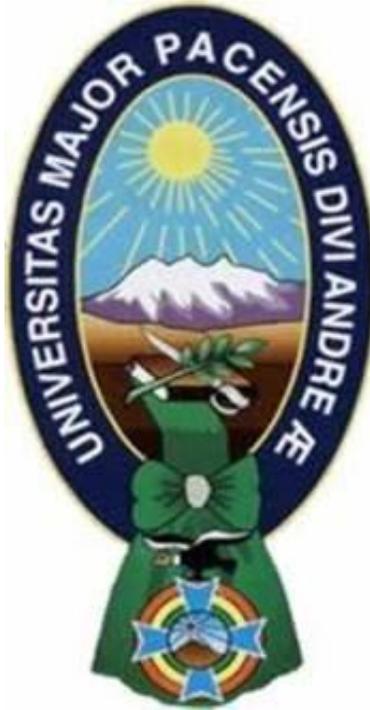


UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE TRES
VARIETADES DE AVENA FORRAJERA (Avena sativa) BAJO TRES DOSIS
DE ABONADO, EN LA COMUNIDAD CHIPIPINA GRANDE DE PROVINCIA
OMASUYOS DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

AURELIO CLARES CONDORI

LA PAZ – BOLIVIA

2014

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

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE TRES
VARIEDADES DE AVENA FORRAJERA (Avena sativa) BAJO TRES DOSIS
DE ABONADO, EN LA COMUNIDAD CHIJIPINA GRANDE DE PROVINCIA
OMASUYOS DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

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

AURELIO CLARES CONDORI

ASESORES

M. Cs Ing. Hugo Bosque

TRIBUNAL EXAMINADOR:

Ing. René Calatayud Valdez

Ing. David Morales Velásquez

Ing. Víctor Paye Huaranca

APROBADA

PRESIDENTE TRIBUNAL EXAMINADOR

2014

DEDICATORIA

A Dios por la oportunidad de tener vida y el esfuerzo para servir a mis conciudadanos, a la memoria de mi madre Primitiva Condori Callisaya, a mi padre Genaro Clares Quenta por haberme orientado y guiado.

A mi querida esposa Ercilia Quispe Mollo por su comprensión y apoyo.

A mis hijos Héctor Ever, Noel Edson, Katerin, Moisés y Benjamín.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mis agradecimientos:

A mi asesor de Tesis:

Ing. M. Sc. Hugo Bosque por el asesoramiento, guía y orientaciones en la realización de este trabajo, sin su participación no se hubiera logrado.

Al tribunal conformado por:

Ing. René Calatayud Valdez por el aporte técnico que tuvo a complementar mi formación profesional y por las revisiones y correcciones tan acertadas al presente trabajo.

Ing. David Morales Velásquez, por la revisión, observaciones y sugerencias para el enriquecimiento del presente trabajo.

Ing. Víctor Paye Huaranca por su colaboración en las revisiones y correcciones pertinentes al trabajo.

A la carrera de Ingeniería agronómica de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés por la formación profesional que nos inculcó con valores morales.

CONTENIDO

ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE CUADRO.....	ix
ÍNDICE FIGURAS.....	xi
ANEXOS.....	xii

INDICE GENERAL

INTRODUCCION.....	1
1.1. Objetivo general.	3
1.2. Objetivos específicos.	3
2. REVISION BIBLIOGRAFICA.	5
2.1. Características del Cultivo.	5
2.2. Clasificación taxonómica.	6
2.3. Morfología de la planta.	6
2.4. Etapas de desarrollo del cultivo de avena.	7
2.5. Valor nutritivo.	8
2.6. Importancia de la avena como forraje y alimento.....	9
2.7 Variedades de avena.	9
2.8. Antecedentes de variedades de avena en el Altiplano.	10
2.9. Densidad de siembra.	11
2.10 Estercolización del suelo.	12
2.11. Clima y cultivos.	13
2.12. Rendimiento.	14

2.13. Suelo y humedad.	15
2.14 Importancia del agua.	16
2.15. Cosecha.....	17
2.16. Rendimientos comparativos.....	18
3. LOCALIZACION.....	19
3.1. Ubicación y área de influencia.....	19
3.2. Características Ecológicas.	20
3.2.1 Clima.....	20
3.2.2 Suelos.....	20
3.2.3 Vegetación y cultivos.	21
3.2.4. Ganadería y economía.	21
4. MATERIALES Y METODOS.	22
4.1. Material del Campo.	22
4.1.1. Material vegetal.	22
4.1.2. Suelo.	23
4.1.3. Material orgánico.	23
4.2. Materiales de Laboratorio.....	25
4.3. Procedimiento experimental.	25
4.3.1. Preparación del terreno.	25
4.3.2. Abonamiento.	26
4.3.3. Siembra.	26
4.3.4. Labores culturales.....	26
4.3.5. Muestreo de las plantas.....	26
4.3.6. Cosecha.	27

4.3.7. Secado de la muestra.....	27
4.4. Diseño experimental.....	27
4.4.1. Factores de estudio.	28
4.4.2. Análisis de varianza y prueba de significancia.	29
4.4.3. Disposición de los tratamientos.	30
4.5. Variables de respuesta.	32
4.5.1. Variables agronómicas.	32
4.5.1. Altura de la planta (cm).....	32
4.5.2. Macollo.....	32
4.5.3. Número de hojas por macollo.	32
4.5.4. Rendimiento de materia en verde.	32
4.5.5. Rendimiento de materia seca.	33
4.6. Variables fenológicas.....	34
4.6.1. Emergencia de las plantas.	34
4.6.2. Días a la floración.	34
4.6.3. Días a la maduración fisiológica de avena.	34
4.7. Propiedades físicas y químicas del suelo.....	34
4.8. Análisis químico del estiércol.	35
4.9. Humedad del suelo.	36
4.10. Localización.....	36
4.10.1. Precipitación.....	37
4.10.2. Temperatura.....	38
4.10.3. Humedad relativa.....	41
4.11. Cálculos complementarios.	44
4.11.1. Desarrollo en altura de planta.	44

4.11.2. Costos parciales de producción.....	44
4.11.2.1. Beneficio bruto.....	44
4.11.2.2. Beneficio neto.....	44
4.11.2.3. Tasa de Retorno Marginal (TRM).	45
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	46
5.1. Variables agronómicas.....	46
5.1.1. Altura de la planta.	46
5.1.2. Numero de macollos por planta.	48
5.1.3. Número de hojas por macollo.	51
5.1.4. Rendimiento en materia verde.	54
5.1.5. Rendimiento de materia seca.	57
5.2. Variables fenológicas.....	60
5.2.1. Días a la emergencia o brote.	60
5.2.2. Días a la floración.	62
5.2.3. Dias a la maduracion fisiologica.	65
5.3 De Cálculos complementarios.	69
5.3.1. Desarrollo en altura de planta.	69
5.3.2. Análisis de costos parciales.....	74
6. CONCLUSIONES.....	79
7. RECOMENDACIONES.....	83
8. BIBLIOGRAFIA.....	84

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición química de la avena en tres fases fisiológicas.....	8
Cuadro 2. Composición química de la avena en dos estados.....	9
Cuadro 3. Valor orgánico de los estiércoles.....	12
Cuadro 4. Análisis del suelo de la Estación Experimental de Belén.....	24
Cuadro 5. Dosis de estiércol y su aporte de nutrientes en kg/ha.....	24
Cuadro 6. Distribución de estiércol por tratamientos en parcelas.....	24
Cuadro 7. Aporte de nutrientes por el estiércol.....	25
Cuadro 8. Tratamientos del arreglo en parcelas divididas.....	29
Cuadro 9. Fuentes de variación.....	29
Cuadro 10. Propiedades físicas del suelo.....	35
Cuadro 11. Propiedades químicas del suelo.....	35
Cuadro 12. Análisis químico de estiércol.....	36
Cuadro 13. Precipitación anual promedio de 11 años y 2009 – 2010.....	37
Cuadro 14. Temperatura promedio de 11 años y de 2009 – 2010.....	39
Cuadro 15. Temperatura máxima, mínima y media.....	40
Cuadro 16. Humedad relativa del ambiente de la zona de estudio.....	41
Cuadro 17. Promedio de variables meteorológicas 2009 y 2010.....	42
Cuadro 18. Análisis de varianza de altura de planta en avena.....	46
Cuadro 19. Prueba múltiple de Tukey para la altura de planta por variedad..	47
Cuadro 20. Análisis de varianza para el número de macollos.....	48
Cuadro 21. Prueba de Tukey para número de macollos por abonado.....	49
Cuadro 22. Prueba de Tukey de número de macollos por variedades.....	50
Cuadro 23. Análisis de varianza de número de hojas en avena.....	52

Cuadro 24. Prueba de Tukey para dosis de abonado para hojas.....	52
Cuadro 25. Prueba Tukey para número de hojas por variedades.....	53
Cuadro 26. Rendimiento de materia verde en avena.....	55
Cuadro 27. Prueba de Tukey para rendimiento en verde por el abonado....	55
Cuadro 28. Prueba Tukey de rendimiento en verde por variedades.....	57
Cuadro 29. Análisis de varianza de rendimiento en materia seca.....	58
Cuadro 30. Prueba Tukey de rendimiento de materia seca por variedades.	59
Cuadro 31. Análisis de varianza para emergencia.....	60
Cuadro 32. Prueba múltiple de tukey para emergencia por dosis de abonado	61
Cuadro 33. Prueba múltiple de tukey para emergencia por variedades.....	62
Cuadro 34. Análisis de varianza de los días a la floración.....	63
Cuadro 35. Prueba múltiple de tukey para floración por dosis de abonado.	63
Cuadro 36. Prueba Tukey de días a la floración por variedades.....	64
Cuadro 37. Análisis de varianza de los días a la madurez fisiológica.....	65
Cuadro 38. Prueba múltiple Tukey para madurez fisiológica por variedades	66
Cuadro 39. Costo parcial de producción de avena.....	74
Cuadro 40. Costo parcial real de producción de avena.....	75
Cuadro 41. Análisis de dominancia.....	76
Cuadro 42. Análisis de tasa de retorno marginal.....	78

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localización – Provincia Omasuyos.....	19
Figura 2. Croquis de la disposición de unidades experimentales.....	30
Figura 3. Área de evaluación de la unidad experimental.....	31
Figura 4. Curva de precipitación en mm.....	38
Figura 5. Curva de comportamiento de temperatura en °C.....	39
Figura 6. Temperatura máxima, mínima y media en °C.....	40
Figura 7. Comportamiento de humedad relativa.....	42
Figura 8. Promedio de altura de planta por variedades.....	48
Figura 9. Numero de macollo por niveles de fertilización orgánica.....	50
Figura 10. Promedio de número de macollo por variedades.....	51
Figura 11. Número de hojas por niveles de fertilización orgánica.....	52
Figura 12. Promedio de número de hojas por variedades de avena.....	54
Figura 13. Rendimiento de materia verde por niveles de abonado orgánico.	56
Figura 14. Rendimiento en materia verde por variedades.....	57
Figura 15. Rendimiento en materia seca por variedades.....	59
Figura 16. Promedio de los días a la floración por variedades.....	64
Figura 17. Promedio de los días a madurez fisiológica por variedades.....	66
Figura 18. Tasa de crecimiento (cm/día) Variedades – testigo.....	69
Figura 19. Tasa de crecimiento (cm/día) Variedades – Dosis 20 t/ha.....	70
Figura 20. Tasa de crecimiento (cm/día) Variedades – Dosis 30 t/ha.....	70
Figura 21. Tasa de crecimiento TC (cm/día) Variedades – Dosis 40 t/ha.....	71
Figura 22. Tasa de crecimiento (cm/día) por Dosis de abonado.....	73
Figura 11. Curva de los beneficios netos.....	77

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Altura de las planta en cm.....	88
Anexo 2. Numero de macollos por 10 plantas.....	88
Anexo 3. Numero de hojas por 10 plantas.....	89
Anexo 4. Rendimiento en materia verde en t/ha.....	89
Anexo 5. Rendimiento en materia seca en t/ha.....	90
Anexo 6. Días a la emergencia.....	90
Anexo 7. Días a la floración.....	91
Anexo 8. Días a la maduración fisiológica.....	91
Anexo 9. Factores climáticos.....	92
Anexo 10. Análisis químico de fertilizantes.....	93
Anexo 11. Análisis físico – químicos de suelos.....	94
Anexo 12. Foto parcela de avena macollada por tratamiento.....	95
Anexo 13. Área de cosecha de avena de variedad gaviota.....	95
Anexo 14. Materiales utilizados para la cosecha.....	96
Anexo 15. Muestras de avena cosechadas por tratamiento.....	96

INTRODUCCION

La región del Altiplano, por las condiciones climáticas la altitud en la que se encuentra, se caracteriza por ser una zona apta para producción ganadera, como el ganado ovino, camélidos y bovinos entre los rumiantes; sin embargo la producción agrícola no acompaña satisfactoriamente a este propósito, debido al clima frío, bajas precipitaciones pluviales y la escasas o falta de agua de riego, que no contribuye para la optima producción de los forrajes cultivados y naturales.

El problema prioritario de la producción ganadera es la alimentación de animales de cría, coadyuvada por la estacionalidad de la producción, deficiente utilización de los recursos alimenticios forrajera, baja calidad y cantidad del forraje producido que repercuten en la subalimentación del ganado.

La avena es una alternativa en producción que permite subsanar en muchos casos las carencias de las especies pratenses, es más utilizadas como forraje en los valles andinos y el altiplano de Bolivia, porque es la más productiva, tiene alto valor nutritivo, es de excelente palatabilidad, cosecha oportuna y por su facilidad de conservación como heno o ensilaje, constituye una alternativa para la época crítica del año, donde escasas de forraje se manifiesta.

En el Altiplano y en especial en la Provincia Omasuyos del Departamento de La Paz hay gran demanda de forraje especialmente de avena para complementar la alimentación de ganado bovino lechero y de engorde, razón por la cual, la mayoría de las familias de la cueca lechera del sector de Lago Titicaca, cultivan avena forrajera en superficies relativamente grandes, con diferentes prácticas culturales tradicionales y mecanizados, para obtener rendimientos que satisfagan la necesidad de producción.

Según Montes de Oca (1982), el desarrollo agrícola en el altiplano fue apoyado por los primeros habitantes Aymaras y Quechuas, mediante la utilización de las

tecnologías que respetaban el entorno, con sistemas de producción que facilitaban el uso de riego, rotación de cultivos, conservación de suelos y otros, equilibrio que destruido durante la colonia, desarrollándose una tecnología que provocó el deterioro del ecosistema, decayendo la producción agrícola hasta convertirse en una agricultura de subsistencia.

En la década de los setenta en la cuenca lechera, que hasta entonces la producción fue netamente agrícola, se implementó la tecnología de revolución verde, que con la condición de mayor producción destruyó el potencial productivo de los campos, el recuperar la calidad productiva de estos suelos, motivó a los pobladores la producción de alfalfa y forrajes menores para el inicio de la producción ganadera.

El potencial producción de la región del Altiplano norte en particular, es limitado debido a sus características de suelos y clima, a pesar de este hecho se considera a este zona como apta para la producción ganadera; el desarrollo de esta actividad se ve reducido por los escasos estudios que ofrecen recomendaciones técnicas para un manejo adecuado de los mismos.

El presente estudio pretende determinar el comportamiento de la producción de las variedades de avena como forraje cultivado bajo condiciones de niveles de fertilización orgánica con estiércol como agente coadyuvante de nutrientes para el crecimiento de cultivo.

La practica tradicional enfatizada por Cardozo (1974), señala que la avena forrajera (*Avena sativa*) se cultiva normalmente en el sistema rotativo de cultivos después de cultivo de papa, sin embargo en la actual aquello se ha alterado en el sector, la necesidad de contar con cantidades de heno de avena almacenado, ha hecho que las familias dispongan otras superficies de terreno para producir mas cantidad de avena, para la alimentación de ganado lechero, de tal manera que la falta de terreno o el minifundización y la explotación lechera hace que se inicie a practicar un sistema de semi monocultivo con o sin estercolización, y lo recomendable es la aplicación

constante de abono animal en estos casos, para conservar el potencial productivo del suelo.

La producción de la avena forrajera en el sector realizada por Cardozo y López (1974) en la Estación experimental de Belén con variedades Rotemburger y Haidemur obteniendo un rendimiento de 40.000 kg/ha en materia verde. El IBTA (1970) consiguió con rotemburger en materia verde de 19,6 t/ha (5,1 t/ha en materia seca) y grano de 1.005 kg/ha de color pardo oscuro.

Mientras que en Ulla Ulla con INFOL (1981), variedades Bannok, Texas y Rutemburger obtuvieron un rendimiento en materia seca de 5.670; 3.330; y 3.330 kg/ha respectivamente.

En el aspecto social, las familias son económicamente dependientes de los ingresos de fuentes secundarios como la producción y la venta de leche de ganado bovino, aspecto que motiva a los productores obtener forraje de calidad y cantidad oportunamente, este como fuente de aporte de fibra y consecuentemente generar utilidades que las permitan continuar en este rubro, siendo también esta una retribución de estiércol para la siembra de forrajes.

1.1. Objetivo general.

Evaluar el comportamiento productivo de tres variedades de avena forrajera (Avena sativa) bajo tres dosis de abonado, en la comunidad Chijipina Grande de Provincia Omasuyos del Departamento de La Paz.

1.2. Objetivos específicos.

- Determinar las dosis de aplicación de estiércol de bovino en las tres variedades de avena forrajera (variedad criolla, rotemburger y gaviota).

- Determinar el rendimiento de las variedades de avena bajo tres dosis de abonamiento con estiércol del ganado bovino.
- Evaluar el comportamiento de las tres variedades de avena.
- Analizar los costos parciales de producción forrajera por variedad.

Hipótesis.

- La dosis de aplicación de estiércol de bovino en las tres variedades de avena forrajera son las mismas.
- El rendimiento de las variedades de avena bajo tres dosis de abonamiento con estiércol del ganado bovino son las mismas.
- El comportamiento agronómico de las tres variedades de avena son las mismas
- Los costos parciales de producción forrajera por variedad son las mismas.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA.

2.1. Características del Cultivo.

Según Argote y Halanoca (2007), la avena es un cultivo forrajero temporal para corte y de gran importancia para la alimentación del ganado, esta gramínea se ha adaptado a una diversidad de pisos altitudinales desde 2.500 a 4.000 m.s.n.m. y climas variados, de ahí que la avena forrajera constituye como un alimento tradicional e insustituible para la crianza de las diferentes especies y clases de animales.

Calderón (1995), manifiesta que la avena tiene importancia a falta de forraje en el altiplano y valles interandinos con gran demanda para la alimentación del ganado bovino, lanar y camélido.

También señala que la avena es una planta que puede adaptarse a una gran variedad de climas semiáridos y fríos, puesto que se cultiva desde una altitud de 0 a 3.000 msnm; se siembran en regiones con climas frío seco o frío húmedo, pero en regiones donde las bajas temperaturas son un factor limitante.

Para Jacinto (1990), señala que la avena es una gramínea anual con un amplio margen de adaptación con un sistema radicular fibroso, desarrollado dentro los cereales.

Valdivia (1990), indica que el tallo es herbáceo con caña erguida que generalmente crece de 60 a 150 cm, variando estas alturas de acuerdo a las variedades a las cuales se refieran puede llegar a 170 cm, este tallo presenta una consistencia blanda observándose además su endurecimiento a medida que transcurre el tiempo desde las emergencia hasta la madurez, los entrenudos tienen una separación de aproximadamente 15 cm y son huecos.

2.2. Clasificación taxonómica.

La clasificación taxonómica realizada por Robles (1986), de la avena es la siguiente:

Reino	Vegetal
División	Tracheophyta
Sub división	Pteropsida
Clase	Angiospermae
Sub clase	Monocotiledonea
Grupo	Glumiflora
Orden	Graminales
Familia	Gramineae
Tribu	Aveneae
Género	Avena
Especie	Sativa

2.3. Morfología de la planta.

Según Robles (1986) y Valdivia (1986), la avena es una planta anual que posee la siguiente morfología:

Raíz fibrosa más larga que la cebada

Tallo es caña herbácea y erguida, con nudos llenos y entrenudos huecos.

La altura de la planta varía desde 60 a 150 cm, hasta 170 cm según la variedad.

El tallo es recto y cilíndrico, con 3 a más tallos, denominados macollos.

Hojas de color verde oscuro más intenso que la de la cebada y trigo, de 25 cm de largo y 1,6 cm de ancho.

La lígula es de forma ovalada teniendo una inflorescencia de una panoja compuesta (panícula), con ramificaciones largas que sostienen en cada uno un pequeño número de espiguillas que llevan de 1 a 5 flores de las cuales 2 son fértiles.

