 21 presentan los promedios de número de plantas por parcela de los nueve tratamientos de acuerdo al diseño experimental, bajo los diferentes niveles de materia orgánica empleado en campo.

Cuadro 18. Análisis de varianza, para Materia Verde por Parcela.

Fuentes de Variación	SC	GL	CM	F _c	F _t	Sig.
Bloques	86082,22	2	430411,11	2,85	0,96	0,97 ns
Materia Orgánica	3785164,22	2	1892582,11	12,53	4,11	0,00 **
Error (a)	1839720,22	4	459930,05	3,46		
Variedades	5690197,56	2	2845098,78	18,84	18,84	0,00 **
Materia orgánica por variedades	1044832,89	4	261208,22	1,73	17,30	0,21 ns
Error (b)	1811810,89	12	150984,24			
Total corregida	150325448	26				

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

Cv=8.47%

El Cuadro 18 muestra el análisis de varianza para la variable de número de plantas por parcela. El coeficiente de variación es de 8.47 % el cual indica que los datos son confiables y el ensayo se realizó de acuerdo a un cronograma establecido.

Asimismo, el análisis de varianza indica que no existen diferencias significativas entre bloques, para el factor materia orgánica existen diferencias significativas y para el factor variedades se encontraron diferencias significativas. Para la interacción materia orgánica por Variedades, no se encontraron diferencias significativas. Este resultado muestra que la materia verde por parcela, se tuvo dos diferencias significativas para el caso de materia orgánica y variedades no así para los bloques e interacción materia orgánica por variedades.

Cuadro 19. Prueba de significancia de Duncan (5%) para Materia Verde por parcela.

Se realizó la prueba de comparación de medias de Duncan al 5 % de probabilidad ($\alpha=0.05$) el cual se muestra en el cuadro 26.

Tratamiento	Promedio (t/ha)	DUNCAN (5%)
a ₃ (30 t/ha)	5111.67	a
a ₂ (15 t/ha)	4365.78	a
a ₁ (0 t/ha)	4276.56	b

El Cuadro 19 muestra que, la prueba de duncan al 5% de probabilidad, se puede apreciar que los tratamientos que se aplico 30 t/ha de materia orgánica, para el numero de plantas por parcela es de 5111.67 toneladas promedio, para 15 t/ha de materia orgánica se tuvo un promedio de 4365.78 toneladas promedio por hectárea, para 0 t/ha se obtuvo un promedio de 4276.56 toneladas por hectárea.

Existen diferencias significativas para materia verde, los tratamientos a₃ y a₂ con 5111,67 y 4365,78 toneladas promedio de materia verde respectivamente. Sin embargo, se encontraron diferencias significativas entre a₃ y a₂ respecto a₁ con 4276,55 toneladas promedio. Esto significa que a mayor cantidad de materia orgánica mayor materia verde, a mayor cantidad de materia orgánica aplicada

favoreciendo a las plantas.

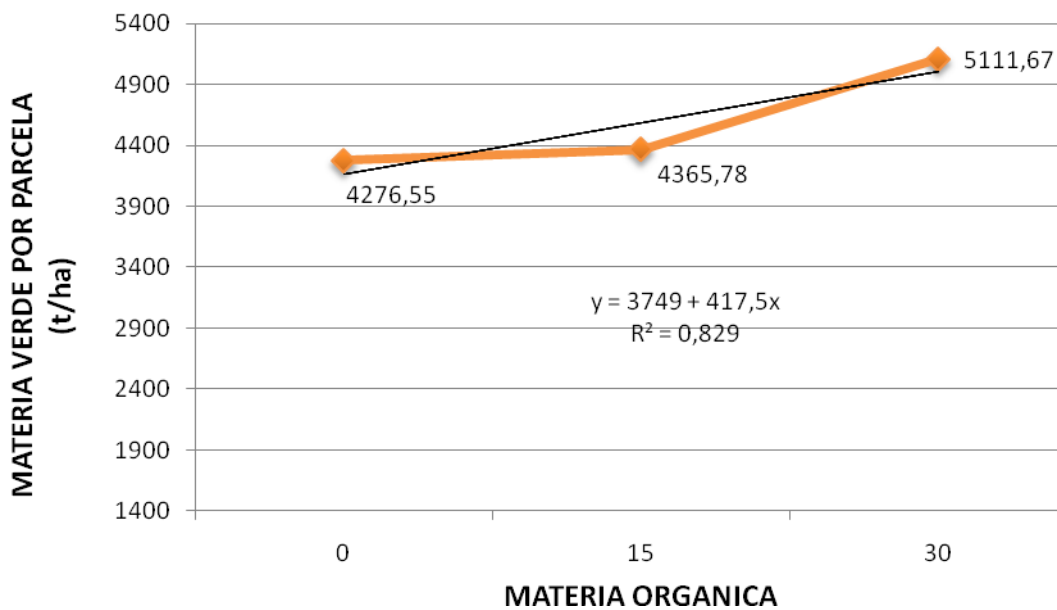


Gráfico 12 Materia Verde por Parcela, Materia Orgánica Vs Variedades

El gráfico 6 muestra que a medida que la cantidad de materia orgánica se incrementa en el suelo la materia verde por parcela se incrementa en forma lineal. Según este análisis el coeficiente de correlación muestra que existe alta correlación $r = 0.829$, por tanto se puede aseverar que la materia orgánica por parcela se incrementará a medida que se incorpora materia orgánica al suelo.