La inflorescencia es panícula que forma un racimo de espiguillas.

La panícula lleva de 20 a 100 florecillas.

Las glumas quedan sobrepasadas por las glumillas en longitud.

Las glumillas presentan sobre su dorso una arista al medio y dos dientes puntiagudos a sus extremos.

El fruto está encerrado entre lema y pálea.

2.4. Etapas de desarrollo del cultivo de avena.

Según Marca et. al. (1989), el cultivo de avena presenta siguientes fases de desarrollo:

Emergencia: es la aparición de las plantas con uno a dos hojas.

Macollamiento: cuando el 50% de las plantas han macollado, es decir tiene brotes y retoños.

Entallecimiento: cuando el 50% de las plantas presentan el primer nudo a dos o tres centímetros sobre el suelo.

Embuchamiento: la espiga se encuentra envuelta dentro de la hoja superior, formando la llamada hoja bandera.

Espigado: cuando el 50% de las plantas tienen espigas completamente libres de la vaina foliar.

Floración: cuando en el 50% de las espigas, las florecillas se abren y el polen se desprende.

Grano lechoso: cuando el 50% de las espigas presentan granos que al ser presionados revientan y sale un líquido de color blanco o color lechoso.

Para Calderón (1995), en el caso de avena forrajera, el desarrollo alcanza hasta la fase de grano lechoso; es decir, que la espiga presenta un 20 a 30% de grano lechoso; el periodo vegetativo normal oscila entre 160 y 190 días.

Según Leon (1964), la avena macolla más que otros cereales, a veces mejor entre las variedades llegando a producir una gran masa forrajera con rendimientos óptimos.

2.5. Valor nutritivo.

Chávez y Luna (1994), indican que a medida que avanza el grado de madurez de la planta, se observa una disminución del contenido proteico y energético, y un aumento de la fracción fibrosa y de carbohidratos.

Ajuado (1978) citando a Amos y Jones muestran la siguiente composición química de la avena.

Cuadro 1. Composición química de la avena en tres fases fisiológicas.

Concentración	Grano seco	En flor	En Heno
	%	%	%
Proteínas	10,0	0,9	2,5
Materia seca	4,8	0,6	2,0
Materia no nitrogenada	58,2	10,0	35,6
Celulosa	0,30	8,0	4,2
Minerales	0,11	2,5	4,4
Agua	3,3	7,7	14,3

Valdivia (1990), realizó el trabajo en Potosí de muestreo de concentrados nutricionales de la avena, obteniendo los siguientes resultados.

Cuadro 2. Composición química de la avena en dos estados.

Masa	Al estado lechoso	Al Heno
	%	%
Materia seca	25,57	61,99
Humedad	74,50	38,00
Cenizas	2,28	5,09
Proteínas	1,72	1,96
Extracto etéreo	0,87	2,13
Fibra cruda	12,03	29,30
ENN	9,24	23,5

2.6. Importancia de la avena como forraje y alimento.

Chacón y Delgadillo (1981), afirman que la avena (*Avena sativa*) está entre los cereales menores de la especie más utilizada como forraje de primavera y verano de los Valles y Altiplano, siendo la más productiva, de alto valor nutritivo, excelente palatabilidad y fácil de conservar como heno o ensilaje para la época crítica del año, donde la escases de forraje se manifiesta.

La importancia de este cereal se debe a la falta de forraje en el altiplano y valles donde existe gran demanda de forraje para alimentación de ganado bovino, lanar y camélido.

Pero Migliorini (1984), indica que la avena es un alimento de primer nivel, produciendo en los animales una carne seca y apretada, y tiene una acción excitante sobre órganos reproductores.

2.7 Variedades de avena.

Córdova (1991), manifiesta que las variedades criollas ocupan hasta un 80% de superficie de avena cultivada en ámbito nacional que fueron introducidas durante la colonia. Desde 1965, se conocen las variedades mejoradas como Rutemberger,

Banok, Texas y Litoral recomendadas por la estación experimental de Belén, indicando que tienen buen comportamiento en el Altiplano norte con precipitaciones pluviales existentes de 500 a 600 mm.

Por su parte Miranda (1988) probó con las variedades de Texas, Sefo, Rotemburger obteniendo buenos rendimientos para grano y forraje superiores incluso a cereales como triticale como cebada.

Por otro lado Prieto et. al. (1990), evaluando las variedades de avena en el norte de Potosí siendo las mejores adaptadas variedades introducidas como Sefo-1, Gaviota, Texas y Rotemburger.

Según el IBTA (1970), el Rotemburger fue la primera variedad implantada en Estación Experimental de Belén, procedente de Alemania, con un ciclo vegetativo de 150 días, una altura de 150 cm, el número de macollos de 5 y el rendimiento en materia verde de 19,6 t/ha y grano de 1.005 kg/ha de color pardo oscuro.

En el área de influencia del estudio las variedades que demostraron mejor adaptación a las condiciones medio ambientales son Rotemburger, Gaviota, Águila y la criolla, que es utilizado frecuentemente por los productores ganaderos de producción de leche.

2.8. Antecedentes de variedades de avena en el Altiplano.

Prieto et. al. (1990), evaluaron variedades de avena, siendo las mejores adaptadas las variedades introducidas como Sefo – 1, Gaviota, Texas y Rotemburger a nivel del Altiplano central de La Paz.

De acuerdo con Calderon (1995), en sus experimentos con las variedades Gaviota y Texas demostró mejor adaptación a las condiciones medio ambientales de la región altiplánica (kallutaca) realizado a campo abierto.

Valdivia (1997), realizó el estudio de comportamiento de variedades de avena en Chaqui, Potosí en condiciones de 3550 msnm de altitud, con 388 mm de precipitación de primavera – verano y 11,4 °C de temperatura; donde los rendimientos obtenidos fueron de 3,97; 4,90 y 4,38 t/ha en promedio de materia seca para variedades de Rotemburger, Gaviota y Aguila.

En la zona de estudio, la variedad de avena criolla es el que se cultiva más, Rotemburger con más de diez años con buenos resultados y hace más de 5 años la variedad gaviota similarmente al anterior, a nivel de producción y está siendo ampliado su utilización por los comunarios.

2.9. Densidad de siembra.

Según Miglorini (1984), la densidad de siembra para los cultivos puros se siembra al voleo o en surcos, empleando una densidad de 100 a 150 kg/ha, también señala que estas cantidades se reducen a la mitad en siembras asociadas.

La estación experimental de San Benito (1989), recomienda que la densidad promedio de siembra de avena es desde 70 kg/ha en surcos y de 80 kg/ha al voleo.

Para Meier (1978), la cantidad de semilla a emplear depende de la pureza, tamaño del grano y poder germinativo, recomendando una densidad normal de 120 a 170 kg/ha.

Al respecto Carambula (1981), al referirse a la avena indica que la densidad depende de varios factores entre ellos el métodos de siembra, la época de siembra y el hábito del cultivo, generalmente mas temprano se efectúa la siembra mas pobre el suelo, la densidad será menor.

Camacho (1986), citado por Flores (2004), indica que es tierra rica en materia orgánica y bien preparada la densidad de siembra debe ser de 100 kg/ha y en tierras mal preparadas se debe utilizar densidades mayores a 120 kg/ha.

2.10 Estercolización del suelo.

Según Chilón (1997), los suelos del Altiplano, Valles y el Chaco se caracterizan por ser pobres en materia orgánica, entonces se debe fomentar el uso de fuentes naturales orgánicas, que incorporarlos al suelo en forma natural que mejora las características del suelo con estiércol y restos de cosechas.

En tanto que Migliorini (1984), afirma que los nutrientes esenciales para los cultivos de cereales son el N, P y K; las carencias de uno cualquiera de los tres elementos ocasionan una sensible baja en la producción, indicando que el N influye en la cantidad de proteínas en los granos y su uso excesivo causa el encamado.

También consta que el estiércol de ganado equino, ovino y cabrío son calientes o de fermentación rápida, apropiados para suelos arcillosos y fríos, en tanto que de bovino y porcinos son fríos, menos concentrados y de fermentación lenta para suelos arenosos, sugiriendo incorporar al suelo una media de 23 t/ha, una aportación de 27 a 32 t/ha considera como abundante y la de 9 a 14 t/ha como apenas suficiente.

Cuadro 3. Valor orgánico de los estiércoles

Estiércol	Nitrógeno N (%)	Anh. Fosfórico P₂O₅ (%)	Potasa K₂O (%)	Cal CaO (%)	Agua (%)
Equino	0,60	0,30	0,60	0,25	70
Bovino	0,40	0,20	0,40	0,50	80
Ovino	0,80	0,30	0,70	0,35	65
Porcino	0,45	0,20	0,60	0,10	70

Para Flores (1981), el estiércol tiene su importancia en el contenido de macroelementos que constituyen para el suelo. Las muestras del estiércol del ovino y realizado el análisis químico encontró un promedio de 1,07 % de Nitrogeno, 22,2 % de Potasio y 1,07 % de Fosforo.

Para Bellapart (1988), la composición química media de los diferentes estiércoles de granja, pueden ser como para ganado vacuno, N = 0,34%; K = 0,35% y P = 0,13%; su uso depende del requerimientos de los cultivos para la producción optima y del suelo que se trate.

Según Baptista (1980), el estudio realizado en la localidad de Ulla Ulla, para obtener rendimientos de variedades de avena con estiércol ovino a niveles de abonamiento de 5; 7,5 y 10 t/ha; el rendimiento para la variedad Mantaro fueron de 1,24; 1,18 y 0,80 t/ha respectivamente y para variedad Texas de 1,36; 0,76 y 1,20 t/ha respectivamente.

Delgadillo (1981), sostiene que la aplicación del estiércol animal descompuesto a cultivos forrajeros gramíneos, a un nivel de 3 kg/m² tiene un rendimiento adecuado, ya que a mayor incremento, los cultivos no muestran resultados superiores.

2.11. Clima y cultivos.

Según Kramer (1975), los factores ambientales que definen la adaptación de un cultivo, así como demanda de la humedad para evapotranspiración en términos generales son: Intensidad de la luz, presión de vapor atmosférico, temperatura, viento y precipitación.

Para Sánchez (1989), señala que se debe tomar como importante la planificación de factores climáticos como el tiempo y el clima que puede determinar la buena producción o el fracaso de la campaña agrícola, por tanto el cálculo de condiciones

meteorológicas y la presencia de agua de riego puede inferir los posibles rendimientos y niveles de producción del cultivo.

Sin embargo Silverio (1984), indica que la temperatura del medio ambiente afecta directamente al desarrollo de las plantas a través de su influencia sobre la velocidad de los procesos metabólicos que se desarrollan en plantas en crecimiento; así las temperaturas bajas retardar el desarrollo, mientras que las temperaturas altas aceleran acortando el ciclo vegetativo de las plantas.

Por otro lado, De la Peña (1977), señala que la radiación solar en intensidad de la luz tiene un efecto directo sobre la apertura y cierre de estomas, también la humedad relativa del medio expresada como variación de presión de vapor atmosférico disminuye la tasa transpiración del cultivo si ella aumenta; así a mayor temperatura se aumenta la velocidad de difusión de vapor de agua a través de los estomas y por ende aumenta la transpiración, finalmente indica que la velocidad del viento aumenta la transpiración dentro de ciertos límites.

Para Mendieta (1999), cita a Martin et. al. (1976), señalando que la avena se adapta mejor a regiones frías o templadas, cuyas precipitaciones anuales son iguales o superiores a 750 mm, o en su defecto exista la disposición de agua de riego.

2.12. Rendimiento.

Espíndola (1980), indica que el carácter del rendimiento se debe a la herencia cuantitativa, no habiendo otros factores; entonces el rendimiento esta aparejado a interacciones de genes múltiples y medio ambientales.

Doorenhos et. al. (1986), señala que el limite superior de la producción de un cultivo viene determinado por las condiciones climatológicas y por el potencial genético del mismo.

Alcocer et al (1990), observó que habitualmente los mejores rendimientos de forrajes del avena se registran en zona sub húmedas donde generalmente los suelos son profundos, fértiles y con precipitaciones abundantes, corroborando con un ensayo en una zona sub húmeda, semiárida del Altiplano la variedades criollas con rendimientos en materia seca que oscilan entre 2 a 18 t/ha. En tanto que

Crespo y Arteaga (1986), estudiaron sobre la influencia del estiércol de vacuno en la composición química de los pastos concluyendo que hay poco influencia y que mas bien el aumento de los rendimientos de forraje se debe a la mejora de las propiedades del suelo, aclarando todavía que no es una conclusión definitiva, sino que se debe seguir estudiando en varios pastos.

Según Ramírez (1976), la variedad Rotemburger responde con buenos resultados tanto a la fertilización como a riego, anotándose que los días de maduración es de 153 días con macollos por planta de 6, altura de 86 cm y el máximo rendimiento al 10% de humedad aprovechada de 1.250 kg/ha.

En tanto que la variedad Gaviota según Gutiérrez (1988), sobresale con un rendimiento de 8,50 t/ha en heno y 3700 kg/ha en semilla, a una cosecha de 117 días y maduración a 140 días, 120 días de floración con 4 macollos por planta y altura de 100 cm.

2.13. Suelo y humedad.

Según Robles (1986), el cultivo de avena requiere suelos menos específicos que para el trigo y cebada, indicando que se desarrolla bien en suelos muy variados, pero alcanza su mayor producción en suelos limosos y aluviones.

Para Doorenbos et. al. (1977), el efecto de la escases de agua durante el desarrollo vegetativo de un cultivo se expresa generalmente en su rendimiento, cuando el

déficit de agua se produce durante en una parte del periodo vegetativo total de un cultivo, el efecto sobre el rendimiento puede variar mucho, dependiendo de la sensibilidad del cultivo en dicho periodo de crecimiento, la cual en el cultivo de avena el periodo crítico es desde la aparición de flósculos hasta la formación de granos.

2.14 Importancia del agua.

De acuerdo a Velasco (1994), el cultivo de avena es un rubro interesante el cual se cultiva en Bolivia mas como forrajera, debido a la alta susceptibilidad a la roya del tallo, su cultivo está limitado a las zonas altas y húmedas.

Al respecto Salazar et. al. (1984), indica que el efecto del déficit de agua en la planta crea un cierre estomas parcial de las hojas de las plantas y una disminución de la transpiración debido a que las raíces están imposibilitados de otorgar más agua a la parte aérea.

Para Kramer (1975), el agua es importante para las plantas desde el punto de vista fisiológica, porque dentro del proceso vegetal esta directamente afectado por el abastecimiento del agua; ya que la disminución del agua en la planta ocasionaría la disminución del coeficiente de fotosíntesis y la tasa de respiración; por otro lado la deshidratación prolongada de la planta causa la desorganización del protoplasma y por lo general el crecimiento vegetal se reduce al reducirse el agua en el suelo, con algunas excepciones dentro del rango de la humedad aprovechable.

Según Calderón (1995), los factores socioeconómicos culturales de las comunidades campesinas del Altiplano y Valles, tiene que ver con la capacidad de utilización de la disponibilidad de agua de riego para las parcelas agrícolas y que contribuye negativamente en lo siguiente.

La disponibilidad de agua de riego en los meses críticos del inicio de la época agrícola, y aumento de la evaporación como consecuencia del aumento de las temperaturas del medio ambiente, y la demanda del agua por parte de los

agricultores crea que algunas parcelas de cultivos no reciban agua suficiente para el desarrollo normal, con riesgo de que esta etapa puede tener crecimiento anormal o provocar una maduración temprana del cultivo, y consecuentemente bajos rendimientos del cultivo al final de la cosecha, por eso nace que la importancia del agua para riego es primordial desde su disponibilidad.

También señala que aquel factor también esta relacionado a la débil organización social de las comunidades en la planificación de uso de agua, para ello se requiere un proceso de mejoramiento de la infraestructura de riego para un aprovechamiento eficiente del agua existente, en esta primera etapa de crecimiento y enraizamiento de la planta, concluyendo expresa que este factor puede repercutir en la siembra oportuna, crecimiento, desarrollo y rendimiento adecuado de los cultivos en las condiciones normales de manejo de agua relación cultivo.

2.15. Cosecha

Según Espinoza (1995), que uno de los aspectos de mayor importancia en el cultivo de avena forrajera es el momento oportuno del corte.

Sofoca citado por Hughes et. al. (1976), enfatiza en segar la avena es el estado en que el grano está en fase lechosa y maduración blanca, donde el contenido de proteínas es más alta y el contenido de hojas es también mayor.

Para Valdivia (1990), en investigaciones realizadas demostró que el corte efectuado al inicio de la espigación se traduce en una ganancia de calidad y cantidad del forraje.

2.16. Rendimientos comparativos.

Prieto et. al. (1990), relaciona también a la altura de la planta medida en centímetros, registro un promedio de 103 cm para la variedad Texas, seguido por la variedad SEFO – 1 con 88 cm, Gaviota con 84,2 cm y la variedad Rotemberger con 78,8 cm.

Alcocer et. al. (1990), observó que habitualmente los mejores rendimientos de forraje de avena se registran en zonas sub húmedas donde generalmente los suelos son profundos, fértiles y con precipitaciones abundantes. Corroborando esta afirmación, en una expedición efectuada por zonas sub húmedas, semiáridas y áridas del Altiplano, encontraron variedades criollas de avena cuyos rendimientos de materia seca oscilan entre 2 a 18 t/ha.

Cordero (1981), realizó los rendimientos comparativos de avena conjuntamente con la cebada que son especies forrajeras, en la estación experimental de Ulla Ulla, especies que pueden ser la alternativa que dé solución a la escases de alimentos para la época de escases; sus altos rendimientos y de buen valor nutritivo reportados en diferentes aéreas altiplánicas justifican su selección obteniéndose rendimientos en materia seca en t/ha de 5,67; 3,33 y 3,33 para variedades Bannock, Texas y Rotenburger respectivamente con niveles de fertilización con FDA, UREA y Estiércol de 130, 5; 170 y 20 mil kg/ha, a una densidad de siembra de 120 kg/ha.

3. LOCALIZACION

3.1. Ubicación y área de influencia

El presente estudio se realizó en la localidad de Chijipina Grande perteneciente al municipio de Achacachi de la primera sección de la Provincia Omasuyos del Departamento de La Paz.

Geográficamente se encuentra ubicada en el paralelo $15^{\circ} 59' 51,2''$ de latitud Sud y $068^{\circ} 40' 41,8''$ de longitud oeste y una altitud de 3.825 m.s.n.m. medidos con GPS.

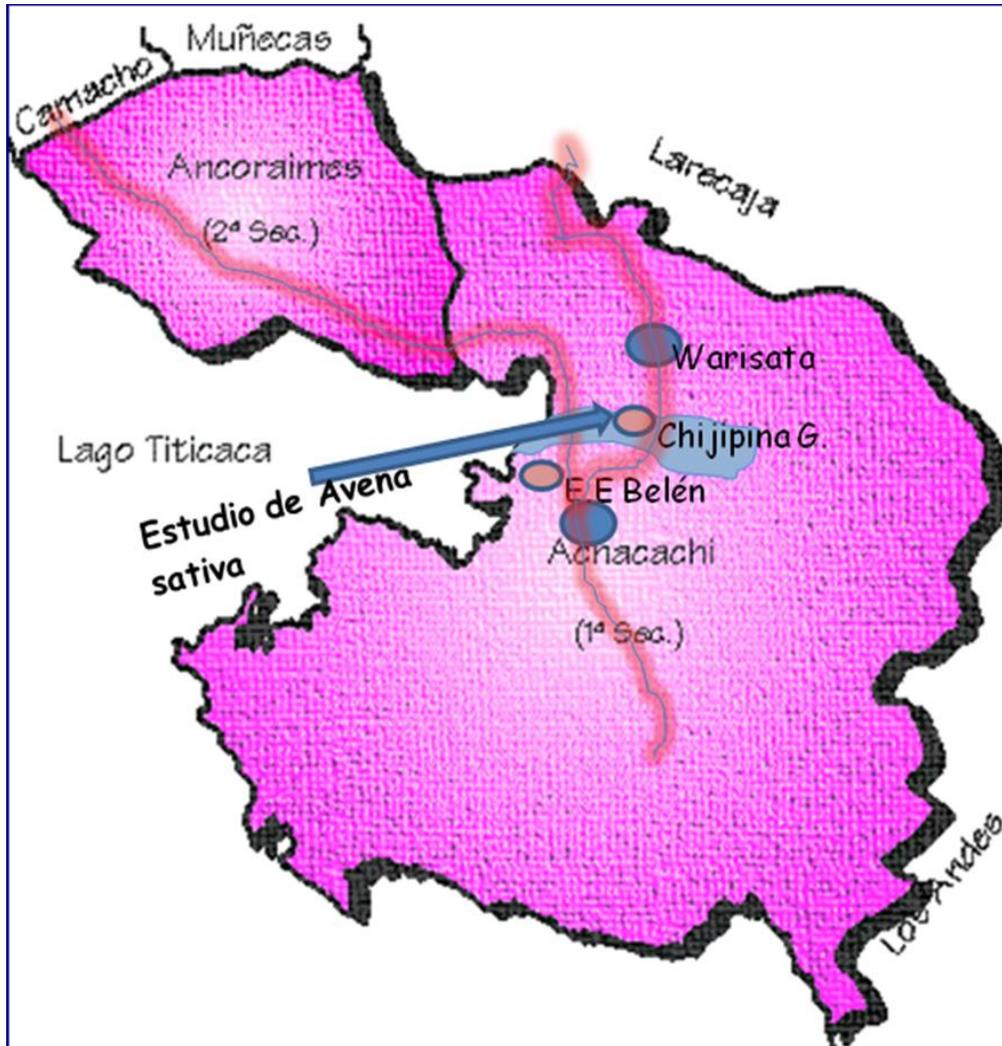


Figura 1. Mapa de localización – Provincia Omasuyos

3.2. Características Ecológicas.

3.2.1 Clima

La localidad de Chijipina Grande se encuentra ubicada en cercanías de la localidad de Belén (Estación Experimental de Belén). Por lo cual, las características ecológicas son similares.

López (1974), rememora lo indicado por Prada (1948) que el clima de la Estación Experimental de Belén, es frígido sin cambio térmico bien definido húmedo con invierno y primavera seco, con una temperatura promedio de 9,2 °C, Precipitación anual de 469,6 mm, número de días de lluvias de 120,3 días y con número de días de helada de 161,4 evaporación media de 5,1 mm. También señaló que las variedades de avena Rotemberger y Haidemur, avenas forrajeras excelentes con más de 40 t/ha en materia verde.

La zona de estudio de acuerdo a la clasificación ecológica de zonas de vida de Leslie Holdridge, se clasifica como Estepa montano templado – frío. El clima de la zona presenta una temperatura media anual de 9,5 °C., temperatura mínima de -5,10 °C, temperatura máxima de 21,4 °C y una humedad relativa del medio ambiente de 60,4% y una precipitación pluvial de 600 mm.

3.2.2 Suelos

Unzueta (1975), indica que la zona de estudio fisiográficamente se caracteriza por contar con un paisaje lago ondulado, sus suelos son profundos y permeabilidades que varían de moderado a muy poco permeable en todo el perfil.

Los suelos presentan una profundidad de capa arable con una textura de franco arcilloso y arenoso con contenido pobre en materia orgánica.

3.2.3 Vegetación y cultivos.

Según Cardozo (1974), la zona de Estación Experimental de Belén, y adyacentes de estudio presenta una vegetación relativamente abundante, con cobertura vegetal nativa de importancia como mostaza (*Brassica alba*), reloj-reloj (*Erodium cicutarium*), *Cortadella sp*, *Brassica spp*, Iru ichu (*Stipa sps*), *Bromus catharticus*, Cebadilla (*Bromus unioloides*), Totora (*Cyrpus sp*).

Actualmente, los cultivos de importancia están: Papa (*Solanum tuberosus*), Haba (*Vicia faba*), algo de cebada (*Hordeum vulgare*), trigo, oca, y entre los forrajes más cultivados están la Avena forrajera (*Avena sativa*) y Alfalfa (*Medicago sativa*) que ocupan superficies mayores que los cultivos arriba mencionados.

3.2.4. Ganadería y economía.

El área de estudio, se conoce también como la cuenca lechera, debido al desarrollo que se dio a partir de los años 1985, los productores campesinos realizan el manejo de ganado bovino de razas lecheras como Holstein, Pardo Suizo, comercializando directamente a las empresas procesadoras de leche de La Paz como PIL ANDINA, Dilizia, Francesa, Soalpro en módulos de acopio; es decir, la actividad ganadera de cría de ganado lechero es la principal fuente generadora de ingresos económicos para las familias, hecho que demanda las cantidades de forrajes necesario para el manejo

La actividad agrícola ha sido relegada al segundo lugar y de apoyo para la alimentación familiar, con pocas cantidades de sembradío que se realizan fundamentalmente con papa y haba.

4. MATERIALES Y METODOS.

4.1. Material del Campo.

4.1.1. Material vegetal.

El material vegetal utilizado para este estudio fue la Avena forrajera (Avena sativa) en sus tres variedades:

- 1) Avena Criolla que es procedente de la zona y adaptado al eco región desde hace varias décadas y utilizado por la mayoría de los productores hasta hace poco y cultivado en los diferentes tipos de suelos con resultados regulares por su rusticidad;
- 2) Rotemburger, una variedad introducida en años sesenta por IBTA (Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria) a la estación experimental de Belén, y fue difundido por toda el área de influencia, dando por sus excelentes resultados, y utilizado actualmente por los productores ganaderos lecheros por sus buenas ventajas en su crecimiento y rendimiento.
- 3) Gaviota, una variedad reintroducida en la zona por los productores e instituciones de desarrollo, y a través de la compra en semilleras locales, con buenos resultados en el crecimiento y rendimiento, similares al de variedad Rotemburger, la utilizada es de procedencia de SEFO de Cochabamba, tiene las siguientes características:

Pureza	99%
Germinación	96%
Valor cultural	95%

4.1.2. Suelo.

El suelo que se utilizó para el presente trabajo, anteriormente fue cultivado haba, de esta se utilizó una superficie de 410,80 m², que actúo como cama de cultivo de las variedades de avena; el agua de riego fue procedente de vertientes de la ladera de la cordillera real de los andes, conducida a través de acequias.

4.1.3. Material orgánico.

De acuerdo a Tapia, Blanco y Rea (1979), el cultivo de tarwi y haba fijan nitrógeno entre 40 y 50 kg/ha, porque los suelos son deficientes en nitrógeno, lo que induce a determinar que el porcentaje de nitrógeno en el suelo en función de las variedades adaptadas.

El material orgánico fue utilizado es el estiércol de ganado bovino lechero, que tiene cada productor, para el empleo de dosis de abonado.

La comunidad de Chijipina Grande se encuentra ubicada en cercanías de la Estación experimental de Belén, por esta razón, el tipo de suelo, clima y otros factores tienen similitud; por tanto según Mamani F. (1998) para FAO, los suelos contienen nutrientes en 0,22% de N; 36,28 ppm de P; 1,05 meq de K.

Por su parte Coca, M. (2001), indica que los suelos de la E.E. de Belén contienen 1.80 % de N; 1,08% de P y 2% de K. Mientras que para SEPAR, el suelo contiene 0,50% de N; 0,25% de P y 0,50% de K, recomendado que una tonelada de estiércol ofrece 5 kg de N; 2,5 kg de P y 5 kg de K.

Con referencia a datos de análisis de los suelos y estiércol realizados anteriormente por investigadores en E.E. Belén, se construyó el nivel de tratamientos de dosis de abonamientos del cultivo de variedades de avena.

Cuadro 4. Análisis del suelo de la Estación Experimental de Belén.

Análisis del suelo por institución	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Suelo, según FAO (1998)	0,22%	36,28 ppm	1,05 meq
Coca, M. (2001)	1,80%	1,08%	2%
	18 kg	10 kg	20 kg
Estiércol Bovino según SEPAR (2002)	0,50%	0,25%	0,50%
	5 kg	2,5 kg	5 kg
Requerimiento de nutrientes calculado para estudio	34 kg/ha	5 kg/ha	20 kg/ha

Cuadro 5. Dosis de estiércol y su aporte de nutrientes en kg/ha

Tratamiento	Dosis de estiércol	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
N ₁	0 t/ha	0	0	0
N ₂	20 t/ha	100	50	100
N ₃	30 t/ha	150	75	150
N ₄	40 t/ha	200	100	200

Cuadro 6. Distribución de estiércol por tratamientos en parcelas.

Tratamiento	Dosis en t/ha	En kg/m ²	Parcela en m ²	Cantidad por parcela	Por Bloque
N ₁	0	0	31,5	0,0	0,0
N ₂	20	2	31,5	63,0	189,0
N ₃	30	3	31,5	94,5	283,5
N ₄	40	4	31,5	126,0	378

El aporte de nutrientes por el estiércol para las diferentes dosis de abonado con el estiércol es como se elaboró

Cuadro 7. Aporte de nutrientes por el estiércol.

Tratamiento	Aporte de nutrientes por dosis de abonado:	N	P₂O₅	K₂O
N ₁	0 t/ha	0,00	0,00	0,00
N ₂	20 t/ha	0,315	0,1575	0,315
N ₃	30 t/ha	0,4725	0,2362	0,4725
N ₄	40 t/ha	0,63	0,135	0,63

4.2. Materiales de Laboratorio

El material de laboratorio utilizado fueron las balanzas de pesar, específicamente la romana, bolsas de polietileno.

4.3. Procedimiento experimental.

4.3.1. Preparación del terreno.

La preparación del terreno consistió en la primera etapa, con el regado de la parcela con agua de riego por inundación, el secado del mismo llevó a una humedad suficiente en 15 días, para luego realizar el removido con el rastra del tractor agrícola, haciendo tres pasadas en distintas direcciones para facilitar la aireación del terreno y liberando la compactación natural.

Posteriormente se realizó el trazado de la parcela con ayuda de una wincha métrica y estacas, determinándose el tamaño de las parcelas y la ubicación aleatoria de los tratamientos para la estercolización.

4.3.2. Abonamiento.

Esta práctica se realizó con la aplicación del estiércol en descomposición de acuerdo a los diferentes tratamientos dispuestos antes de la siembra y colocados a chorro continuo al suelo.

4.3.3. Siembra.

La siembra de avena se realizó la tercera semana de mes de noviembre de 2009 con una densidad de 100 kg/ha; correspondiendo para cada parcela individual de 10,5 m² de unidad experimental, 105 gramos de semilla.

La semilla fue colocada al voleo a la superficie del suelo, y enterrada al subsuelo con la rastra del tractor agrícola permitiendo una pasada uniforme.

4.3.4. Labores culturales

Estas labores consistieron en el control de malezas desde el momento de su germinación, como la mostaza (*Brassica alba*), reloj-reloj (*Erodium cicutarium*), cebadilla (*Bromus unioloides*) que son competidores de nutrientes del cultivo de avena y responsables de evaporar la humedad del suelo a través de la evapotranspiración por sus hojas anchas; que son hierbas comunes en la zona.

Otra acción fue el riego por inundación de cultivo de avena antes de la etapa de floración, debido a la sequía que se presentó la primera quincena de mes de enero de 2010.

4.3.5. Muestreo de las plantas

Por cada unidad experimental se identificaron diez plantas al azar, a los cuales se midieron quincenalmente la altura para determinar la curva de crecimiento.

4.3.6. Cosecha.

La cosecha se efectuó manualmente a los 154 días del desarrollo vegetativo del cultivo, cuando el 50% de las plantas han alcanzado el estado de grano lechoso. Las muestras cosechadas de área de evaluación se pesaron con una balanza, para conocer el peso fresco en kg/m².

Una parte de las muestras han sido preparadas y almacenadas en bolsas de polietileno a temperatura de 6 °C para su envío y análisis bromatológico en el laboratorio.

4.3.7. Secado de la muestra

Las muestras cosechadas se secaron en sombra, y a los quince días se pesó para conocer el peso seco en kg/m², para conocer el peso en heno.

4.4. Diseño experimental

El presente estudio se ejecutó bajo el diseño de Bloques al azar con una distribución en parcelas divididas, con 36 tratamientos de tres variedades de avena y 3 dosis de abonado con estiércol bovino, Castañeda (1978), cuyo modelo estadístico es el siguiente.

$$Y_{ijk} = U + B_k + V_j + E_{a_{jk}} + N_i + (N \times V)_{ij} + E_{b_{ijk}}$$

Donde:

U = media de la población

B_k = efecto de k-esima del bloque

N_i = efecto de i-ésima de dosis de abonamiento.

$E_{a_{jk}}$ = error del experimento en "a" (parcela grande – dosis de abono)

V_j = efecto de j-ésima de variedades de variedades determinadas.

$(N \times V)_{ij}$ = interacción de niveles por variedad

$E_{b_{ijk}}$ = error del experimento en "b" (subparcela – variedades de avena)

a = factor de dosis de abonamiento orgánico

b = factor de variedad

4.4.1. Factores de estudio.

Se consideran simultáneamente dos factores de producción como los niveles de abonamiento con compost de estiércol bovino, además de cada combinación como un tratamiento independiente dentro de las parcelas.

Los factores considerados son:

Factor A: Dosis de abonamiento

Cuatro niveles:

$N_1 = 0$ t/ha

$N_2 = 20$ t/ha

$N_3 = 30$ t/ha

$N_4 = 40$ t/ha

Factor B: Variedad

Tres variedades:

$V_1 =$ Variedad 1 (Criolla)

$V_2 =$ Variedad 2 (Rotenburger)

$V_3 =$ Variedad 3 (Gaviota)

En función a los factores en estudio se establecieron doce combinaciones de tratamientos independientes (cuadro 8).

Cuadro 8. Tratamientos del arreglo en parcelas divididas

Tratamientos	Descripción
$T_1 = N_1 \times V_1$	Abonado 1 (0 t/ha) por avena criolla (testigo)
$T_2 = N_1 \times V_2$	Abonado 1 (0 t/ha) por avena Rotemburger (testigo)
$T_3 = N_1 \times V_3$	Abonado 1 (0 t/ha) por variedad gaviota (testigo)
$T_4 = N_2 \times V_1$	Abonado 2 (20 t/ha) a por variedad criolla
$T_5 = N_2 \times V_2$	Abonado 2 (20 t/ha) a por variedad rotemburger
$T_6 = N_2 \times V_3$	Abonado 2 (20 t/ha) a por variedad gaviota
$T_7 = N_3 \times V_1$	Abonado 3 (30 t/ha) a por variedad criolla
$T_8 = N_3 \times V_2$	Abonado 3 (30 t/ha) a por variedad rotemburger
$T_9 = N_3 \times V_3$	Abonado 3 (30 t/ha) a por variedad gaviota
$T_{10} = N_4 \times V_1$	Abonado 4 (40 t/ha) a por variedad criolla
$T_{11} = N_4 \times V_2$	Abonado 4 (40 t/ha) a por variedad rotemburger
$T_{12} = N_4 \times V_3$	Abonado 4 (40 t/ha) a por variedad gaviota

4.4.2. Análisis de varianza y prueba de significancia.

De acuerdo con el diseño experimental planteado, el análisis de varianza se calculó considerando las siguientes fuentes de variación y grados de libertad:

Cuadro 9. Fuentes de variación

Fuentes de variación	Grados de libertad
Bloques	2
Nivel de Fertilización	3
Error A (Bloque x Nivel)	6
Variedades	6
Interacción Nivel por variedad	6
Error B	16
Total	35

Así mismo se aplicó la prueba de rango múltiple de Tukey al 5% de probabilidad, con el propósito de determinar las diferencias entre medias de los factores considerados.

4.4.3. Disposición de los tratamientos.

Los doce tratamientos se distribuyeron al azar en tres bloques, dando como resultado 36 unidades experimentales (Figura 2).

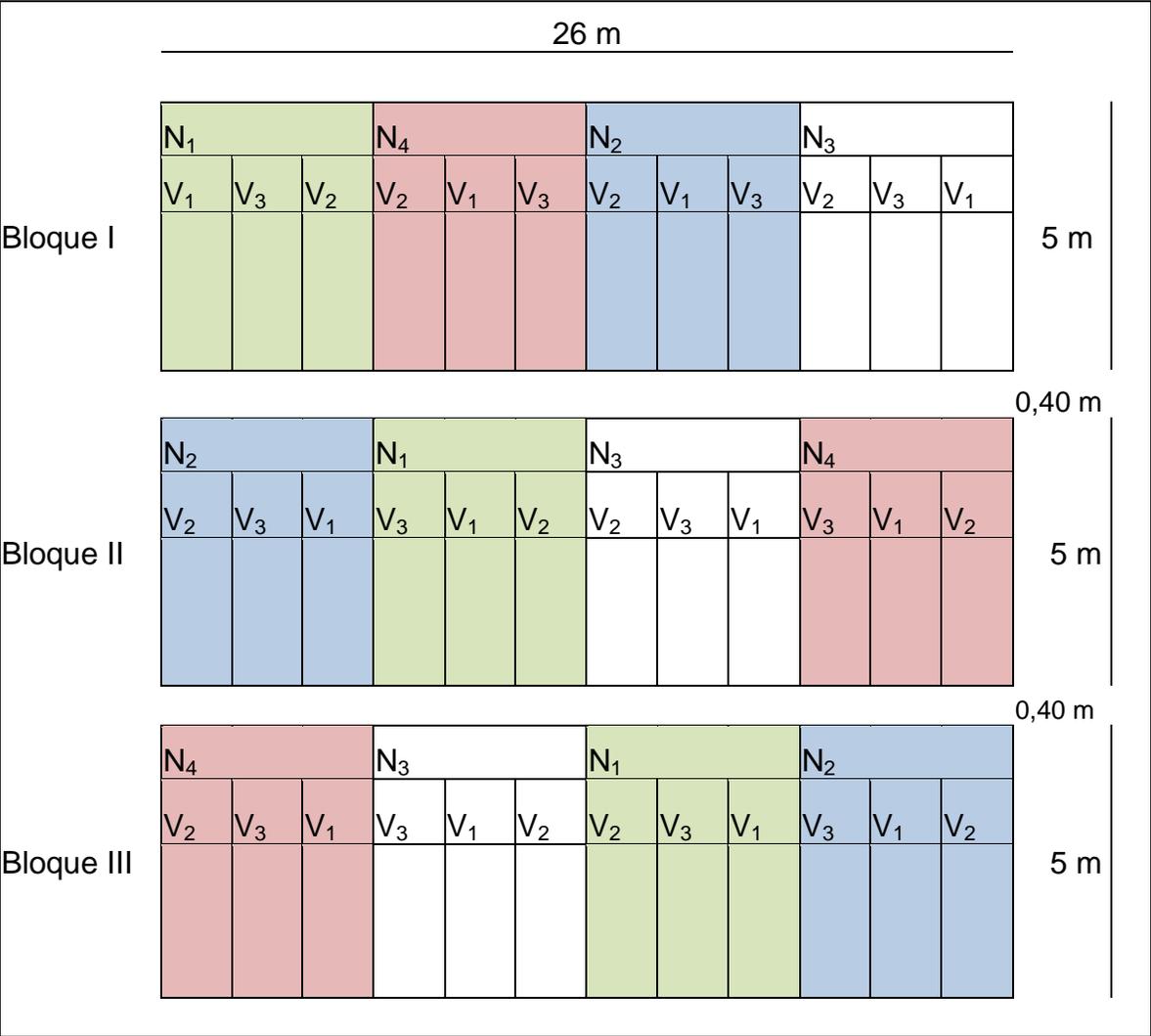


Figura 2. Croquis de la disposición de unidades experimentales

No total de tratamientos por bloque	12
No de bloques por experimento	3
No total de parcelas	36
Numero de surcos por parcela	7
Ancho de los surcos	30 cm
Largo de la parcela por ancho	5 m x 2,10 m
Distancia entre pasillos de bloques	40 cm
Área total por parcela	410,80 m ²
Área neta del experimento	398,20 m ²
Área de evaluación	2,70 m ²

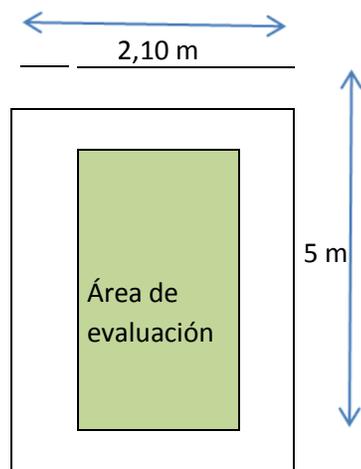


Figura 3. Área de evaluación de la Unidad Experimental

4.5. Variables de respuesta.

4.5.1. Variables agronómicas.

4.5.1. Altura de la planta (cm).

La altura de las plantas se determinó antes de la cosecha, utilizando una cinta métrica, teniendo la medición desde la base del tallo principal hasta la parte apical de la panícula. Así mismo también se realizó las mediciones de la longitud de las plantas durante su desarrollo se hizo con intervalo de quince días.

4.5.2. Macollo.

Para este propósito se tomaron al azar diez plántulas por parcela las cuales fueron remarcadas con cintas de polietileno, en las cuales se medio durante todo el desarrollo del estudio (Doneen 1972, Marca et. al. 1989).