La ecuación de regresión muestra una pendiente $b_1 = 41,7$ positiva. Este valor indica que la materia verde por parcela se incrementa en 41.7 % por cada 15 toneladas de materia orgánica incorporada al suelo.

El coeficiente de determinación es de $r^2 = 0.829$ e indica que 82.9 % de la variación de materia verde se debe a las variaciones en el incremento de materia orgánica al suelo y solo el 17.1% de la variación en materia orgánica se debe a otros factores.

Este resultado se debe a que la materia orgánica mejora la cantidad de follaje y hojas en la planta y aporta mayor cantidad de nutrientes y la retención de

humedad en el suelo. En síntesis esto puede deberse a la incorporación de materia orgánica al suelo incrementó la materia verde por parcela de la especie en estudio.

5.6.2 Rendimiento de Materia Seca

El cuadro 24 presenta los promedios de materia seca por parcela de los nueve tratamientos de acuerdo al diseño experimental, bajo los diferentes niveles de materia orgánica empleado en campo.

Cuadro 20 Análisis de varianza, para Materia Seca por Parcela

Fuentes de Variación	SC	GL	CM	F _c	F _t	Sig.
Bloques	1460120,89	2	730060,44	21,24	13,23	0,00 **
Materia Orgánica	3633609,56	2	1816804,78	52,45	32,9	0,00 **
Error (a)	220662,22	4	55165,56	1,60		
Variedades	1007320,22	2	50366,11	14,65	1,46	0,00 **
Materia orgánica por variedades	274998,89	4	68749,72	2,00	1,21	0,16 ns
Error (b)	412532,89	12	34377,74			
Total corregida	7009244,67	26				

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

Cv=7.48%

El Cuadro 20 muestra el análisis de varianza para la variable de materia seca por parcela muestra que el coeficiente de variación es de 7.48 % el cual indica que los datos son confiables y el ensayo que se realizó de acuerdo a un cronograma establecido en campo.

Asimismo, el análisis de varianza indica que existen diferencias significativas entre bloques, para el factor materia orgánica existen diferencias significativas y para el factor variedades también se encontraron diferencias significativas. Para la interacción materia orgánica por Variedades, no se encontraron diferencias significativas. Este resultado muestra que la materia seca por parcela tuvo tres diferencias significativas para el caso de bloques materia orgánica y variedades no así para los bloques e interacción materia orgánica por variedades.

Cuadro 21 Prueba de significancia de Duncan (5%) para Materia Seca por Parcela.

Se realizó la prueba de comparación de medias de duncan al 5 % de probabilidad ($\alpha=0.05$) el cual se muestra en el cuadro 25.

Tratamiento	Promedio (t/ha)	DUNCAN (5%)
a ₃ (30 t/ha)	2925,77	a
a ₂ (15 n/ha)	2221,67	b
a ₁ (0 t/ha)	2090,22	b

El Cuadro 21 muestra que, la prueba de duncan al 5% de probabilidad, se puede apreciar que los tratamientos que se aplicaron de 30 t/ha de materia orgánica, parcela variable de materia seca por parcela es de 2925,77 toneladas de materia seca por parcela para 15 t/ha de materia orgánica se tuvo un promedio de plantas por parcela de 2221,67 toneladas de materia seca por parcela y para 0 t/ha se obtuvo un promedio plantas por metro cuadrado de 2090,22 toneladas de materia seca por parcela como se muestra en el cuadro.

No existen diferencias significativas para materia seca por parcela de los tratamientos a₃ y con 2925,77 kg de materia seca por parcela respectivamente. Sin embargo, se encontraron diferencias significativas entre a₃ y a₂ respecto a₁ con 222.167 Kg de materia seca por parcela, lo cual significa que a mayor cantidad de materia orgánica aplicada mayor será la materia seca por parcela.

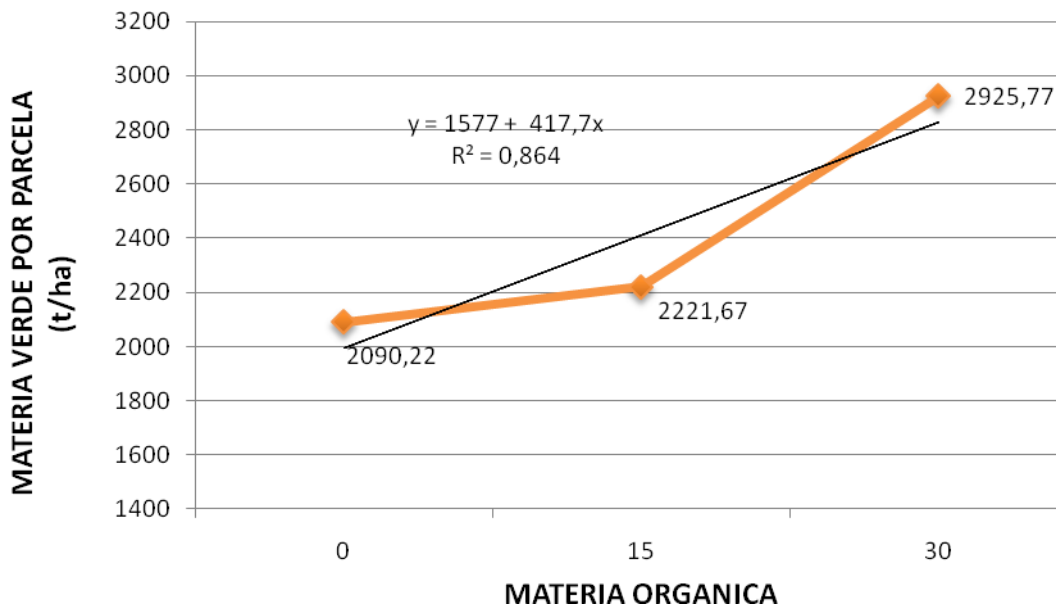


Gráfico 7 Materia Seca por Parcela, Materia Orgánica por Variedad

El gráfico 7 muestra que a medida que la cantidad de materia orgánica se incrementa en el suelo la materia seca por parcela se incrementa en forma lineal. Según este análisis el coeficiente de correlación muestra que existe alta correlación $r = 0.864$, por tanto se puede aseverar que la materia orgánica por parcela se incrementará a medida que se incorpora materia orgánica al suelo.