El número de macollo se determinó realizó al momento de la cosecha en su etapa de maduración del grano lechoso, de las diez plantas seleccionadas al azar de cada parcela.

4.5.3. Número de hojas por macollo.

Es el recuento de número de hojas por macollo que también se realizó al momento de la cosecha de las mismas diez plantas identificadas por cada tratamiento y bloques o repeticiones dadas en los tratamientos establecidos.

4.5.4. Rendimiento de materia en verde.

Para esta variable se tuvo determinado un área útil de 2,70 m² para determinar en el campo mismo los rendimientos correspondientes, se cosechó de cada parcela la

parte media de la superficie de la parcela, es decir, dejando las orillas, para evitar el efecto del borde, atendiendo a lo recomendado por Doonen (1972). Para determinar el peso en verde se utilizó una balanza de precisión de +/- 100 gramos.

4.5.5. Rendimiento de materia seca.

Para este dato se obtuvo una muestra de aproximadamente de un kilo de materia fresca, separado y sellados herméticamente en bolsas de polietileno y adecuadamente conservados fueron enviadas a SELADIS para su determinación de materia seca, y aplicando la siguiente fórmula, se determinó la materia seca:

$$\mathbf{PST = (PFC \times PSM) / PFM}$$

Donde:

PST = Peso seco total de la cosechado del área cortada

PFC = Peso fresco total de la cosecha del área cortada

PSM = Peso seco de la muestra de la cosecha

PFM = Peso fresco de la muestra de la cosecha

El rendimiento se ha calculado de la siguiente manera:

$$\mathbf{Rend. MS = PST / A}$$

Donde: RMS = Rendimiento de materia seca en t/ha

PST = Peso seco total en toneladas (t)

A = Área cosecha en hectáreas (ha)

El rendimiento de materia seca se calculó multiplicando el rendimiento de la materia fresca por la relación de peso seco al peso fresco de la muestra, en toneladas por hectárea.

4.6. Variables fenológicas:

4.6.1. Emergencia de las plantas.

Después de la siembra de la semilla de avena, la primera medida de emergencia se realizó a los dieciséis días, cuando las plantas han llegado a emerger en un 50% de las plantas con una cobertura de 2 hojas y de largo de 4 a 9 cm según las variedades de la especie y tratamiento.

4.6.2. Días a la floración.

Los datos de la floración se registró cuando el 50% de las plantas presentaron panojas completamente libres de la vaina foliar, y la aparición de las florecillas con desprendimiento del polen.

4.6.3. Días a la maduración fisiológica de avena.

Este parámetro se consideró desde el momento de la emergencia de las primeras plántulas de avena hasta el día en que el 50% de las plantas han llegado al estado lechoso de sus granos, presentados después de la floración de las plantas.

Es una etapa crítica para la planta, que bajo condiciones normales todas las variedades, estarían capacitados de desarrollar en grano fresco en sus espigas y provocar el desarrollo del grano en la mayor parte de sus espigas de una planta.

4.7. Propiedades físicas y químicas del suelo.

Las propiedades físicas del suelo fueron determinadas en el laboratorio tomando las muestras del campo, levantadas al azar del área de estudio, colocadas en bolsas de polietileno debidamente identificada (cuadros 10 y 11).

Cuadro 10. Propiedades físicas del suelo.

Muestra	Arena	Arcilla	Limo	Clase textural	Dap (g/cc)	Carbonatos libres	pH en agua	pH en KCl 1N	C.E. dS/m
M1	5	54	41	YL	1,21	P	6,82	6,74	0,411
M2	5	51	44	YL	1,26	P	7,37	6,92	1,358

FUENTE: Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear, IBTEN 2009

Referencias:

Dap: Densidad aparente

P: Presente

YL: Arcilloso Limoso

C.E.: Conductividad eléctrica en deciSiemens por metro

Cuadro 11. Propiedades químicas del suelo.

Muestra	Cationes de cambio (meq/100gr suelo)							SAT	Mat	N	P
	Al+H	Ca	Mg	Na	K	TBI	CIC	BAS	Org.		
M1	0,04	11,13	6,16	0,66	2,16	20,12	20,16	99,8	4,37	0,2	54,23
M2	0,03	11,76	6,24	3,64	4,93	26,57	26,6	99,9	3,72	0,18	75,97

FUENTE: Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear, IBTEN 2009

En este suelo anteriormente fue cultivada haba y posteriormente abonada con estiércol con medidas de dosis, variable que se considera concomitante o afín dentro del estudio.

4.8. Análisis químico del estiércol.

Se determinó las características químicas del estiércol del bovino, para conocer a través del método de Kjendahl, Espectrofotometría UV-Visible, Emisión atómica como se muestra en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Análisis químico de estiércol

Código	Nitrógeno %N	Fosforo %P	Potasio %K	Materia seca %
Muestra de estiércol	1,45	0,64	1,54	51

FUENTE: Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear, IBTEN 2009

4.9. Humedad del suelo.

Antes de la siembra de avena (variedades criolla, gaviota y rotemburger) se aplicó un riego a capacidad de campo quince días antes, para ablandar el suelo y proveer de humedad y garantizar la germinación del material biológico.

Durante el estudio se aplicaron riego durante dos veces; la primera se realizó el 16 de enero de 2009, debido a la presencia irregular de las lluvias en la temporada de crecimiento de las plantas, y la falta de humedad del suelo.

El segundo riego se realizó en la etapa de la prefloración por la no presencia de las lluvias, provocando un déficit hídrico en el desarrollo de las plantas, aplicándose el 20 de marzo de 2009, realizando el mismo proceso.

El tema de riego no es parte del estudio, sino para coadyuvar el proceso de crecimiento normal y desarrollo del ciclo del cultivo, con el objetivo de determinar la producción de la avena, destinado para el heno como alimento del ganado.

4.10. Localización.

Para conocer las características del clima de la comunidad y la zona, se utilizó los datos climatológicos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), que tiene un puesto instalado de una estación termo pluviométrico, en la Estación Experimental de Belén.

4.10.1. Precipitación

La precipitación es de importancia para la campaña agrícola de la gestión, para favorecer la humedad adecuado y permanente del subsuelo, para la germinación de las semillas, crecimiento y desarrollo completo de la planta; este factor de producción es medido todos los días en la estación meteorológica de la comunidad de Belén, siendo este el referente para el estudio.

Los datos que se muestran a continuación son promedios de recopilación de 11 años y de las registradas de la gestión 2009 y 2010.

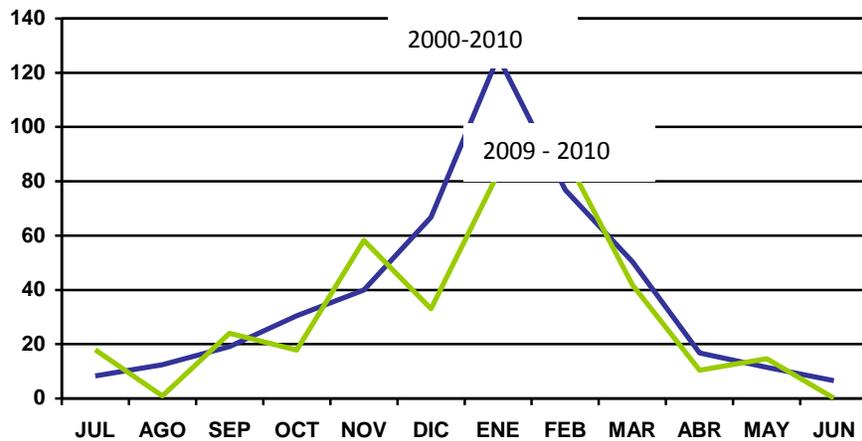
El cuadro 13, muestra los valores de las precipitaciones mensuales ocurridas de promedio de 11 años desde 2000 al 2010 y la presentada durante la gestión 2009 a 2010; valederos a ser tomados en cuenta para el análisis de la ocurrencia de las lluvias, para la campaña agrícola, en el cuadro se observa que la cantidad promedio de precipitaciones del mes de enero es mayor a la presentada en diciembre y enero de 2010, época de crecimiento de las plantas.

Cuadro 13. Precipitación anual promedio de 11 años y 2009 – 2010.

AÑO	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
2000	-											
2010	8,3	12,4	19,1	30,5	40,0	66,8	125,9	76,9	50,4	16,7	11,5	6,6
2009	a											
2010	17,9	0,9	24,0	17,8	58,2	33,0	83,0	89,2	41,8	10,4	14,6	0,1

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI.

La figura 4 muestra la relación de curva de precipitación promedio de 11 años y la gestión agrícola de estudio, en la cual se observa el pico de precipitación es los meses de diciembre y enero alcanza a 125,9 mm, en la relación a la gestión precipitación presentada a la gestión agrícola 2009 a 2010 con una cantidad de 83 mm, siendo menor rango al promedio general.



Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI.

Figura 4. Curva de precipitación en mm.

Para estimar la presencia de lluvias de la temporada se acudió a las estadísticas de Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), para calcular los pronósticos de las lluvias para la gestión agrícola del año. La baja precipitación de la temporada repercutió en utilizar agua de riego para adicionar al suelo para favorecer el normal crecimiento del cultivo.

4.10.2. Temperatura

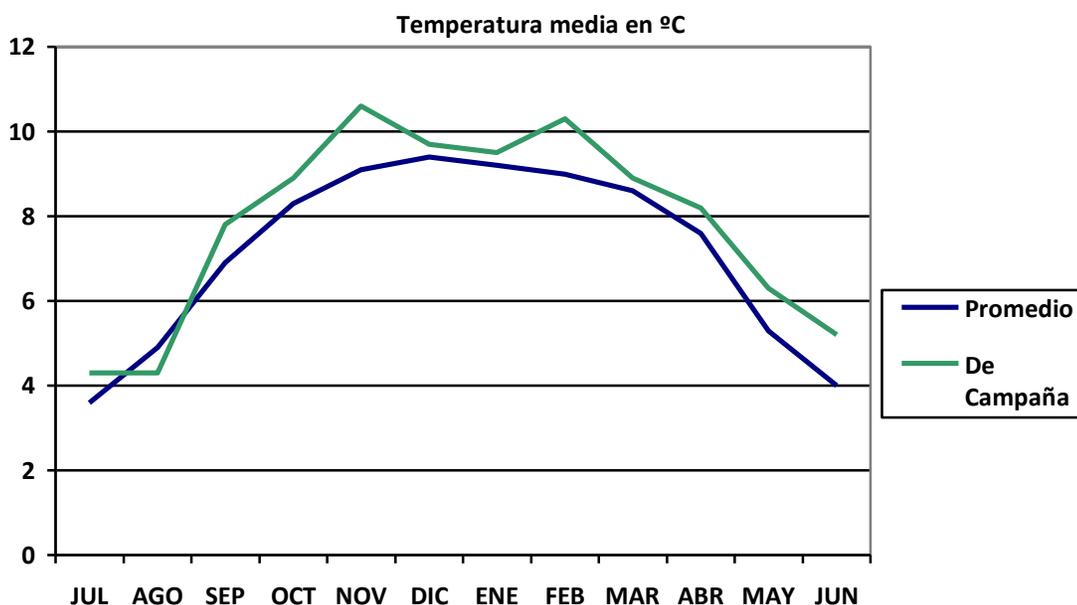
En cuando a la temperatura, esta se caracteriza por presentarse la máxima y mínima en la zona del Altiplano y que es muy marcado para la época de invierno, a partir de los datos meteorológicos media se calculó el promedio de registros diarios de temperatura máxima y mínima de 11 años, el cual se muestra en el cuadro 14.

Cuadro 14. Temperatura promedio de 11 años y de 2009 – 2010.

AÑO	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
2000 – 2010 en °C	3,6	4,9	6,9	8,3	9,1	9,4	9,2	9,0	8,6	7,6	5,3	4,0
2009 - 2010 en °C	4,3	4,3	7,8	8,9	10,6	9,7	9,5	10,3	8,9	8,2	6,3	5,2

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI.

La figura 5, muestra el grado de comportamiento climático de la temperatura, así el promedio marca una curva ascendente uniforme desde el mes de julio hasta octubre, la cual se mantiene en una curva leve hasta el mes de marzo, para luego descender marcadamente hasta junio. En tanto que el comportamiento media de la temperatura de la campaña agrícola para el estudio, se nota un ascenso hasta mes de noviembre un valor de 10, 6 °C, teniendo posteriormente un descenso para meses de diciembre - enero hasta 9,5 °C, y que recupera para mes de febrero hasta 10,3 °C, este hecho muestra que las bajas temperaturas de meses de diciembre y enero influyeron negativamente en el desarrollo normal del cultivo, ya que según Mariscal (1992), indica que las temperaturas bajas retardan el desarrollo de las plantas, mientras que las altas lo aceleran y acortan el ciclo vegetativo de las plantas.



Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI

Figura 5. Curva de comportamiento de temperatura en °C.

Cuadro 15. Temperatura máxima, mínima y media.

	2009						2010					
AÑO	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
T° máxima	14,1	15,1	16,4	17,5	17	16,1	15,1	16	15,9	17	15,3	15,5
T° media	2,5	4,8	5	8,4	8,6	10,2	9,2	10	10,2	9,4	7,4	6,4
T° mínima	-9,1	-5,5	-6,5	-0,8	0,2	4,2	3,3	3,9	4,5	1,8	-0,6	-2,7

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI

De acuerdo a la figura 6, se nota el comportamiento del clima en temperaturas máxima, media y mínima calculada para la campaña agrícola del estudio; hecho que se observa principalmente para los meses de diciembre y enero hay un decremento, que pudiera afectar el normal desarrollo de los cultivos, acompañado de días soleados, carencia de lluvias y una sequia que se vivió durante el mes.

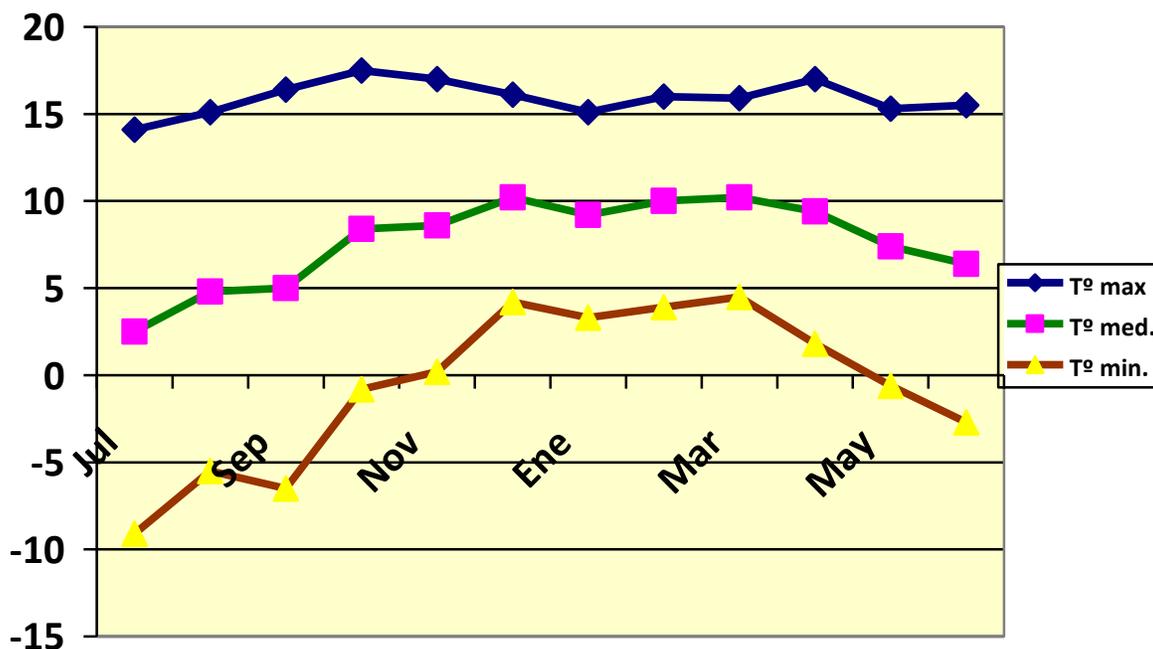


Figura 6. Temperaturas máxima, mínima y media en °C.

Las variaciones en mayor o menor grado fueron influencias por las condiciones climáticas reinantes; entre las variables meteorológicas medidas directamente durante la realización del presente estudio tenemos a la temperatura diaria y la precipitación, los promedios y sumatorias mensuales se presentan en el siguiente cuadro 16.

4.10.3. Humedad relativa

La humedad relativa del medio ambiente como se presenta en el cuadro 15, fluctúa entre como promedio de los 11 años (2000 – 2010) un 48,3 % para los meses de invierno junio y julio hasta 66% para enero a marzo, y en la gestión agrícola de la campaña 2009 a 2010, fue de 51,4 % para mes julio y 72,4 para los meses de enero a marzo, valores superiores al promedio de 11 años.

Cuadro 16. Humedad relativa del ambiente de la zona de estudio.

AÑO	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
2000 - 2010	48,8	51,1	55	56,7	57,3	61,6	66,8	67,6	67	61,7	51,9	48,3
2009 - 2010	51,4	52,6	60,1	63,3	65,5	69,7	72,4	73,5	72,8	67	58,9	56,4

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI.

La figura 7, muestra el comportamiento de nivel de humedad relativa de medio ambiente, con valores superiores a los 50% en los meses de desarrollo del cultivo de avena forrajera, y con valores superiores al promedio anual de 11 años, lo que favoreció el desarrollo de las plantas en parte.

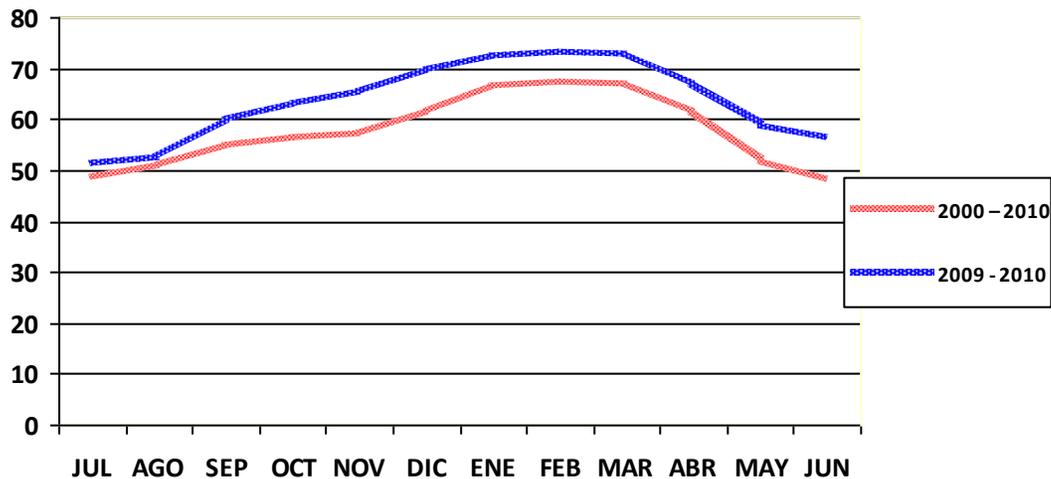


Figura 7. Comportamiento de humedad relativa.

En generalidad el comportamiento del clima en la zona de estudio, a través de la Estación Experimental de Belén de la gestión agrícola 2009 y 2010 fue como la que se presenta en el cuadro 17, dichos datos varían sustancialmente con respecto a los promedios de los once años.

Cuadro 17. Promedios de variables meteorológicas 2009 y 2010.

VARIABLE	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
Precipitación total (mm)	24,3	20,3	63,1	37,4	50,3	52,6	9,7	1,0
Temperatura máxima (°C)	16,0	16,8	15,4	15,3	15,0	14,9	15,3	15,3
Temperatura mínima (°C)	0,7	2,0	3,5	3,0	2,8	2,0	-0,6	-3,8
Temperatura media (°C)	8,4	9,4	9,5	9,2	8,9	8,5	7,4	5,8
Humedad relativa media (%)	64,0	62,0	67,5	70,6	71,2	71,4	68,4	76,2

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI

Las relaciones entre temperaturas máximas y mínimas diarias y el crecimiento del cultivo aparentemente no hay una significación, sin embargo, el comportamiento

anormal del clima de la gestión 2009 – 2010 han permitido agregar agua de riego, por poca precipitación.

La zona se caracteriza agroecológicamente por ser montano frío, con el mes más caluroso de acuerdo al promedio de las temperaturas es noviembre, diciembre y enero, lo que favoreció al desarrollo del cultivo en estas épocas.

La presencia de mayor precipitación fue en el mes de diciembre con 63,10 mm, que favoreció la germinación de las semillas, y la poca continuidad de frecuencia de lluvias y bajas precipitaciones en enero que llegó a 37,40 mm no fueron suficientes para el desarrollo del cultivo, este aspecto no se refleja en el rendimiento de la materia seca.

4.11. Cálculos complementarios.

4.11.1. Tasa de crecimiento.

A partir del seguimiento a la medición de altura de la planta quincenalmente fue la tasa de crecimiento de la planta durante el ciclo vegetativo, es decir, el crecimiento por día de la elongación de las plantas en las diferentes fases de estado de desarrollo, para verificar qué variedades y en que niveles de dosis de abonado, varía el comportamiento de la tasa de crecimiento mejor o normal a este efecto.

4.11.2. Costos parciales de producción.

Los costos parciales de producción se realizaron de acuerdo a la metodología del CIMMYT (1988), considerando los siguientes indicadores:

4.11.2.1. Beneficio bruto:

Es la relación que resulta del producto del rendimiento promedio por tratamiento con el precio ajustado, y cuya ecuación que representada es:

$$\mathbf{BB = R * P}$$

Donde:

BB = Beneficio Bruto

R = Rendimiento Promedio por tratamiento

P = Precio del producto Ajustado

4.11.2.2. Beneficio neto:

Esta variable de análisis económico resulta de la diferencia entre el beneficio bruto y el total de costos variables de la producción, su ecuación es:

$$\mathbf{BN = BB - TC}$$

Donde:

BN = Beneficio neto

BB = Beneficio Bruto

TC = Total Costos Variables de producción

4.11.2.3. Tasa de Retorno Marginal (TRM).

Se define como la relación del beneficio neto correspondiente al primer nivel de tratamiento no dominado, menos el beneficio neto del segundo tratamiento no dominado, para luego dividir el resultado entre la diferencia de costos variables del primer nivel del tratamiento no dominado menos el segundo nivel expresado en porcentaje, siendo la ecuación:

$$\mathbf{TRM = (BN1 - BN2 / CV1 - CV2) * 100}$$

Donde:

TRM = Tasa de retorno marginal

BN1 = beneficio neto en el primer nivel de tratamiento, no dominado

BN2 = beneficio neto en el segundo nivel del tratamiento, no dominado

CV1 = costos variables total en el primer nivel del tratamiento no dominado

CV2 = costos variables total en el segundo nivel de tratamiento no dominado

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Variables agronómicas

5.1.1. Altura de la planta.

El Cuadro 18 presenta el análisis de varianza para altura de la planta, que demuestra que no existen diferencias estadísticas en los niveles de fertilización orgánica e interacción entre niveles de fertilización orgánica por variedades (Pr.>0.05), sin embargo, el factor variedades presenta significancia estadísticas (Pr.<0.05).

Por otro lado, el coeficiente de variación de 4.14 % de análisis de varianza demuestra la confiabilidad de los datos obtenidos (Calzada, 1983).

Cuadro 18. Análisis de varianza de altura de planta en avena.

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Cal.	Pr. > F
Bloques	2	435.50	217.75		
Nivel Fertilización Org.	3	701.64	233.87	4.76	0.0500 ns
Error "A"	6	294.94	49.16	-	-
Variedades	6	598.16	299.08	9.05	0.0024 **
Interacción Nivel x Corte	6	165.61	27.60	0.84	0.5605 ns
Error "B"	16	2314.67	145.22	-	-
Total	35	2724.75	-	-	-

G L = Grados de libertad; C.M. = Cuadrado medio; F Cal= F calculada;
Pr.F= Probabilidad de F; ** = Altamente significativo; * = Significativo; ns = no significativo.
C.V. = 4.14 %

La no existencia de diferencias significativas en los niveles de dosis de abonado explica que este factor no influye positivamente en la altura del cultivo, sino que el incremento de dosis de abonado no tiene efecto en la altura del cultivo y sus variedades de avena sembrada. Así también, que el dosis de abonado por

variedades de avena no se interactúa, siendo ambos factores muy independientes entre sí.

Sin embargo el uso de variedades en los tratamientos es estadísticamente significativo, debido a que cada variedad tiene diferente factor potencial genético en el desarrollo de la altura.

La prueba múltiple de tukey (Cuadro 19), y figura 8, demuestran que los promedios de altura de planta por variedades de avena Gaviota y Rotemberger con 142.5 cm y 140.7 cm respectivamente han demostrado que han alcanzado mayor altura en su crecimiento y son estadísticamente similares entre ambos, y superiores frente a la variedad criolla y además son diferentes.

Es decir, que las variedades gaviota y rotemberger han crecido mas que la variedad criolla, debido a su potencial genético, y posiblemente a la buena asimilación de carbono como plantas C3, por tener cloroplastos más desarrollados en proceso fotosintéticos de gliconatos.

Cuadro 19. Prueba múltiple de Tukey para la altura de planta por variedad

Variedades	Altura de planta (cm)	Prueba Tukey (5%)
Gaviota	142,5	A
Rotemberger	140,7	A
Criolla	133,1	B

La falta de significancia en el dosis de abonado repercute que este factor externo no interactúa directamente con el comportamiento fenotípico de las variedades de avena, es decir, que cada variedad va conservando su genotipo en el proceso de crecimiento del cultivo.

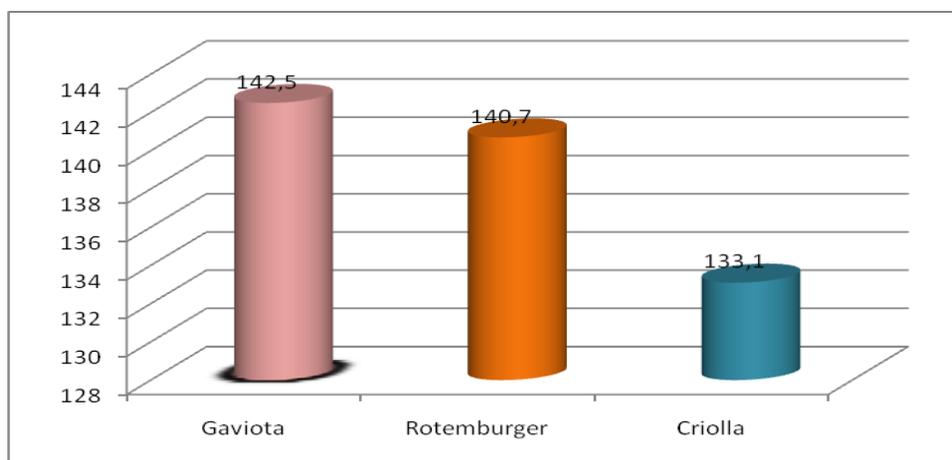


Figura 8. Promedio de altura de planta por variedades

5.1.2. Numero de macollos por planta.

El análisis de varianza (Cuadro 20) para el número de macollos presenta diferencias estadísticas significativas entre niveles de fertilización orgánica y entre variedades (Pr.<0.01), y la interacción niveles de fertilización orgánica por variedades (Pr.>0.05), no existe diferencias estadísticas.

Por otro lado, el coeficiente de variación de 11.76 % de análisis de varianza demuestra la confiabilidad de los datos obtenidos (Calzada, 1983).

Cuadro 20. Análisis de varianza para el número de macollos.

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Cal.	Pr. > F
Bloques	2	102.17	51.08		
Nivel Fertilización Org.	3	3752.67	1250.89	26.02	0.0008 **
Error "A"	6	288.50	48.08	-	-
Variedades	6	2314.67	1157.33	15.68	0.0002 **
Interacción Nivel x Corte	6	871.33	145.22	1.97	0.1308 ns
Error "B"	16	2314.67	145.22	-	-
Total	35	8510.000	-	-	-

G L = Grados de libertad; C.M. = Cuadrado medio; F Cal= F calculada;
 Pr.F= Probabilidad de F; ** = Altamente significativo; * = Significativo; ns = no significativo.
 C.V. = 11.76 %

Un aumento en el dosis de abonado con estiércol, que es portadora de macro nutrientes como N, P y K permite la formación de protuberancia de macollo, asociado a la humedad del suelo; es decir a un incremento de dosis de abonado aumenta la capacidad del suelo y el mismo estiércol de liberar nutrientes capaces de activar la capacidad genética de la avena.

La incorporación del estiércol en descomposición no solamente mejora las características del suelo sino incorpora con los nutrientes necesarios, como señala Flores (1981).

La no interacción de dosis de abonado por la avena, se debe a que ambos factores no están asociados y actúan uno del otro independientemente, en el comportamiento del ciclo vegetativo del cultivo.

Cuadro 21. Prueba de Tukey para número de macollos por abonado

Nivel Fertilización Org.	Número de macollos	Prueba Tukey (5%)
N2 = 30 t/ha	85.1	A
N3 = 40 t/ha	81.1	A
N1 = 20 t/ha	63.0	B
N0 = 0 t/ha	62.8	B

La prueba múltiple de Tukey del Cuadro 21 y Figura 9, para dosis de abonado para avena, presenta que cuando el dosis de abonado es igual o mayor a 30 t/ha, motiva la formación de mas macollo, que cuando la dosis es baja. Debido a que la mayor dosis de abono aporta con más elementos nutritivos como el fosforo, actúa directamente en la formación de macollo; razón por la cual el dosis de abonado de 30 y 40 t/ha son estadísticamente son similares.

La aplicación de dosis de abonado, que consecuentemente aporta los niveles de nitrógeno permite activar la formación de tallos laterales (macollos) a partir de los

meristemas laterales, con la consecuente formación sucesiva de más meristemas a partir de las nuevas plantas con sus respectivas raíces, aquello sucede a un incremento sucesivo de dosis de abonado.

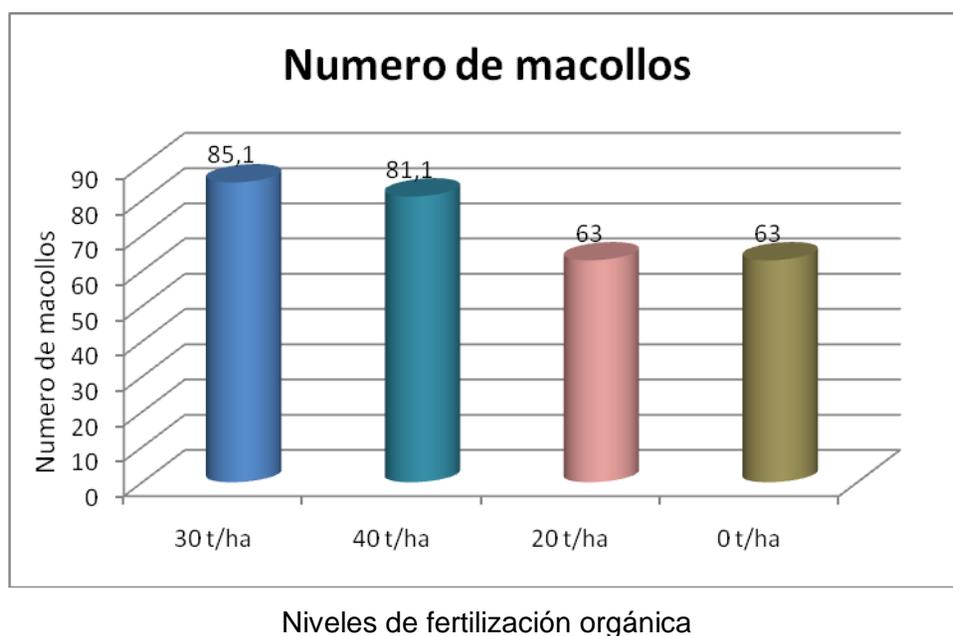


Figura 9. Numero de macollo por niveles de fertilización orgánica

En tanto que la prueba múltiple de tukey (Cuadro 22) y Figura 10, denota que el promedio de número de macollos por variedades de avena (Gaviota y Rotemburger) al 5% es similar con 82 y 75 macollos, siendo similares estadísticamente ante la variedad Criolla con 62 números de macollos, siendo inferior.

Cuadro 22. Prueba de Tukey de número de macollos por variedades

Variedades	Número de macollos	Prueba Tukey (5%)
Gaviota	82	A
Rotemburger	75	A
Criolla	62	B

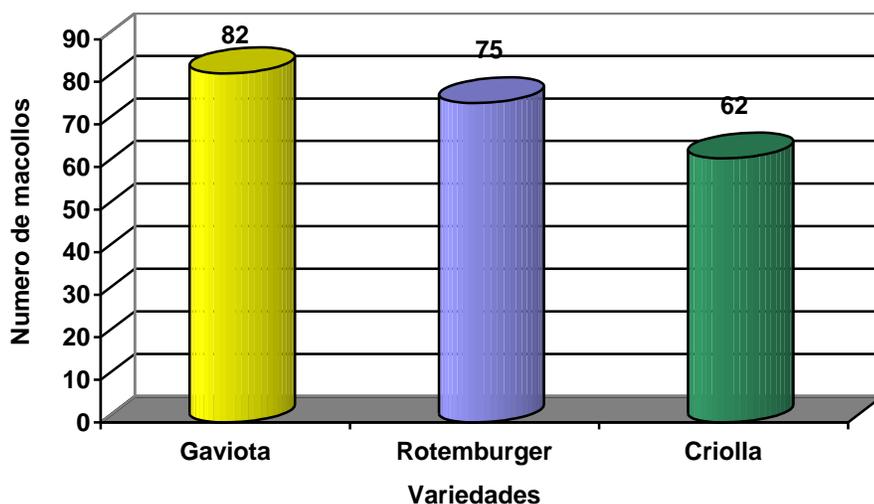


Figura 10. Promedios de número de macollos por variedades

La variedad criolla por presentar menos macollos frente a variedades mejoradas, manifiesta la característica que tiene de menor capacidad genética de formar macollos, aunque las condiciones media ambientales coadyuven, siendo la variedad un eco tipo de la microrregión.

La producción de mayor número de macollos repercute a la hora de la cosecha en el rendimiento del forraje, coadyuvado por la dosis de abonado aplicado satisfactoriamente de acuerdo a los requerimientos nutritivos del cultivo. La cual se cumple con lo señalado por Mendieta (1993) que el rendimiento de la avena depende directamente del grado de macollaje.

5.1.3. Número de hojas por macollo.

El Cuadro 23 de análisis de varianza para el número de hojas, presenta que las diferencias estadísticas son altamente significativas para dosis de abonado y variedades ($Pr.<0.01$), no habiendo la interacción de dosis de abonado por variedades ($Pr.>0.05$), ya que el dosis no tienen influencia en las variedades en esta variable. Por otro, el coeficiente de variación de 13.23 %, demuestra que los datos son confiables para su análisis (Calzada, 1983).

Cuadro 23. Análisis de varianza de número de hojas en avena.

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Cal.	Pr. > F
Bloques	2	8362.67	4181.33	2.09	0.2044 ns
Nivel Fertilización Org.	3	148711.67	49570.56	24.81	0.0009 **
Error "A"	6	11986.00	1997.67	-	-
Variedades	6	187401.17	93700.58	22.85	<.0001 **
Interacción Nivel x Corte	6	19576.83	3262.81	0.80	0.5868 ns
Error "B"	16	187401.17	3262.81	-	-
Total	35	441637.0	-	-	-

G L = Grados de libertad; C.M. = Cuadrado medio; F Cal= F calculada;
 Pr.F= Probabilidad de F; ** = Altamente significativo; * = Significativo; ns = no significativo.
 C.V. = 13.23 %

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

Cuadro 24. Prueba de Tukey para dosis de abonado para hojas.

Nivel Fertilización Org.	Número de hojas	Prueba Tukey (5%)
30 t/ha = N2	566	A
40 t/ha = N3	523	A
20 t/ha = N1	443	B
0 t/ha = N0	403	B

La prueba de Tukey (Cuadro 24) y Figura 11 presenta que el dosis de abonado de 30 y 40 t/ha produce número de hojas similares estadísticamente y mayores que abonado con 20 t/ha o menos, es decir, que a mayor dosis de abonado estimula la

formación de mayor número de hojas en la avena, independientemente de la variedad.

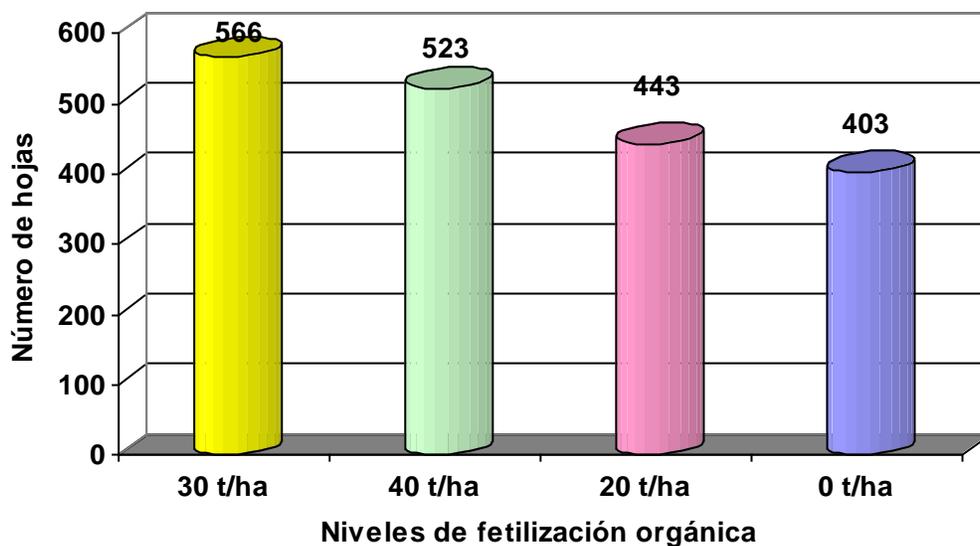


Figura 11. Número de hojas por niveles de fertilización orgánica

En tanto, que la prueba múltiple de tukey por variedades (Cuadro 25) y Figura 12, demuestra que las variedades Gaviota y Rotemberger produjeron mayor cantidad de hojas y similares estadísticamente frente a la variedad criolla con menor número de hojas en la avena, factor que se debe a que la característica genética de las variedades mejoradas es superior a la de la criolla, manifestadas en la condiciones de estudio. También coadyuvado, por la posición de las hojas para captar la luminosidad y aprovechamiento de fotosíntesis.

Cuadro 25. Prueba Tukey para número de hojas por variedades

Variedades	Número de hojas	Prueba Tukey (5%)
Gaviota	546	A
Rotemberger	522	A
Criolla	383	B

La cantidad de hojas en las plantas tiene importancia en la relación hojas por macollo, desde el punto de vista de la alimentación de los animales de rumia, las hojas son las portadoras de mayor cantidad de nutrientes y ofrecen palatabilidad. En términos generales existe una relación entre la producción de hojas a partir de los macollos, e influye directamente en el rendimiento del forraje.

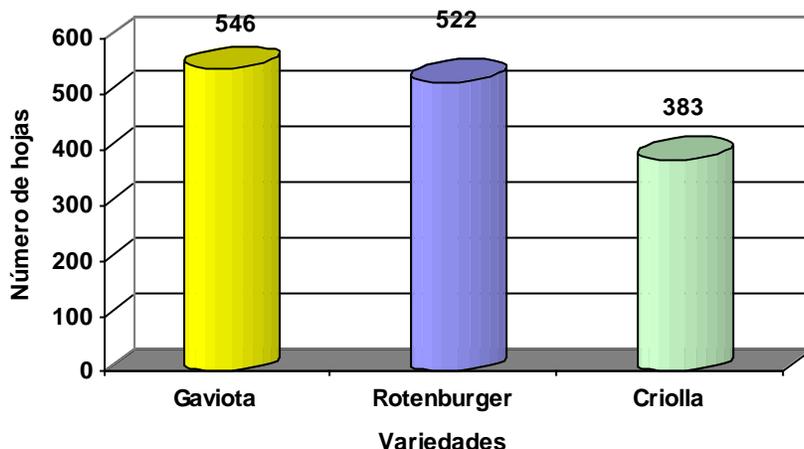


Figura 12. Promedios de número de hojas por variedades de avena.

5.1.4. Rendimiento en materia verde.

El análisis de varianza de rendimiento de materia verde (Cuadro 26), indica que existen diferencias estadísticas altamente significativas, entre niveles de fertilización orgánica y variedades ($Pr.<0.01$), en cambio en la interacción niveles de fertilización orgánica por variedades no presenta diferencias estadísticas ($Pr.>0.05$), porque el dosis de abonado no tienen influencia en las variedades en cuanto al rendimiento de materia verde. Por otro, el coeficiente de variación es de 9.36 %, que demuestra que los datos son confiables para su análisis, (Calzada, 1983).

Cuadro 26. Rendimiento de materia verde en avena.