La ecuación de regresión muestra una pendiente $b_1 = 41,7$ positiva. Este valor indica que la materia seca por parcela se incrementa en 41.7 % por cada 15 toneladas de materia orgánica incorporada al suelo.

El coeficiente de determinación es $r^2 = 0.864$ e indica que 86.9 % de la variación en la materia seca se debe a las variaciones en el incremento de materia orgánica al suelo y solo el 17.1% de la variación en materia orgánica se debe a otros factores.

Este resultado se debe a que la materia orgánica mejora la cantidad de follaje y número de macollos en la planta el cual incrementa la cantidad de materia seca. En síntesis esto puede deberse a la incorporación de materia orgánica al suelo incrementó la materia seca por parcela de la especie en estudio.

Al respecto Prieto 1990, en un ensayo comparativo de forrajes anuales en tres localidades del altiplano (Patacamaya, San Andrés de Machaca y Qorpa) obtuvieron resultados similares en las variedades de avena en cuanto a materia seca, bajo la aplicación de fertilizantes.

Por otro lado Gutierrez 1999, en un estudio de avena en la variedad Gaviota obtuvo valores de 7,5 tn/Ms/ha. Asimismo, el mismo autor en el año (1987), en la localidad de La Violeta (valle central) y Pampamanta (valle alto) de Cochabamba registro un promedio menor de la misma variedad con 6,17 tn/ms/ha.

Lobaton 2001, en un ensayo con la variedad Gaviota informa un rendimiento en materia seca de 13 t/Ha en la localidad de Calamarca, valor que se aproxima al encontrado en el presente estudio que es de 15,5 t/Ha. para la variedad testigo.

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

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

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

Por otro lado Rodríguez 1999 menciona que cuando una planta experimenta un déficit de agua, hace que se cierren los estomas, con los cuales decrece la

absorción de dióxido de carbono, aspecto que determina la reducción de la fotosíntesis, influyendo en el crecimiento y desarrollo normal de la plantas.

5.6.3 Relación Hoja/Tallo

El cuadro 26 presenta los promedios de la relación de hoja tallo de los nueve tratamientos de acuerdo al diseño experimental, bajo los diferentes niveles de materia orgánica empleado en campo.

Cuadro 22. Análisis de varianza, para relación hoja tallo.

Fuentes de Variación	SC	GL	CM	F _c	F _t	Sig.
Bloques	5,749	2	2,874	10,158	138,36	0.003 *
Materia Orgánica	4,696	2	2,348	8,297	62,33	0.005 *
Error (a)	,842	4	0,211			
Variedades	3,236	2	1,618	5,717	32,68	0,018 *
Materia orgánica por variedades	1,389	4	0,347	1,227	1,554	0,350 ns
Error (b)	3,396	12	0,283			
Total corregida	19,307	26				

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

Cv= 6.17%

El Cuadro 22 muestra el análisis de varianza para la variable relación tallo hoja. El coeficiente de variación es de 6.17 % el cual indica que los datos son confiables y el ensayo se realizó de acuerdo a un cronograma establecido.

Asimismo, el análisis de varianza indica que existen diferencias significativas entre bloques, para el factor materia orgánica existen diferencias significativas y para el factor variedades también se encontraron diferencias significativas. Para la interacción Materia Orgánica por Variedades, no se encontraron diferencias significativas. Este resultado muestra que la relación tallo hoja, tuvo tres diferencias significativas para el caso de bloques materia orgánica y variedades no así para la interacción materia orgánica por variedades.

Se realizó la prueba de comparación de medias de Duncan al 5 % de probabilidad ($\alpha=0.05$) el cual se muestra en el cuadro 27.

Cuadro 23. Prueba de significancia de Duncan (5%) para Materia Orgánica.

Tratamiento	Promedio (kg)	DUNCAN (5%)
a ₃ (30 tn/Ha)	5,878	a
a ₂ (15 tn/Ha)	5,822	a
a ₁ (0 tn/Ha)	4,967	b

El Cuadro 23 muestra que para el tratamiento a₃ que corresponde a 30 t/ha de materia orgánica, la relación tallo hoja fue de 5,878 Kg, para el tratamiento a₂ que corresponde a 15 t/ha de materia orgánica se obtuvo un promedio de relación tallo hoja de 5,822 Kg y para a₁ que corresponde a 0 t/ha se obtuvo un promedio de relación tallo hoja de 4,967 Kg, como se muestra en el cuadro.

No existen diferencias significativas para la variable relación tallo hoja para los tratamientos a₃ y a₂ con respecto al tratamiento a₁. Sin embargo, entre los tratamientos a₃ y a₂ no se encontraron diferencias significativas.

El contenido de materia orgánica permite un mayor rendimiento de materia seca en este caso de la relación tallo hoja de acuerdo a las características del cultivo la materia orgánica permitió un mayor rendimiento de forraje, este caso a mayor cantidad de materia orgánica mayor cantidad se obtuvo mayor cantidad de hojas con mayor colorido a comparación de las parcelas con menor cantidad de materia orgánica.