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Cal.	Pr. > F
Bloques	2	7.48	3.74		
Nivel Fertilización Org.	3	708.05	236.02	14.29	0.0039 **
Error "A"	6	99.08	16.51	-	-
Variedades	6	903.46	451.73	22.03	<.0001 **
Interacción Nivel x Corte	6	33.21	5.54	0.27	0.9430 ns
Error "B"	16	903.46	5.54	-	-
Total	35	2079.44	-	-	-

G L = Grados de libertad; C.M. = Cuadrado medio; F Cal= F calculada;
 Pr.F= Probabilidad de F; ** = Altamente significativo; * = Significativo; ns = no significativo.
 C.V. = 9.36 %

Las diferencias estadísticas altamente significativas para el dosis de abonado, se debe a que el incremento sustancial de abono orgánico estimula la mayor producción de la biomasa, debido a que un mayor abonamiento con estiércol, incorpora el nitrógeno que es necesario para mantener el follaje verde y el fosforo ayuda en el desarrollo de la planta y la formación del grano, siendo recomendable abonar de 5 a 10 t/ha para mejorar la calidad del suelo, Palomino (2006).

Similarmente se observa la significancia de las variedades, es así que la capacidad genotípica de las variedades mejoradas se manifiesta en la producción con respecto a la variedad local.

Cuadro 27. Prueba de Tukey para rendimiento en verde por el abonado.

Nivel Fertilización Org.	Materia verde t/ha	Prueba Tukey (5%)
40 t/ha = N3	53.4	A
30 t/ha = N2	52.0	A
20 t/ha = N1	45.1	B
0 t/ha = N0	43.0	B

La prueba múltiple de Tukey (Cuadro 27) y Figura 13, demuestra el dosis de abonado orgánica con 40 y 30 t/ha respectivamente arrojan un rendimiento de 53.4 y 52.0 t/ha que son similares estadísticamente y superiores en el rendimiento a un dosis de iguales o menores a 20 t/ha, independientemente de las características genotípicas de las variedades de avena.

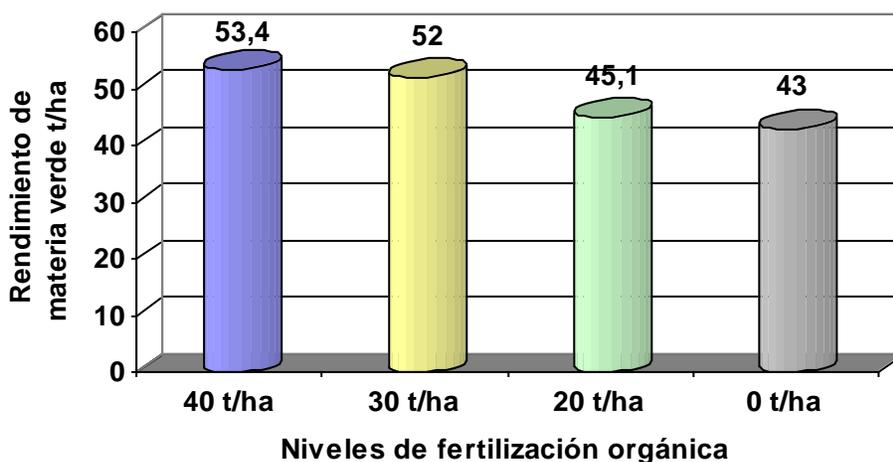


Figura 13. Rendimiento de materia verde por niveles de abonado orgánica.

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

Por otro lado, también la prueba múltiple de Tukey (5%), presenta los promedios de rendimiento por variedades (Cuadro 28) y Figura 14, donde las variedades Rotemberger y Gaviota con rendimiento de 51.9 y 51.8 t/ha son similares estadísticamente y superiores a la variedad Criolla que tiene un rendimiento de 41.3 t/ha de rendimiento siendo estadísticamente inferior a las variedades mejoradas.

Cuadro 28. Prueba Tukey de rendimiento en verde por variedades.

Variedades	Materia verde t/ha	Prueba Tukey (5%)
Rotemburger	51.9	A
Gaviota	51.8	A
Criolla	41.3	B

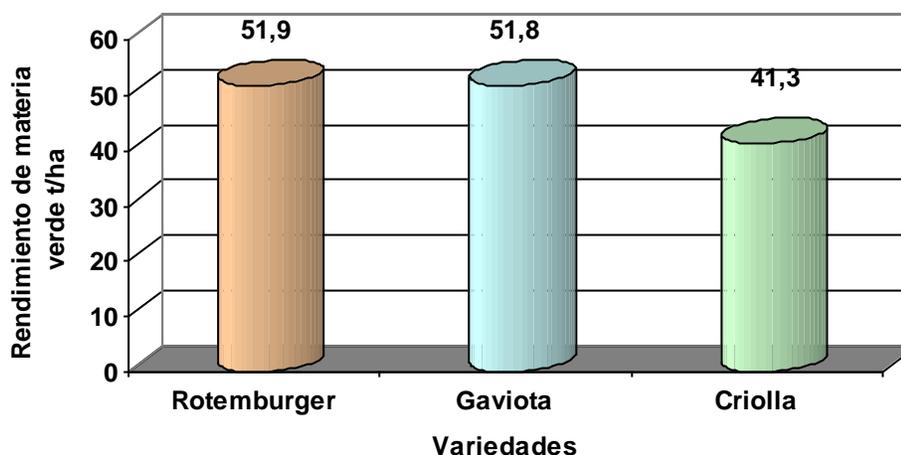


Figura 14. Rendimiento de materia verde por variedades.

La variedad criolla de acuerdo a su rendimiento manifiesta el bajo potencial genético de producción, con respecto a variedades mejoradas como gaviota y rotemburger. Este factor se debe a que la avena criolla ha permanecido muchos años, lo que ocasionó la pérdida de capacidad productiva.

5.1.5. Rendimiento de materia seca.

El análisis de varianza (Cuadro 29) presenta el rendimiento de materia seca, donde existen diferencias estadísticas altamente significativas para el dosis de abonado y las variedades ($Pr.<0.01$), en cambio no hay interacción de dosis de abonado por variedades ($Pr.>0.05$), es decir que el dosis de abonado no tienen influencia en las

variedades. Por el otro, el coeficiente de variación es de 9.16 %, que demuestra que los datos son confiables para su análisis (Calzada, 1970).

Cuadro 29. Análisis de varianza de rendimiento en materia seca.

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Cal.	Pr. > F
Bloques	2	0.84	0.42	0.15	0.8637 ns
Nivel Fertilización Org.	3	108.46	36.15	12.94	0.0050 **
Error "A"	6	16.76	2.79	-	-
Variedades	6	330.66	165.33	48.65	<.0001 **
Interacción Nivel x Corte	6	17.85	2.98	0.88	0.5341 ns
Error "B"	16	330.66	2.97	-	-
Total	35	528.945	-	-	-

G L = Grados de libertad; C.M. = Cuadrado medio; F Cal= F calculada;
 Pr.F= Probabilidad de F; ** = Altamente significativo; * = Significativo; ns = no significativo.
 C.V. = 9.14 %

La aplicación en aumento de dosis de abonado contribuye a incrementar el rendimiento en materia seca, ya que es consecuencia del resultado de materia en verde, es decir, a mayores cantidades de estiércol aplicados en el cultivo mejoró el rendimiento en materia seca.

Este hecho también tiene que ver con el carácter genotípico de las variedades, ya que las variedades mejoradas tienen buen rendimiento, que aquellos ecotipos criollos, aunque el estímulo por incremento de dosis de abonado, no muestran reacción importante.

Cabe señalar que las diferencias estadísticas significativas dentro del factor A expresadas como rendimientos en materia seca demuestran una respuesta del cultivo a la aplicación del estiércol, el incremento en rendimiento debido a este factor son buenos con respecto al testigo de avena forrajera.

La Prueba múltiple de Tukey (Cuadro 30) y Figura 15 presentan rendimiento de materia seca importante para las variedades Rotemberger y Gaviota con 22.5 y 22.2

t/ha, siendo similares estadísticamente entre si y superiores frente a la variedad Criolla con 15.9 t/ha que es inferior ante variedades mejoradas.

Cuadro 30. Prueba Tukey de rendimiento de materia seca por variedades.

Variedades	Materia seca t/ha	Prueba Tukey (5%)
Rotemburger	22.5	A
Gaviota	22.2	A
Criolla	15.9	B

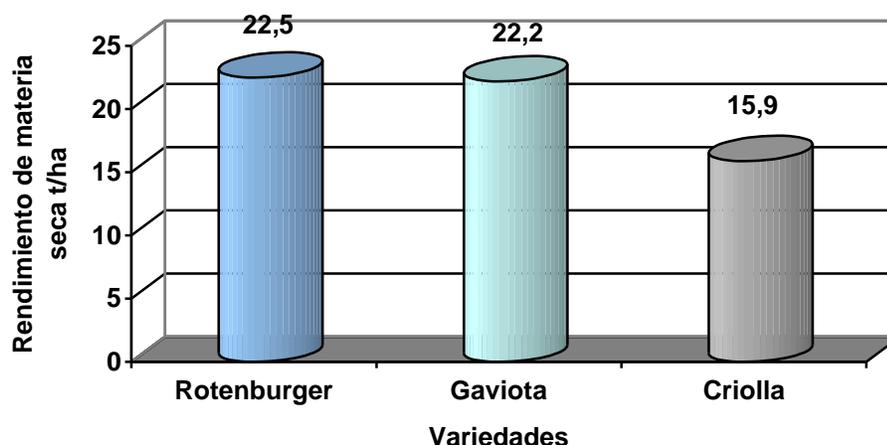


Figura 15. Rendimiento de materia seca por variedades.

El aumento en el rendimiento expresa la gran potencialidad del cultivo cuando el mismo no sufre limitaciones en el contenido de absorción de nutriente otorgado por los niveles de fertilización orgánica, favorecida también por la humedad del suelo a capacidad de campo durante el ciclo vegetativo; la cual es la contribución a la tensión de retención próxima a una atmosfera y la presión ejercida por las raíces para absorber la disolución de humedad y nutrientes; como también el requerimiento transpirativo y de producción de tejidos, frente a un cultivo en estado de estrés hídrico dada las precipitaciones escasas de la temporada.

Otros de los factores que influye positivamente en los rendimientos altos del cultivo, es la época agrícola, donde las temperaturas son mejores con respecto al invierno de la región, captada por la estación meteorológica de SENAMHI en la localidad de Estación Experimental de Belén en los años 2009 y 2010.

El uso de abonos orgánicos incrementa la actividad microbiana del suelo, dando la gran riqueza de microorganismos que poseen y nutrientes, desarrollando un equilibrio biológico y la supresión de patógenos del suelo, Soto (1999), y aumenta los rendimientos en materia seca del forraje.

5.2. Variables fenológicas.

5.2.1. Días a la emergencia o brote.

El análisis de varianza (Cuadro 31) presenta los días de emergencia del cultivo, donde se observa que no se presenta diferencias estadísticas para el dosis de abonado y las variedades (Pr.<0.01), ni interacción de dosis de abonado por variedades (Pr.>0.05). Por el otro, el coeficiente de variación es de 5,80 %, que demuestra que los datos son confiables (Calzada, 1970).

Cuadro 31. Analisis de varianza para emergencia.

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Cal.	Pr. > F
Bloques	2	18.056	8.538	2.69	0.1630 ns
Nivel Fertilización Org.	3	10.556	2.858	1.05	0.4520 ns
Error "A"	6	21.444	2.824	-	-
Variedades	6	36.223	14.361	1.47	0.604 ns
Interacción Nivel x Corte	6	78.945	12.324	1.81	0.1611 ns
Error "B"	16	36.223	12.324	-	-
Total	35		-	-	-

G L = Grados de libertad; C.M. = Cuadrado medio; F Cal= F calculada;

Pr.F= Probabilidad de F; ** = Altamente significativo; * = Significativo; ns = no significativo.

C.V. = 5.80%

El análisis de varianza demuestra que la dosis de abonado no tiene efecto sobre la emergencia de las plantas, considerándose que las semillas de variedades tienen comportamiento similar de acuerdo a su potencial genético germinativo característico y desarrollo de sus plántulas para convertirse en una planta con potencial productivo en las condiciones del suelo y el clima de la región.

En estadio principal de crecimiento (germinación), cuando el coleóptilo emerge de la semilla (cariósida) y sale a través de la superficie del suelo, con la primera hoja verdadera, cuando la humedad del suelo hace que las células epiteliales secretan enzimas que hidrolizan sustancias de endosperma, es donde se inicia a manifestar el potencial genético de la semilla para emerger con total capacidad de la variedad.

Por otro, la ausencia del efecto de la interacción entre la dosis de abonado y la variedad, se debe a que en esta primera etapa, la planta no manifiesta las cualidades de influencia por la dosis de abonado.

Cuadro 32. Prueba múltiple de tukey para emergencia por dosis de abonado.

Nivel Fertilización Org.	Días a la emergencia	Prueba Tukey (5%)
40 t/ha = N3	15.7	A
30 t/ha = N2	16.3	A
20 t/ha = N1	17.0	A
0 t/ha = N0	18.3	A

Así la prueba múltiple de tukey (Cuadro 32), demuestra que la dosis de abonado no tiene influencia sobre la emergencia de las plántulas, entonces esta variable ha estado sujeta a las condiciones medio ambientales y humedad del suelo. La emergencia temprana y tardía no se debe al potencial genético, sino a fenómeno ambiental como por la profundidad de siembra practicada.

Por otro lado, también la prueba múltiple de tukey (Cuadro 33), para emergencia de variedades de avena, demuestra que en esta primera etapa de desarrollo de la planta, todas las variedades tienen similar comportamiento fenotípico, sin que se manifieste el potencial genético de la planta.

Cuadro 33. Prueba múltiple de tukey para emergencia por variedades.

Variedades	Emergencia (días)	Prueba Tukey (5%)
Gaviota	17.0	A
Rotemberger	17.5	A
Criolla	16.0	A

La emergencia con diferencia de un día no es significativa estadísticamente en el comportamiento genotípico de las plantas, porque cada variedad está dotado de su genotipo potencial particular que le permite expresar el comportamiento fenotípico en el medio ambiente.

5.2.2. Días a la floración.

La floración de la planta es un aspecto de apertura de las florecillas con el desprendimiento del polen, considerando en un cultivo cuando el 50 % de las espigas muestran a las florecillas.

El análisis de varianza (Cuadro 34) presenta que el dosis de abonado para floración, denota que no existen diferencias estadísticas significativas, pero si es estadísticamente significativo para las variedades (Pr.<0.01), mientras que la interacción entre el dosis de abonado orgánico por variedades (Pr.>0.05).

Por otro lado, el análisis de varianza presenta el coeficiente de variación de 1.89 %, lo que demuestra que los datos obtenidos y analizados son totalmente confiables para su análisis, Calzada (1983).

Cuadro 34. Análisis de varianza de los días a la floración.

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Cal.	Pr. > F
Bloques	2	19.06	9.53	2.49	0.1630 ns
Nivel Fertilización Org.	3	11.56	3.85	1.01	0.4520 ns
Error "A"	6	22.94	3.82	-	-
Variedades	6	316.72	158.36	21.47	<.0001 **
Interacción Nivel x Corte	6	79.94	13.32	1.81	0.1611 ns
Error "B"	16	316.72	13.32	-	-
Total	35		-	-	-

G L = Grados de libertad; C.M. = Cuadrado medio; F Cal= F calculada;
 Pr.F= Probabilidad de F; ** = Altamente significativo; * = Significativo; ns = no significativo.
 C.V. = 1.89 %

La no significancia en días de floración por el dosis de abonado, se debe a que a que este factor no incide a la fisiología del desarrollo cultivo, por que el crecimiento y desarrollo está determinado por el ciclo genético de la planta.

La cual corrobora la prueba múltiple de tukey (Cuadro 35), que la dosis de abonado con estiércol no ejerce efecto a los días de la floración, pues el ciclo de desarrollo ocurre conforme al potencial genético, es decir, el incremento sustancial de dosis de abonado no ha influido en el ciclo del cultivo de cualquiera variedad.

Cuadro 35. Prueba múltiple de tukey para floración por dosis de abonado.

Nivel Fertilización Org.	Días a la floración	Prueba Tukey (5%)
40 t/ha = N3	142.33	A
30 t/ha = N2	143.22	A
20 t/ha = N1	143.44	A
0 t/ha = N0	143.88	A

Sin embargo, la prueba múltiple de tukey (5%), (Cuadro 36) y Figura 16, demuestran los promedios de los días a la floración por variedades, para avena criolla es 147,4

días que es superior estadísticamente a las variedades Gaviota y Rotemburger con 141 días.

Cuadro 36. Prueba Tukey de días a la floración por variedades

Variedades	Días a la floración	Prueba Tukey (5%)
Criolla	147.4	A
Gaviota	141.2	B
Rotemburger	141.1	B

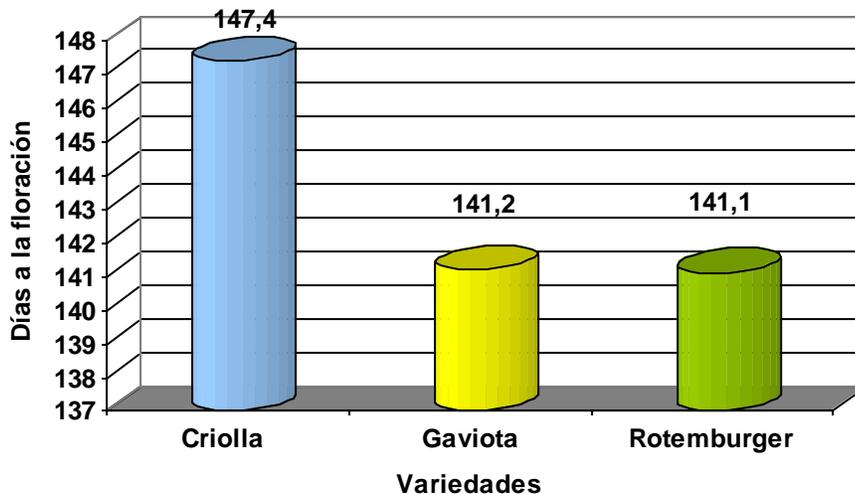


Figura 16. Promedios de los días a la floración por variedades

La diferencia de que las variedades mejoradas como gaviota y rotemburger han florecido antes que la criolla, se debe, en cuanto estas demuestran el potencial genético de precocidad, y la criolla como una variedad tardía. También se puede señalar hipotéticamente que la variedad criolla ha asimilado difícilmente la provisión de Nitrógeno de abono orgánico, alargando sus días que las variedades mejoradas que respondieron a este efecto.

La floración es una condición sinicuanun de las plantas, la cual significa que las plantas están en su proceso de producción de biomasa, que será acompañada de la maduración.

5.2.3. Días de la maduración fisiológica.

El análisis de varianza (Cuadro 37) demuestra que el dosis de abonado no tiene efecto sobre esta variable fenológica al no ser significativo. Sin embargo, entre variedades existe diferencias estadísticas altamente significativas (Pr.<0.01). En tanto que la interacción de dosis de abonado por variedades (Pr.>0.05) no existe.

Por otro lado, el coeficiente de variación es de 1.77 %, lo que nos demuestra que los datos son confiables para su análisis, (Calzada, 1983).

Cuadro 37. Analisis de varianza de los días a la madurez fisiológica

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Cal.	Pr. > F
Bloques	2	0.06	0.027		
Nivel Fertilización Org.	3	20.97	6.99	1.91	0.2289 ns
Error "A"	6	21.94	3.66	-	-
Variedades	6	165.39	82.69	10.45	0.0013 *
Interacción Nivel x Corte	6	18.61	3.10	0.39	0.8736 ns
Error "B"	16	165.39	3.10	-	-
Total	35		-	-	-

G L = Grados de libertad; C.M. = Cuadrado medio; F Cal= F calculada;
Pr.F= Probabilidad de F; ** = Altamente significativo; * = Significativo; ns = no significativo.
C.V. = 1.77 %

El efecto de dosis de abonado no influye en el comportamiento fenotípico del cultivo, la que se desarrolla conforme al genotipo de la especie en el ciclo de desarrollo, de tal manera que la madurez fisiológica del cultivo es el recuento de número de días de desarrollo del cultivo desde la emergencia hasta el día en que el 50% de las plantas han llegado al estado leche de sus granos, considerándose el momento de cosecha no sufre efecto alguno.

Sin embargo, la significancia de la madurez fisiológica es particularidad de cada variedad en función del inicio de la floración y la formación de leche en los granos en un tiempo de 8 a 10 días para el llenado de grano fresco, la cual demuestra que algunas variedades tienen la capacidad de coagular el grano lechoso antes que otras. Es una etapa crítica para la planta, que bajo condiciones normales todas las variedades, estarían capacitados de desarrollar el grano fresco en su panoja y provocar el desarrollo de grano en la mayor parte de su panoja de una planta.

Cuadro 38. Prueba múltiple de Tukey para madurez fisiológica por variedades

Variedades	Días a la madurez fisiológica	Prueba Tukey (5%)
Gaviota	160.9	A
Rotenburger	158.3	AB
Criolla	155.7	B

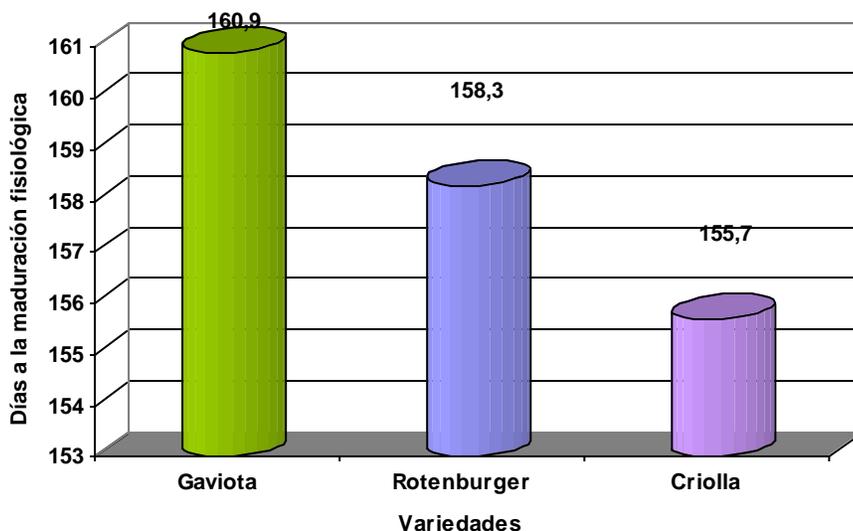


Figura 17. Promedios de los días a madurez fisiológica por variedades

La prueba múltiple de tukey (Cuadro 38) y Figura 17, demuestran que los promedios de los días a la madurez fisiológica por variedades de avena tiene diferencias

estadística, así variedad Gaviota con 160.9 días es superior estadísticamente a la variedad Criolla con 155.7 días y similar a la variedad Rotemburger con 158.3 días, sin embargo la variedad Rotemburger y criolla son similares estadísticamente.

Estas diferencias estadísticas se deben, en que la variedad criolla demuestra su genotipo precoz de maduración fisiológica ante la variedad gaviota y tiene algo de similitud que variedad rotemburger, esta actitud fenotípica no como forraje sino en la producción de semilla, es decir, que los granos de avena criolla cuagulan o maduran en menos tiempo, en tanto que los granos de variedades mejoradas necesitan más tiempo para madurar debido al tamaño mayor que tienen.

Se entiende la maduración fisiológica como aquel tiempo necesario para que la planta pueda encontrar o terminar el ciclo biológico, desde el momento de la siembra como semilla hasta la cosecha misma de la planta.

Todo aquello, con respecto a la variedad gaviota en todos los tratamientos demoró más tiempo en su maduración, lo que significa que la planta aún procesa los nutrientes a través de remoción y desplazamiento de la savia desde la base de la planta hasta las semillas, permaneciendo la planta en estado verde a diferencia de la variedad criolla.

Este factor puede presentarse, debido a que el macollaje y las hojas cubiertas y grandes permiten la penetración difusa de la radiación solar a la base de la superficie del suelo, sin embargo este factor con variedad criolla permite la insolación de su substrato desecan el suelo y por ende se acelera la maduración de la planta. Se puede señalar, que la maduración fisiológica de la planta está directamente relacionada a las características potenciales de la variedad y el comportamiento agronómico en el tipo de suelo y clima.

También se ha observado que en esta etapa los tallos basales inician con una decoloración a verde pálido en variedades gaviota y rotemburger, y a una decoloración al rojiza en criolla, debido al desplazamiento de la savia hacia la parte apical y la desaceleración de proceso fotosintético.

5.3 De Cálculos complementarios.

5.3.1. Desarrollo en altura de planta.

Los siguientes cuadros presentan valores promedios de altura medidos a través del desarrollo del cultivo y variaciones en altura por unidad de tiempo, a partir de estos datos se realizaron las figuras que se presentan a continuación, de acuerdo al tratamiento efectuado sobre el cultivo.

A partir de los promedios y figuras presentadas se observa que tendencia en el desarrollo en altura son definidas por relaciones curvilíneas paralelas entre tratamientos bajo dosis de abonado y variedades utilizadas.

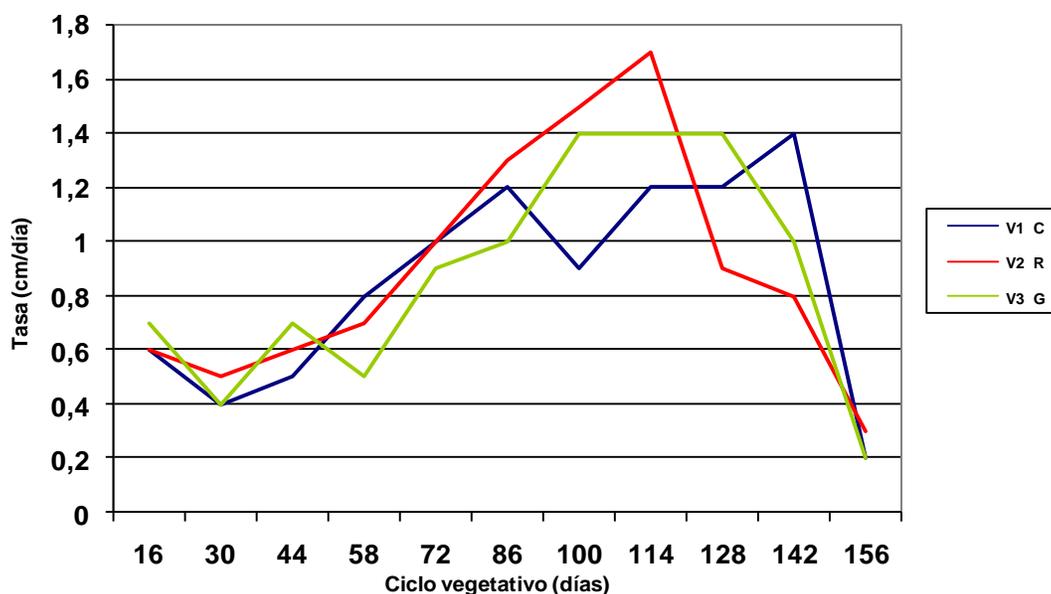


Figura 18. Tasa de crecimiento (cm/día) Variedades – testigo.

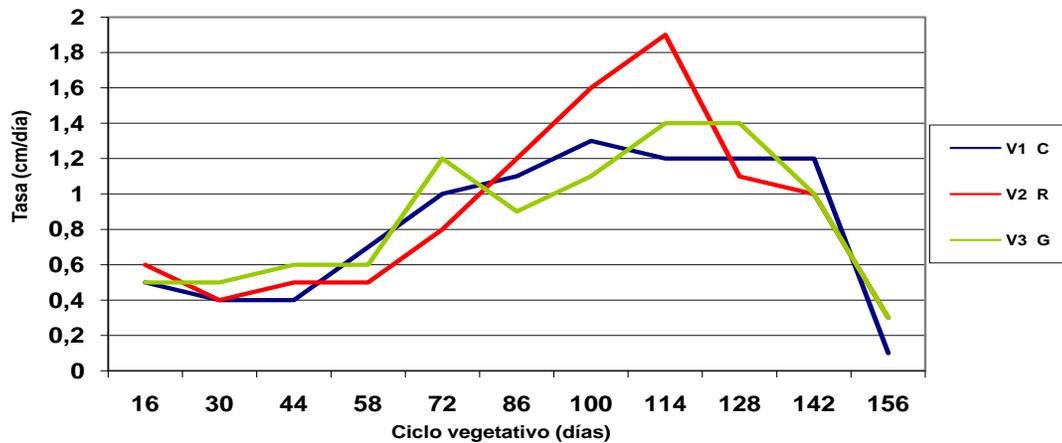


Figura 19. Tasa de crecimiento (cm/día) Variedades – Dosis 20 t/ha

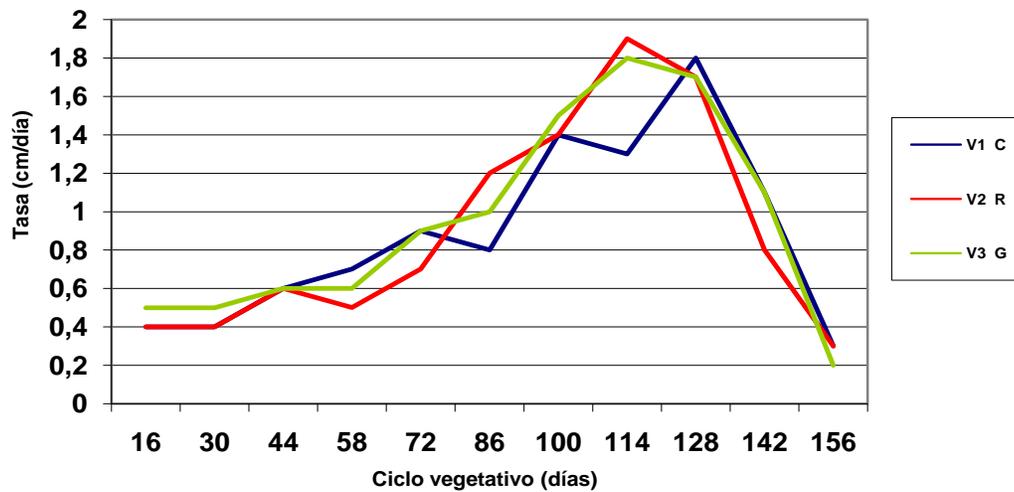


Figura 20. Tasa de crecimiento (cm/día) Variedades – Dosis 30 t/ha

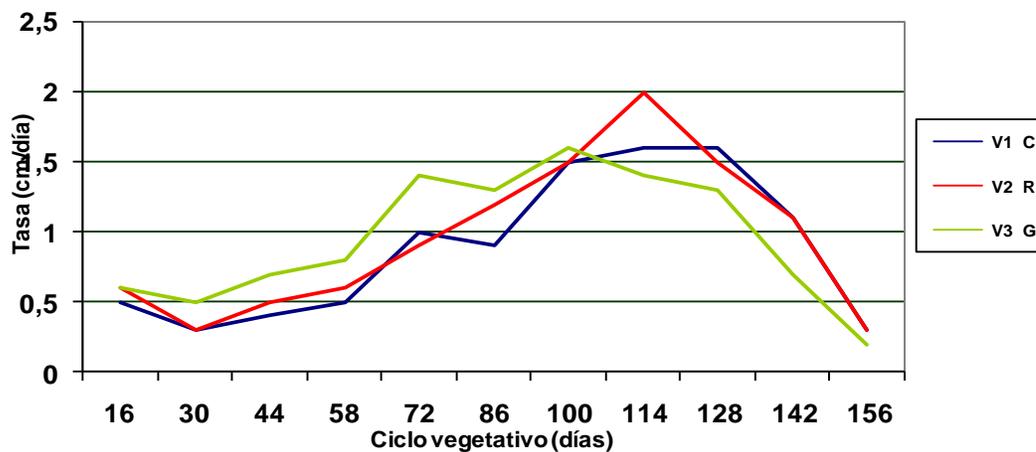


Figura 21. Tasa de crecimiento (cm/día) Variedades – Dosis 40 t/ha

La relación altura y ciclo vegetativo se caracteriza por presentar tres etapas, la primera de crecimiento inicial entre la emergencia y aproximadamente hasta los 60 días de desarrollo, fase en la cual el crecimiento es progresivo y lento, la tasa de crecimiento es menor a 1,7 cm/día para los cuatro niveles de dosis de abonado. El comportamiento de crecimiento en el testigo es variado, al principio, se presenta que desde la emergencia hasta los 30 días hay poco crecimiento, con tasa de crecimiento de menos de 1 cm/día y en el periodo de 35 a 114 días aumenta la tasa de crecimiento hasta 1,3 y 1,7 cm/día, posteriormente hay una declinación de tasa hasta 0,3 cm/día.

En los tratamientos con niveles de fertilización orgánica, la tasa de crecimiento es similar, así a un nivel de dosis de abonado de 20 t/ha, que muestra en la Figura 19, el mayor crecimiento se observa para la variedad Rotemburger hasta alcanzar una tasa desde 0,8 hasta 1,9 cm/día de 72 a 114 días, en este mismo periodo de crecimiento la tasa de crecimiento para criolla y gaviota es diferente, es decir, para criolla es de 1 a 1,2 cm/día de 72 a 142 días, un periodo de crecimiento extendido de 72 días, y para gaviota con picos de 1,2 a 1,4 cm/día a los 72 a 128 días. En

conclusión, hay un crecimiento abrupta de rotemburger en 42 días marcado con una caída, en tanto que para la criolla es más prologado.

La tasa de crecimiento de cultivo a un nivel de dosis de 30 t/ha es mas sostenido para las variedades, como se observa en la figura 14, así se inicia el mayor crecimiento a los 72 días hasta 128 días con tasa de 0,9 cm/día hasta 1,7 y 1,8 cm/día, en un tiempo de 56 días como el más sobresaliente.

En cambio, la tasa de crecimiento del cultivo a un nivel de dosis de abonado de 40 t/ha, como se observa en la figura 15, también es sostenido, sin embargo la tasa de crecimiento para gaviota es más elevado a partir de la emergencia hasta 100 días de recuento con 0,6 a 1,6 cm/día, posteriormente decrece de 1,4 a 0,7 cm/día; esto se puede deber a una mejor absorción de nutrientes a la oferta de nivel de dosis, por otro la variedad rotemburger tiene una aceleración de tasa desde 44 hasta 114 días, con valores de 1,2 hasta 2 cm/días, posteriormente con 1,5 y 1,1 cm/día, necesarios para crecimiento efectivo 44 días. En conclusión las variedades gaviota y rotemburger tiene mejor tasa de crecimiento desde la emergencia hasta 128 días, es decir, han asimilado favorablemente a la dosis de abonado.

En cuanto a la comparación de crecimiento por factor dosis de abonado para las variedades se muestra en la Figura 19.

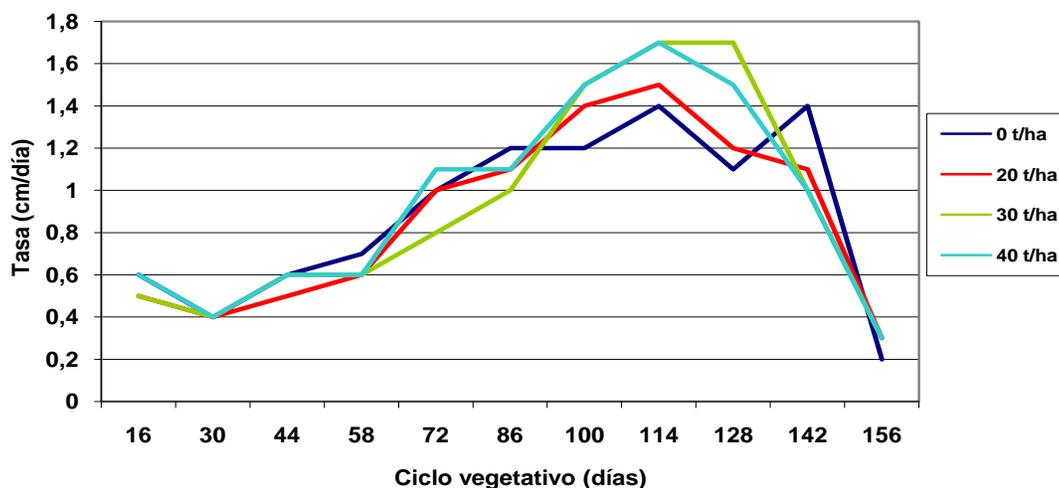


Figura 22. Tasa de crecimiento (cm/día) por Dosis de abonado

De acuerdo a la Figura 22, la tasa de crecimiento para un incremento de dosis de abonado es marcado con respecto a testigo, así la tasa de crecimiento mejora de los 86 hasta 128 días del ciclo vegetativo días con valores de 1,1 a 1,7 cm/día frente a 1 a 1,5 cm/día del testigo; lo que significa que a un aumento de dosis de abonado con estiércol, el crecimiento por día mejora es fortalecido por el dosis de abonado.

A partir de los promedios y graficas presentadas se observa que las tendencias en el desarrollo de la altura con definidas por las relaciones curvilíneas paralelas entre tratamientos de dosis de abonamiento.

Para que la planta tenga un rendimiento adecuado acorde a su potencial genotípico y otros factores climáticos deben contribuir positivamente para el desarrollo normal de la parte vegetativa. Por ello tiene importancia el control del ciclo vegetativo, principalmente en la provisión de la humedad en el suelo.

5.3.2. Análisis de costos parciales

El análisis económico consistió en el cálculo del Beneficio Neto y la Tasa de Retorno Marginal sobre la base de los rendimientos y costos obtenidos por tratamiento.

Cuadro 39. Costo parcial de producción de avena.

Factor A Dosis de abono	Tratamiento Factor B Variedad		Rendto. Promedio t/ha	Rendto. Promedio t/ha ajustado	Ingresos Bruto Bs./ha	Costo variable Total prod Bs./ha	Utilidad Neta Bs./ha
N1	t1	V1 C	15,1	13,6	14749,1	2284,57	12464,5
	t2	V2 R	21,1	19,0	e20657,7	2458,48	b18199,2
	t3	V3 G	19,8	17,8	19345,5	2719,35	e16626,1
N2	t4	V1 C	14,7	13,2	14362,7	4458,48	9904,2
	t5	V2 R	20,0	18,0	19579,4	4632,39	14947,0
	t6	V3 G	20,0	18,0	19552,5	4893,26	14659,2
N3	t7	V1 C	16,8	15,1	16454,3	5545,44	10908,8
	t8	V2 R	25,4	22,9	a24872,1	5719,35	a19152,7
	t9	V3 G	24,2	21,8	c23663,9	5980,22	c17683,7
N4	t10	V1 C	16,9	15,2	16570,2	6632,39	9937,8
	t11	V2 R	23,2	20,9	d22725,1	6806,31	15918,8
	t12	V3 G	24,7	22,2	b24143,1	7067,18	d17075,9

En el cuadro 39, se muestra el costo parcial de producción para todo el ensayo, donde en las primeras columnas se observa los tratamientos, producto de la combinación de dosis de abonado con estiércol y tres variedades por tratamiento en t/ha.

La tercera columna muestra el rendimiento promedio de materia seca obtenido de cada tratamiento, en efecto se aprecia un rendimiento mayor que corresponde a T8 (N₃V₂) con un promedio 25.4 t/ha, seguido por los demás rendimientos promedios de otros tratamientos como: T9 (N₃V₂), con 24,20 t/ha, T2 (N₀VR), con 21,1 t/ha y los

tratamientos con menor rendimiento promedio están T4 (N1V1), con 14,7 t/ha, seguido de T7 (N3V1) y T10 (N1V1) respectivamente para avena criolla con 16,8 y 16,9 t/ha. La cuarta columna muestra el rendimiento ajustado, promedio de los tratamientos con 10% de descuento, eliminando la sobre estimación del ensayo, con el parámetro de diferencia entre el rendimiento experimental y de la práctica del agricultor.

La quinta columna presenta es beneficio bruto del campo obtenido con los rendimientos ajustados, por el precio de venta del forraje, observándose un mayor ingreso bruto al tratamiento T8 para (N3V2) con 24.872,10 Bs./ha, seguido de T₁₂ para (N₄V₃) con 24.143,1 Bs/ha; T₉ para (N₃V₃) con 23.663,90 Bs/ha, y los datos de menores ingresos brutos corresponden a T₄ para (N₂V₁) con 14.362,70 Bs/ha y T₁ para (N₀V₁) con 14.749,10 Bs/ha seguido de T₇ para (N₃V₁) con 16454,3 Bs/ha, siendo el precio de venta único de 1,086 Bs/kg. El cuadro 44 grafica el precio.

Cuadro 40. Costo parcial real de producción de avena.