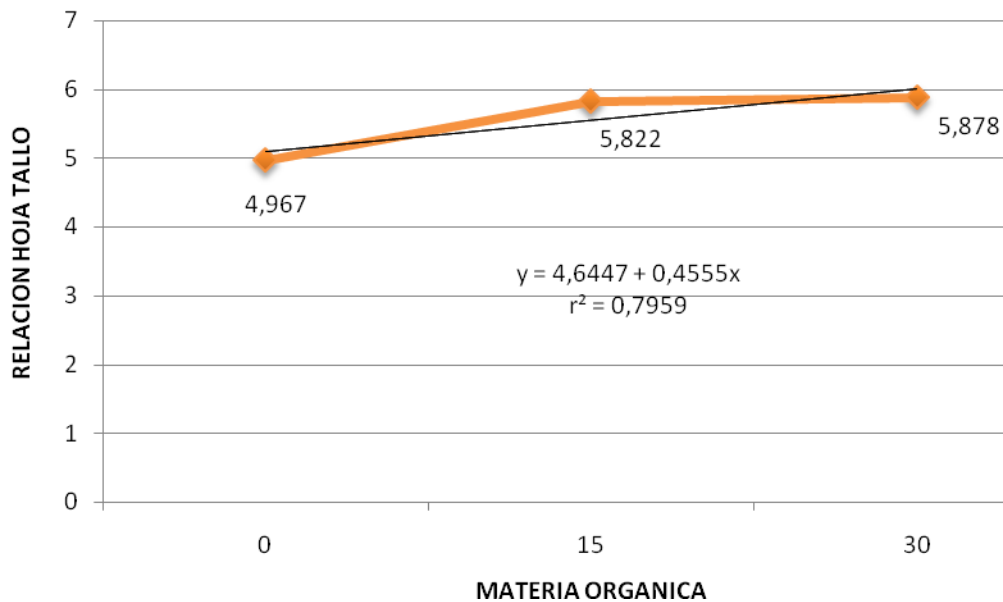


Gráfico 8 Relación hoja tallo por Parcela, Materia Orgánica por Variedad

El gráfico 8 muestra que a medida que la cantidad de materia orgánica se incrementa en el suelo la relación hoja tallo se incrementa en forma lineal. Según este análisis el coeficiente de correlación muestra que existe alta correlación $r = 0.795$, por tanto se puede aseverar que la materia orgánica por parcela se incrementará a medida que se incorpora materia orgánica al suelo.

La ecuación de regresión muestra una pendiente $b_1 = 0.45$ positiva. Este valor indica que la relación hoja tallo se incrementa en 0.45 % por cada 15 toneladas de materia orgánica incorporada al suelo.

El coeficiente de determinación es $r^2 = 0.795$ indica que 7.95 % de la variación en la materia seca se debe a las variaciones en el incremento de materia orgánica al suelo y solo el 20.0 % de la variación en materia orgánica se debe a otros factores.

QUISPE 1999, la relación hoja/tallo, el tallo tiene un mayor peso con un valor de 63% a diferencia de las hojas que alcanza un 37%, lo que significa que a mayor peso de talos menor será el peso de hojas, los cuales son menores al presente estudio.

5.7. Análisis de Costos Parciales

El análisis de costos parciales se presenta en el siguiente cuadro 31 en el cual se muestra los costos

5.7.1 Cálculo de Costos Parciales

El análisis económico que se presenta en el siguiente cuadro 24 en el cual se muestra el presupuesto parcial para todo el ensayo. En la primera columnas se muestran los tratamientos estas son el resultado de la combinación de tres variedades de avena con la aplicación de dos niveles materia orgánica y un testigo.

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

Cuadro 24. Análisis Económico

Tratamientos	Rendimiento Medio de MS (t/ha)	Rendimiento Ajustado (t/ha)	Beneficio Bruto (Bs/ha)	Costo Variable (Bs /ha)	Beneficio Neto (Bs/ha)
T2 (a1 b2)	17,96	8,98	3.951,9	115	3.836,9
T7 (a3 b1)	20,78	10,39	4.571,6	850	3.721,6
T1 (a1 b1)	14,73	7,37	3.241,3	900	2.341,3
T4 (a2 b1)	17,55	8,78	3.861,0	1000	2.861,0
T8 (a3 b2)	25,74	12,87	5.662,8	1065	4.597,8
T5 (a2 b2)	18,44	9,22	4.056,1	1215	2.841,1
T9 (a3 b3)	20,98	10,49	4.616,3	1280	3.336,3
T3 (a1 b3)	15,48	7,74	3.405,6	1330	2.075,6

En la cuarta columna se presenta los beneficios brutos de campo, que se obtuvo de los rendimientos ajustados por el precio de venta de forraje; es así que se obtuvo un mayor beneficio bruto con el tratamiento que presentó mayor

rendimiento en el T₂ de 15 Kg de Materia Orgánica por parcela, siendo el precio de venta para todos los tratamientos Bs.20 por qq lo que equivale a 0.80 Bs/kg

En la siguiente columna se observa el total de los costos variables para cada tratamiento para ello se tomo en cuenta los costos que varían por cada tratamiento que en el caso de los tratamientos sin aplicación de materia orgánica se realizo la depreciación del mismo.

En la última columna se muestra el beneficio neto para cada tratamiento donde se puede apreciar que el máximo beneficio neto se obtuvo con el tratamiento T₂ de 15 Kg de Materia Orgánica por parcela, que se logro un beneficio de 3.836 Bs/ha.

A continuación en el cuadro 24 se observa los tratamientos establecidos en orden ascendente de costos totales que varían.

Cuadro 25 Análisis de dominancia para el cultivo de avena

Tratamientos	Costo Variable (Bs /ha)	Beneficio Neto (Bs/ha)	Dominancia
T2 (a1 b2)	115	3.836,9	
T7 (a3 b1)	850	3.721,6	D
T1 (a1 b1)	900	2.341,3	D
T4 (a2 b1)	1000	2.861,0	D
T8 (a3 b2)	1065	4.597,8	
T5 (a2 b2)	1215	2.841,1	D
T9 (a3 b3)	1280	3.336,3	D
T3 (a1 b3)	1330	2.075,6	D
T6 (a3 b2)	1430	1.943,3	D

De acuerdo al análisis de dominancia, se selecciono los tratamientos al criterio propuesto por CYMMYT (1988), el mismo que señala que se considera tratamiento dominado, cuando tiene beneficios netos menores o igual a los tratamientos de costo variable más bajos, en el análisis de presupuestos parciales se comparan las alternativas de producción con las técnicas tradicionales del agricultor, si el beneficio neto permanece igual o disminuye la nueva tecnología debe ser rechazada porque no es mas rentable que la del agricultor.

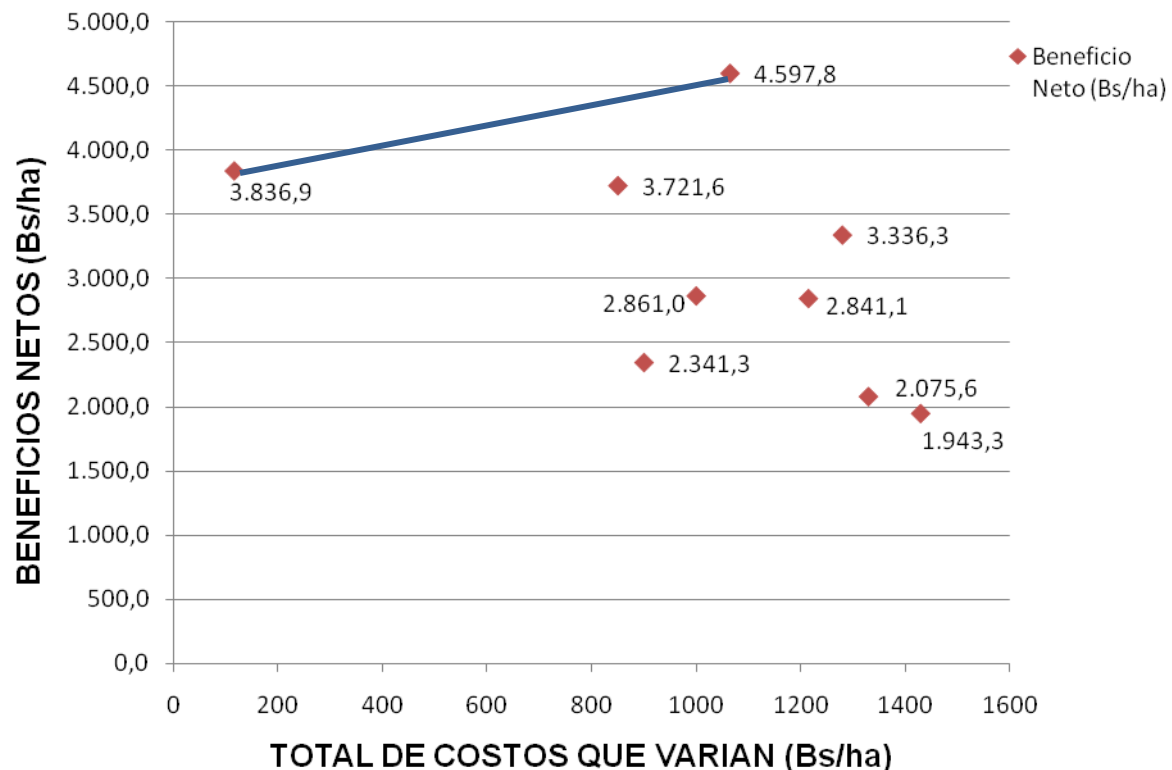


Gráfico 9 Curva de beneficios netos

Bajo estas condiciones se observaron que los tratamientos T₁, T₆, T₇, T₅, T₃, T₈ son tratamientos que presentan menor beneficio neto, y se llaman “dominados” los tratamientos T₄, T₉, presentaron mayor beneficio neto y menores costos variables.

El análisis marginal, o sea el procedimiento por el cual se calculan las tasas de retorno marginales entre los tratamientos no dominados (comenzando con el tratamiento de menor costo y procediendo paso a paso al que le sigue en escala ascendente) y se comparan esas tasas de retorno con la tasa de retorno mínima aceptable para el agricultor.

6. CONCLUSIONES

Por lo expuesto anteriormente y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se llegaron a las siguientes conclusiones:

- Las variables relativas al estado fenológico como son: días a emergencia, días a macollamiento, días a floración y días a grano lechoso; no registraron diferencias significativas, con la aplicación ni los diferentes niveles de materia orgánica y tampoco se obtuvo diferencias significativas entre variedades utilizadas en el ensayo,
- Para la variable porcentaje de emergencia, muestra que para 0 t/ha de materia orgánica se tiene un menor porcentaje de emergencia y a mayor incorporación de materia orgánica se tiene mayor porcentaje de emergencia,
- Las respuestas para la variable número de macollos, si bien muestran diferencias significativas a diferentes niveles de materia orgánica, no muestran diferencias entre variedades.
- La mayor producción de materia verde se obtuvo con la aplicación de materia orgánica de 30 t/ha. Por otra parte, las variedades Águila, Gaviota y Texas tuvieron un comportamiento similar en cuanto a la materia orgánica 0 y 15 t/ha.
- Para la variable materia seca se muestra que para 0 t/ha de materia orgánica, la variedad Texas tuvo un comportamiento mayor en comparación a las variedades Águila y Gaviota. Para 15 y 30 t/ha de materia orgánica la variedad Gaviota tuvo una mayor cantidad de materia seca en comparación a las variedades Águila y Texas.
- Para la variable relación hoja tallo muestra que se encontraron diferencias significativas entre bloques y variedades, no así para los niveles de materia orgánica.

- De acuerdo al análisis económico realizado a través de presupuesto parcial de acuerdo a la materia orgánica implementada
- La relación de costo beneficio del presente estudio realizado si mostro ingresos rentables de de acuerdo a la tasa de retorno marginal de 0.80 Bs/kg. de forraje.

7. RECOMENDACIONES

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

- Se recomienda seguir trabajando con niveles de abono orgánico en diferentes niveles de aplicación en las variedades de Gaviota, Águila y Texas variedades estudiadas en la zona los cuales presentaron rendimientos aceptables en la producción de forraje.
- Para obtener un mayor rendimiento de materia seca se recomienda la implementación de la variedad gaviota en los posteriores estudios a realizarse en la región debido a su rendimiento mayor en comparación a las variedades Águila y Texas.
- Se recomienda seguir promoviendo la utilización de las variedades utilizadas en el presente trabajo en los productores de la región en apoyo a la seguridad alimentaria de los pueblos de la región, en variedades estudiadas ene l siguiente trabajo.

8. BIBLIOGRAFÍA

ALCOCER et al. 1990, Evaluación de líneas de avena forrajera en el altiplano andino, informe anual estación Patacamaya, La Paz- Bolivia p 1-14.

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

AYAVIRI, L 2000 Evaluación y selección de 96 líneas avanzadas de trigo harinero en la zona de Tara de! departamento de Cochabamba. Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz - Bolivia p 50

AUZA, j. 2000, Curvas de crecimiento de quinua y avena en condiciones diferenciadas hídrica nutrición nitrogenada en la Estación Experimental de Choquenaira. Tesis de Lic. Ing. Agr. La Paz Bolivia UMSA 15 pag.

BIDWILL, R.G.S. 1993, Fisiología Vegetal, Ed. AGT. México. 95-340 p.

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

CIF- UMSS LA VIOLETA (2010), Revista de Agricultura (Bolivia), Cochabamba Bolivia, 22 – 28 pag.

CHILON E. 1994. Efecto de fertilización sobre el rendimiento, la cantidad y la calidad de los cultivos, Facultad de Agronomía UMNSA, La paz Bolivia 14 pag.

CIF-SEFO UMSS Centro de Investigaciones en Forrajes, BO. 2010. uniformización de técnicas y criterios de investigación. Cochabamba, BO. 147 P.

CIF - UMSS – INIAF 2010, cereales menores, avena cebada y triticale, características Agronómicas y recomendaciones para manejo de y Aprovechamiento (Boletín de capacitación en producción de Forraje).

CALLISAYA o. 1999. Influencia de la introducción de Suka Killus sobre la organización de la producción ganadera en la Comunidad Achuta Grande, Provincia Ingavi, Tesis de Lic. Ing. Agr. La Paz Bolivia UMSA 10 pag

CYMYT 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. 75 pag.

CATARI B. 2002 Evaluación del rendimiento de cinco variedades de avena forrajera (*Avena sativa*) con abonamiento de estiércol de ovino en el altiplano Central. Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia. UMSA. 76-78 Pag.

CATARI, B 2002 Evaluación del rendimiento de cinco variedades *ie* avena forrajera (*avena sativa L*) con abonamiento de estiércol de ovino en el altiplano central. Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz-Bolivia. p 6

CORTEZ, R. 2000 Estabilidad Fenotípica de 10 variedades de avena Forrajera (*avena sativa L*) en tres localidades del altiplano. Tesis de grado, Universidad Técnica de Oruro, Oruro-Bolivia, pp 40-42.

ENCICLOPEDIA OCÉANO 2000. Enciclopedia Practica de la Agricultura y la ganadería Océano/ Centrum, pp 330-333

EDICIONES MUNDI PRESNSA 1999. Cultivos herbáceos vol. 2 Cereales, Madrid España pp 281-289

FASSBENDER, H. 1980, Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina San José, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la DEA pág. 66 – 106, 211 – 246, 268 – 277.

FAO 1990, Proyecto de fertilizaciones, Boletín N° 18 Santa Cruz – Bolivia, pág. 4-5.

GONZÁLEZ, M 2001. Taller de cultivos Extensivos. Manual (en línea).México, Universidad Tea Monterrey. CAMPUS QUERÉTARO. Consultado 9 oct. 2002.

Disponible en <http://www.gro.itesm.mx/agronomia2/extensivos/CavenaSemilla.htm>

GUTIÉRREZ, F. 1987.Centro de Investigaciones en Forrajes La Violeta, Chabamaba, Forrajes y Semillas Forrajeras, Cochabamaba Bolivia. Vol. 7: 93.

GUTIERREZ, F. (1999), Forrajes y semillas forrajeras, Universidad Mayor de San Simón, Martín Cárdenas Centro de investigación en forrajes, la violeta, Cochabamba – Bolivia pág. 28.

GUERRERO, A. 1996. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Ed. Mundi prensa. Bilbao, España. Pág. 9-25.

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

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

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

MATTOS G. 2000. Apuntes de Fisiología Vegetal UMSA Facultad de Agronomía.

MENDIETA, H. (1992), Rendimiento Comparativo de una variedad de avena (*avena sativa*) y tres variedades de *Triticale* (*triticum aestivum* x *scale cereale*), en la provincia Ingavi La Paz Bolivia pag 1-5.

MENDIETA, H. (2003), Apuntes de manejo y conservación de forrajes, UMSA Facultad de Agronomía.

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

OKADA, G. 1990, Agricultura natural. Editorial MDA. SHOHJ. Atami Japón pag. 160 – 169

QUISPE, N. A. 1999, Estudio Comparativo de variedades de avena, cebada y Triticale en la localidad de Choquenaira. Tesis LIC. Ing. Agr. La Paz Bolivia UMSA. 29-58 pag.

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

PRIETO 1990, Ensayo comparativo de forrajes anuales en tres localidades, asociación Boliviana de producción animal IBTA, REUNION Nacional ABOPA, La Paz Bolivia pag. 129.

PEARSONS, D. 1989, Manual de edición Agropecuaria en *triticale* Cebada avena, Segunda edición Editorial Trillas México pág. 9-58.

PROCHILE 2013. Estudio de mercado en avena forrajera en Bolivia disponible en http://www.prochile.gob.cl/wp-content/blogs.dir/1/files_mf/1370456082PMP_Bolivia_Avena_Forrajera_2013.pdf

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

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

SUQUILANDA 1996, Agricultura orgánica alternativa tecnológica del futuro. Ediciones UPS, Quito ecuador pág. 654.

SENAMHI (Servicio nacional de de Meteorología e Hidrología, Bolivia). 2011 registro climático de la localidad de Viacha, Provincia Ingavi. La Paz, Bolivia. SENAMHI. s.p.

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

VILLARROEL J. 1998, Manual práctico para la interpretación de análisis de suelos en laboratorio. Cochabamba, Bolivia AGRUCO. UMSS 34 pag.

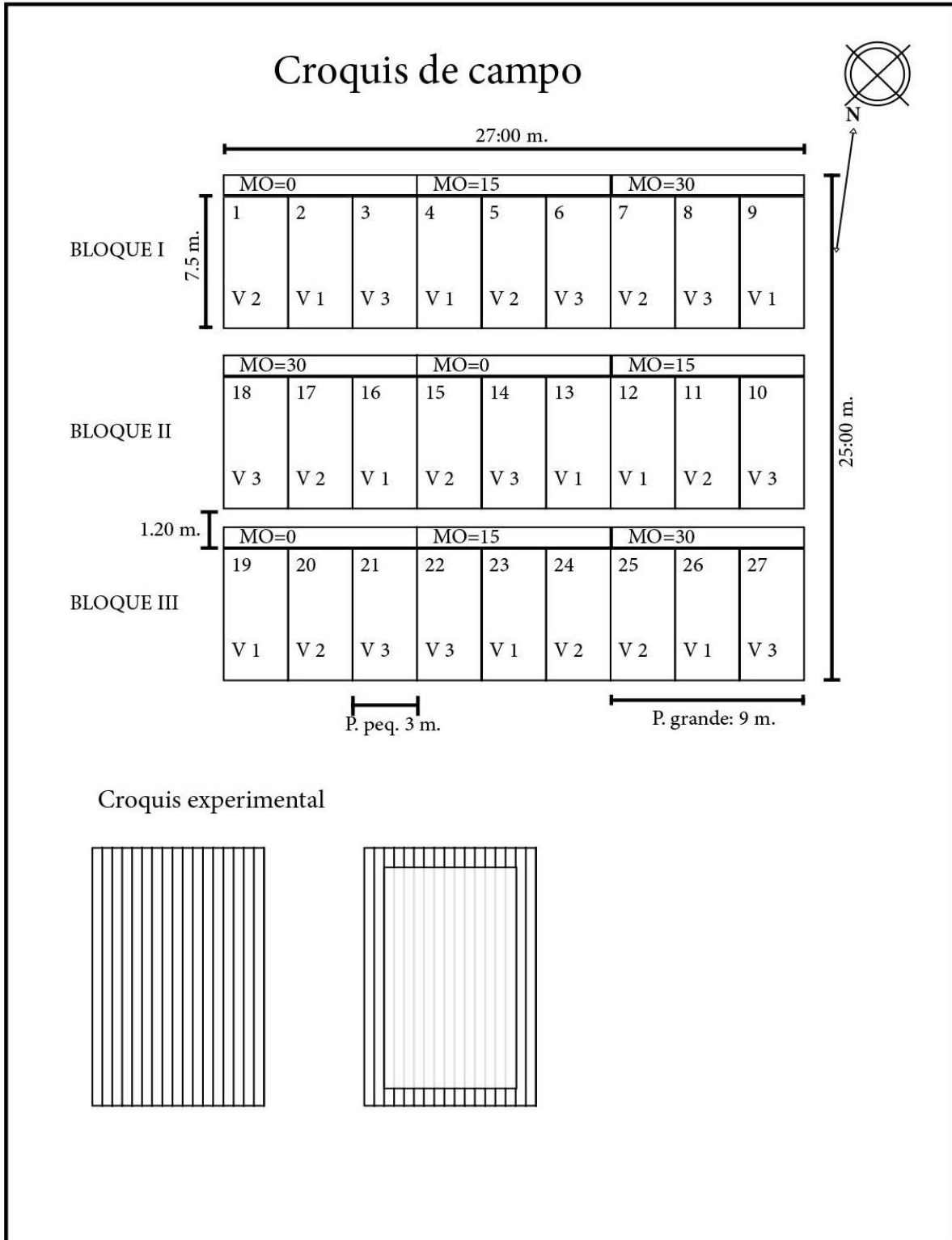
VILLARROEL, N 2000. Evaluación de tres especies forrajeras anuales (avena, cebada y triticale) en diferentes épocas y densidades de siembra en la Estación Experimental de Belén, Altiplano Norte, Tesis de Grado, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz – Bolivia pag 43.

10. ANEXOS

Anexo 1. Ubicación de Zona De Estudio

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
	M.O. (0)	M.O. (0)	M.O. (0)	M.O. (15)	M.O. (15)	M.O. (15)	M.O. (30)	M.O. (30)	M.O. (30)
INGRESOS									
Rendimiento de la Avena	24,70	23,70	23,50	26,37	27,37	27,04	31,71	32,62	32,82
Valor por kilo de Avena (Bs.)	1500	150	150	150	150	150	150	150	150
Ingreso Bruto (Bs.)	3704,50	3554,70	3525,00	3955,25	4105,90	4056,20	4756,45	4893,25	4922,55
EGRESOS									
Kilogramos de Avena (Bs.)	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Materia Orgánica (Bs.)	720	720	720	720	720	720	720	720	720
Mano de Obra	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Labores culturales	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Transporte del forraje	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Costos Variables (Bs.)	869	869	869	869	869	869	869	869	869
Roturado del terreno	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Bolsas de Tucuyo	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Pala	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Picota	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Pita de Nylon	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Rastrillo	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Azadón	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Flexómetro	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Wincha	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Gastos adicionales	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Costos Fijos (Bs.)	395	395	395	395	395	395	395	395	395
Costo Total de Producción (Bs.)	1264	1264	1264	1264	1264	1264	1264	1264	1264
Ingreso neto (Bs.)	2440,50	2290,70	2261,00	2691,25	2841,90	2792,20	3492,45	3629,25	3658,55
Relación B/C (Bs.)	2,93	2,81	2,79	3,13	3,25	3,21	3,76	3,87	3,89

Anexo 3 croquis de parcela experimental



Anexo 4 Datos de Temperatura

	Temperatura Máxima Promedio	Temperatura Media	Temperatura Mínima Promedio	Precipitación (mm)
Nov	23,53	14,93	5,32	25
Dic	22,01	13,2	3,99	50
Ene	21,12	11,13	2,53	147,07
Febr	20,89	11,15	1,21	94,54
Mar	21,12	11,00	-1,23	18,93
Abr	20,32	9,8	-2,65	10,08

Fuente; Estación Experimental de Choquenaira

Anexo 5 Análisis Bromatológico para el cultivo de avena (General)

Tratamientos	Cortes	Cantidad en Kg/ha							
		Muestra	Materia Seca (%)	Ceniza (%)	Extracto Etéreo (%)	Fibra Cruda (%)	Nitrógeno (%)	Proteína (%)	Extracto no Nitrogenado (%)
0 Semanas	1 Corte	2462,32	13,5	11,2	2,9	14,9	2,0	16,1	52,3
	2 Corte	18214,20	15,7	9,3	3,6	21,1	1,6	10,0	54,6
	3 Corte	9205,35	24,9	9,8	4,2	18,1	1,4	8,8	57,8
	4 Corte	2141,44	31,1	9,7	3,0	16,0	2,3	14,1	64,8
9 Semanas	1 Corte	16428,57	13,9	9,3	3,1	11,8	2,3	14,5	59,1
	2 Corte	18095,24	35,4	7,8	3,5	17,1	1,3	8,1	62,2
	3 Corte	2035,80	25,5	10,3	1,8	17,9	2,0	12,7	53,5
12 Semanas	1 Corte	31900,79	17,1	9,8	3,1	23,5	1,4	8,9	52,7
	2 Corte	8068,26	34,2	7,8	3,8	18,2	1,8	11,1	57,5
Inicio de Espigamiento	1 Corte	44047,62	9,3	8,5	3,8	26,9	1,1	7,0	52,7
	2 Corte	2818,13	28,3	8,9	3,3	19,8	2,0	12,5	55,4
Plena Eapigación	1 Corte	43507,5	23,1	10,7	3	29,3	1	6,3	49,8
Madurez Fisiológica	1 Corte	17856,12	53	8,4	3	28,5	1,1	7	52

Fuente: Laboratorio de nutrición animal y bromatología de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias Martín Cárdenas Universidad Mayor de San Simón

Anexo 6 Registro de Fotografías



Fot. 6.1 Colocado de marbetes



Fot. 6.2 Fase inicio de macollamiento



Fot. 6.3 Fase de Macollamiento



Fot. 6.4 Fase inicio de Espigamiento



Fot. 6.5 Fase de Espigamiento diferencia entre Variedades



Fot. 6.6 Fase de Floración



Fot. 6.7 Fase de grano lechoso



Fot. 6.8 Fase cosecha



Fot. 6.9 Pesado de Forraje cosechado



Fot. 6.10 forraje cosechado