Factor A Dosis de abono	Tratamiento Factor B Variedad		Rendto. Promedio t/ha	Rendto. Promedio t/ha ajustado	Ingresos Bruto Bs./ha	Costo variable Total prod Bs./ha	Beneficio Neto Bs./ha
N1	t1	V1 C	15,1	13,6	11.799,3	2284,6	9.514,7
	t2	V2 R	21,1	19,0	24.789,2	2458,5	c22.330,7
	t3	V3 G	19,8	17,8	23.214,6	2719,4	20.495,2
N2	t4	V1 C	14,7	13,2	11.490,1	4458,5	7.031,6
	t5	V2 R	20,0	18,0	23.495,3	4632,4	18.862,9
	t6	V3 G	20,0	18,0	23.463,0	4893,3	18.569,7
N3	t7	V1 C	16,8	15,1	13.163,4	5545,4	7.618,0
	t8	V2 R	25,4	22,9	a29.846,5	5719,4	a24.127,1
	t9	V3 G	24,2	21,8	c28.396,7	5980,2	b22.416,5
N4	t10	V1 C	16,9	15,2	13.256,2	6632,4	6.623,8
	t11	V2 R	23,2	20,9	d27.270,1	6806,3	20.463,8
	t12	V3 G	24,7	22,2	b28.971,7	7067,2	d21.904,5

La sexta columna expresa el total de los costos variables para cada tratamiento, tomados en cuenta los costos que varían por cada tratamiento como insumos y labores. Y en la última columna se observa el beneficio neto para cada tratamiento, teniendo mayor beneficio neto para el tratamiento T8 para (N₃V₂) con a19152,7 Bs/ha seguido de T2 (N₁V₂) con 18.199,20 Bs/ha; T9 para (N₃V₃) con 17,863,70 Bs/ha como los mejores ingresos netos obtenidos entre los primeros, y como menores ingresos netos están el T4 para (N₂V₁) con 9.904,20 Bs/ha y T10 para (N₄V₁) con 9.937,80 Bs/ha; ordenados los valores en orden ascendentes.

Para análisis de Cuadro 40, se utilizaron datos de venta de forraje de acuerdo a la práctica de campo por los agricultores, razón por la cual el forraje de variedades mejoradas tiene mejor oferta y demanda por su aporte mayor de follaje que la avena criolla. Los mejores ingresos brutos se perciben por el T8 para (N₃V₂) con 29.846,50 Bs/ha, seguido de T12 para (N₄V₃) con 28.917,70 Bs/ha y T9 para (N₃V₃) con 28.396,70 Bs/ha.

Cuadro 41. Análisis de dominancia.

Tratamiento	Costo variable Total Bs./ha	Beneficio neto Bs/ha	Dominancia
t1	2284,6	9514,7	D
t2	2458,5	22330,7	
t3	2719,4	20495,2	
t4	4458,5	7031,6	D
t5	4632,4	18862,9	
t6	4893,3	18569,7	
t7	5545,4	7618,0	D
t8	5719,4	24127,1	
t9	5980,2	22416,5	
t10	6632,4	6623,8	D
t11	6806,3	20463,8	
t12	7067,2	21904,5	

De acuerdo al cuadro 41, de análisis de dominancia y la Figura 19, permite seleccionar los tratamientos de acuerdo al criterio propuesto por el CIMMYT (1988), que señala que el tratamiento dominado es cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costo variable más bajo. En este caso el análisis de presupuestos parciales de re comparación de las alternativas de producción con las técnicas tradicionales del agricultor, el beneficio neto permanece mayor que el costo variable total, por tanto la tecnología empleada puede ser utilizada como la alternativa, porque es más rentable que la del agricultor.

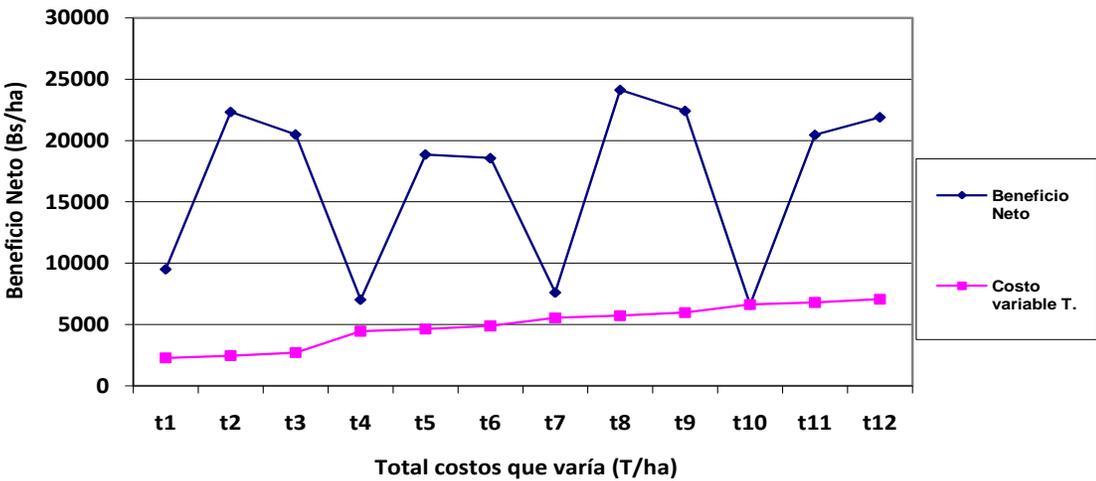


Figura 23. Curva de los beneficios netos.

El Cuadro 42, expresa la tasa de retorno marginal que indica lo que el agricultor puede esperar ganar con su inversión, y decidir cambiar una práctica por otra mejor, y se puede observar en la tasa de retorno marginal donde el agricultor pueda cambiar el tratamiento T9 (N₃V₃) por el T8 (N₃V₂) es de 655,70 % muy por encima del 100% lo que significa que por cada boliviano invertido de pasar del tratamiento T9 al tratamiento T8 el agricultor puede esperar ganar lo invertido y obtener 6,55 Bolivianos adicionales, por lo tanto el T8 es una alternativa oportuna para el agricultor, seguido del tratamiento como mejor alternativas, de el de cambiar del T6 (N₂V₃) por el T5 (N₂V₂) es de 112,4% por encima de la tasa mínima que es el 100%,

entonces por cada un Boliviano invertido, el agricultor puede esperar reponer lo invertido y obtener un ingreso de 1,12 Bolivianos por cada un Boliviano invertido, en los demás casos es de menos de 0,73 Bolivianos por cada un Boliviano invertido.

Cuadro 42. Análisis de tasa de retorno marginal.

Tratamiento	Costo variable Total Bs./ha	Costos marginales Bs/ha	Beneficio neto Bs/ha	Beneficio marginal Bs/ha	Tasa de retorno marginal %
t6	4893,3		18569,7		
		260,9		293,2	112,4
t5	4632,4		18862,9		
		2173,9		1600,9	73,6
t11	6806,3		20463,8		
		4087,0		31,5	0,8
t3	2719,4		20495,2		
		4347,8		1409,3	32,4
t12	7067,2		21904,5		
		4608,7		426,2	9,2
t2	2458,5		22330,7		
		3260,9		1796,4	55,1
t9	5980,2		22416,5		
		260,9		1710,6	655,7
t8	5719,4		24127,1		

6. CONCLUSIONES

El trabajo de investigación denominado Evaluación del comportamiento productivo de tres variedades de avena forrajera (Avena sativa) bajo tres dosis de abonado, en la comunidad Chijipina Grande de Provincia Omasuyos del Departamento de La Paz, se llegó a las siguientes conclusiones:

La investigación se realizó bajo los siguientes aspectos: Se utilizó un parcela común de nivel plano de producción agrícola de varios años, localizado en la comunidad de Chijipina Grande adyacente a la ex Estación Experimental de Belén de Capital Achacachi de la Provincia Omasuyos del Departamento de La Paz, es Altiplano con georeferencia de Latitud sud 15°59'51,2" y longitud oeste de 068°40'41,8"; altitud de 3.681 m.s.n.m.; precipitación promedio de 465 mm; temperatura media de 9° C y humedad relativa del medio ambiente de 58%.

El estudio se ha diseñado en bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, con tres repeticiones con un factor A otorgado a dosis de abonamiento con estiércol de ganado bovino, material que se genera por concepto de crianza de ganado bovino, utilizado en cuatro dosis de fertilización orgánica, N₁ como testigo, N₂ de 20 t/ha, N₃ de 30 t/ha y N₄ de 40 t/ha para estudiar el comportamiento agronómico de tres variedades de avena, como la criolla (V₁), rotemburger (V₂) y Gaviota (V₃), aplicando una densidad de siembra de 100 kg/ha.

La aplicación de abono orgánico en estiércol descompuesto influye directamente en la formación de los macollos y hojas del cultivo de avena, y por ende en el rendimiento del mismo, teniendo limite de dosis de aplicación en el rango de 30 y 40 t/ha como favorable para la formación de meristemas en el macollaje, y que posibilita el buen funcionamiento de los cloroplastos durante la fotosíntesis que realizan las hojas, siendo sensible al abonamientos las variedades mejoradas como gaviota y rotemburger.

El uso de abono orgánico en dosis de 30 a 40 t/ha influye directamente en el rendimiento en materia en verde y materia seca, debido a que incorpora nutrientes necesario para mantener el follaje verde y extracción de sólidos en la formación del grano, con mejor oportunidad en el tratamiento con dosis de abonado de 30 t/ha para variedad rotemburger con rendimiento en materia seca de 25,4 t/ha, seguido por el tratamiento con dosis de abonado de 40 t/ha para variedad gaviota con un rendimiento en materia seca de 24,7 t/ha y continuando con este mejor comportamiento en dosis de abonado de 30 t/ha para variedad gaviota con rendimiento de 24,2 t/ha.

Las diferentes dosis de abonado con estiércol de ganado bovino que se utilizaron no afectaron en el comportamiento de las variables fenológicas, sin embargo, en las variables agronómicas se presentó su preponderancia, ya que aparte del crecimiento en altura es altamente significativo para el tratamiento con dosis de abonado de 40 t/ha con variedad gaviota dio una altura de 120,3 cm; es más importante para la producción macollos observado en el mismo tratamiento y a una dosis de abonado de 30 t/ha para variedad gaviota con un promedio de 98,8 y 93,9 macollos por diez plantas respectivamente.

Por otro, la producción de macollos no ha sido determinante para el rendimiento en materia seca, ya que el tratamiento de dosis de abonado de 30 t/ha para variedad rotemburger es la que tuvo mayor rendimiento con una media de 25,4 t/ha, aunque una mayor producción de hojas se presentó a una dosis de abonado 40 t/ha para variedad gaviota no influyó en el rendimiento por variedades.

La aplicación de dosis de abonado con estiércol animal, ha sido altamente significativo con influencia en variables agronómicas como altura de crecimiento, macollaje, número de hojas y rendimiento en materia seca.

Los factores de estudio no se tuvieron interacción en ninguna de las variables agronómicas entre dosis de abonado con estiércol y las variedades de avena, esto significa que no hay dependencia entre estos dos factores.

En los factores de estudio en cuanto a la interacción entre el dosis de abonado por variedades dentro de variables agronómicas, representa que ambos factores actúan independientes uno del otro, y no influye en el desarrollo en altura y formación de números de hojas.

De acuerdo a estos resultados, se puede concluir que la dosis de aplicación para la producción de avena forrajera (*Avena sativa*), es de 30 t/ha de incorporación de estiércol, al demostrar que los mejores rendimientos en materia seca son otorgados en promedio de 25,4 y 24,2 t/ha respectivamente para rotemburger y gaviota, seguido por dosis de abonado de 40 t/ha con 23,2 y 24,7 t/ha para las mismas variedades.

El rendimiento es dado directamente proporcional a la buena preparación de los suelos profundos, abonamiento en dosis adecuado, densidad apropiada y manejo técnico del cultivo desde labores culturales y época.

La incorporación adicional de estiércol de ganado en los suelos agrícolas para el cultivo de avena hasta 30 t/ha y un poco mas es conveniente para el desarrollo optimo del cultivo, apreciándose los resultado en los altos rendimientos de materia seca de la avena.

Otra conclusión que se puede indicar es referente al mejor rendimiento en materia seca que dieron en los tratamientos en orden descendente es variedad gaviota con 25,4 t/ha a un nivel de dosis de abonado de 30 t/ha, seguido por un rendimiento de 24,2 y 24,7 t/ha a una dosis de abonado de 30 y 40 t/ha por la misma gaviota, finalmente la avena criolla con mejor rendimiento fue de 16,9 t/ha a un nivel de dosis de estiércol de 40 t/ha.

En cuanto al análisis de los costos parciales de producción forrajera por variedad, se puede concluir que se espera ganar con la inversión en el rubro es cultivando avena variedad rotemburger con una dosis de abonado de estiércol de 30 t/ha, la tasa de retorno marginal es de 655,7% con respecto a cultivar variedad gaviota con el mismo nivel de dosis, lo que significa que por cada un Boliviano invertido se puede recuperar 6,55 Bolivianos, o decidir invertir en cultivar variedad rotemburger a un nivel de dosis de abonado con 20 t/ha que cultivar variedad gaviota al mismo dosis la tasa de retorno marginal es de 112,4% por encima de la tasa mínima que es 100%, entonces por cada un Boliviano invertido, se espera reponer lo invertido y obtener un ingreso de 1,12 Bolivianos por cada un Boliviano invertido; y que el beneficio neto es mayor para cultivo de avena variedad rotemburger con una dosis de abonado de 30 t/ha es de 24.127,10 Bs/ha, seguido por el beneficio neto obtenido para variedad gaviota a un nivel de dosis de 30 t/ha con 22.426,50 Bs/ha.

7. RECOMENDACIONES

Entre las recomendaciones que se dan son las siguientes:

Que la práctica de cultivo de avena forrajera se realice con dosis de abonamiento con estiércol para obtener rendimientos que satisfagan a la producción ganadera.

Se recomienda realizar ensayos de cultivo de avena con diferentes niveles de abono orgánico, ya que estos mejoran las características del suelo y su conservación textural.

Las inversiones para la práctica de cultivo de avena deben estar orientadas a motivar incrementos en los rendimientos y obtención de beneficios netos satisfactorios para el productor.

8. BIBLIOGRAFIA

AGUIRRE J.; 1963; Suelos, Abonos y enmiendas; Ed. Dossat S.A., Madrid – España; pp123 – 133.

CRESPO G. y ARTEAGA O.; 1986; Utilización del estiércol vacuno para la producción del forraje; La Habana – Cuba; pp. 4 – 6.

DELGADILLO J.; 1981, Evaluación de variedades y líneas de avena en tres épocas de siembra; CIF – UMSS, Cochabamba – Bolivia, pp 123 – 126.

CALDERON O., 1995: Comportamiento de cultivo de avena forrajera en el Altiplano bajo a seco y riego en tres épocas de siembra; Tesis de grado para Ing. Agrónomo FAC. Agronomía – UMSA La Paz – Bolivia; pp 5 – 15.

ESPINDOLA G. y QUISPE E.; 1987; Comportamiento de cinco especies cultivadas bajo el sistema de riego – sequia, en Informe anual gestión 1986 – 1987, E.E. Patacamaya; IBTA – MACA La Paz – Bolivia; pp. 146 -163.

CIMMYT (1988). Manual Metodológico de evaluación económica .EE.UU. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. pp 15-30.

CORDOVA J.A.; 1991; “Investigación en avena”, en informe anual gestión 1990 – 1991; Estación Experimental San Benito; IBTA – MACA; Cochabamba – Bolivia; pp. 94 – 100.

UNZUETA Q. Et al.; “Mapa ecológico de Bolivia”, MACA, La paz – Bolivia; pp. 34 – 36.

PRIETO G. Et al.; “Evaluación de forrajes introducidas en localidades de Norte de Potosí” en informe anual gestión 1990 – 1991; Estación Experimental de Patacamaya; IBTA – MACA; La Paz – Bolivia.

VALDIVIA, A.; 1997, “Comportamiento de seis variedades de avena forrajera (Avena sativa) en condiciones de Chaqui, en Provincia C. Saavedra; Potosí – Bolivia. Pp. 37 – 39.

JACINTO, E.; 1989; “Apuntes sobre forrajes y mejoramiento genético de los forrajes”. Universidad Autónoma Tomas Frías; Potosí – Bolivia. Pp. 24 – 29.

CHILON, E.; 1997; “Programa de prácticas de fertilidad de suelos y nutrición de plantas”; UMSA – EMI; La Paz – Bolivia. Pp. 55 – 60.

FLORES, M.; 1981; “Análisis químico y bromatológico de forrajes y estiércol de Alpacas y Ovinos”, serie Estudios Especializados N° 12; La Paz – Bolivia.

BELLAPART, C.; 1988; Agricultura Biológica en equilibrio con la agricultura química; Edit. AEDOS S.A.; Barcelona – España. Pp. 36 – 45.

BAPTISTA, S.; 1980; Informe de investigaciones agropecuarias; INFOL, MACA; La Paz – Bolivia.

ATLAS ESTADISTICO DE MUNICIPIOS DE BOLIVIA, La Paz – Bolivia. Pp. 81.

CALZADA, J. (1970). Métodos Estadísticos para la Investigación. Editorial Jurídica. 4. ed. Lima Perú. pp 640.

HUIZA, A.; 2008; Tesis sobre Efecto de la densidad de siembra y abono orgánico en el comportamiento agronómico de la cebada (*hordeum vulgare* L.) en el Altiplano norte; Facultad de Agronomía – UMSA; La Paz – Bolivia. Pp. 45 – 65.

CASTAÑEDA, P.; 1978; "Diseños experimentales agrícolas"; primera edición; Ed. Trillas; México; pp. 94 – 110.

DOORENBOS, J., PRUITT W.O.; 1977; "Necesidades de agua de los cultivos"; Estudio FAO; publicación 24: Riego y drenaje; Roma – Italia; pp. 194.

.

ANEXOS

Anexo 1. Altura de la planta en cm

Factor A Dosis de abono	Tratamiento Factor B Variedad		Bloque I	Bloque II	Bloque III	Promedio en cm
0 t/ha	t1	V1 Criolla	92	104	105	100,3
	t2	V2 Rotemburger	105	103	115	107,7
	t3	V3 Gaviota	94	105	120	106,3
20 t/ha	t4	V1 Criolla	94	110	103	102,3
	t5	V2 Rotemburger	117	107	103	109,0
	t6	V3 Gaviota	105	108	104	105,7
30 t/ha	t7	V1 Criolla	92	102	115	103,0
	t8	V2 Rotemburger	110	110	107	109,0
	t9	V3 Gaviota	117	113	125	118,3
40 t/ha	t1 0	V1 Criolla	95	112	115	107,3
	t1 1	V2 Rotemburger	119	110	120	116,3
	t1 2	V3 Gaviota	118	117	126	120,3

Anexo 2. Numero de macollos por 10 plantas

Factor A Dosis de abono	Tratamiento Factor B Variedad		Bloque I	Bloque II	Bloque III	Promedio por 10 plantas	Promedio por planta
0 t/ha	t1	V1 Criolla	45	57	55	52,2	5,2
	t2	V2 Rotemburger	67	63	75	68,6	6,9
	t3	V3 Gaviota	74	65	64	67,7	6,8
20 t/ha	t4	V1 Criolla	58	54	66	59,3	5,9
	t5	V2 Rotemburger	66	69	56	63,7	6,4
	t6	V3 Gaviota	53	77	68	65,5	6,6
30 t/ha	t7	V1 Criolla	67	77	65	69,6	7,0
	t8	V2 Rotemburger	105	83	87	91,6	9,2
	t9	V3 Gaviota	95	105	82	93,9	9,4
40 t/ha	t10	V1 Criolla	73	64	67	68,0	6,8
	t11	V2 Rotemburger	67	87	75	76,3	7,6
	t12	V3 Gaviota	97	103	97	98,8	9,9

Anexo 3. Numero de hojas por 10 plantas

Factor A Dosis de abono	Tratamiento Factor B Variedad		Bloque I	Bloque II	Bloque III	Promedio por 10 plantas	Promedio por planta
0 t/ha	t1	V1 C	257	313	339	303,0	30,3
	t2	V2 Rotemburger	415	444	495	451,3	45,1
	t3	V3 Gaviota	549	379	439	455,7	45,6
20 t/ha	t4	V1 Criolla	357	378	374	369,7	37,0
	t5	V2 Rotemburger	506	506	448	486,7	48,7
	t6	V3 Gaviota	449	492	473	471,3	47,1
30 t/ha	t7	V1 Criolla	447	459	458	454,7	45,5
	t8	V2 Rotemburger	540	598	727	621,7	62,2
	t9	V3 Gaviota	577	714	576	622,3	62,2
40 t/ha	t10	V1 Criolla	411	384	416	403,7	40,4
	t11	V2 Rotemburger	514	594	481	529,7	53,0
	t12	V3 Gaviota	528	641	740	636,3	63,6

Anexo 4. Rendimiento en materia verde en t/ha

Factor A Dosis de abono	Tratamiento Factor B Variedad		Bloque I	Bloque II	Bloque III	Promedio
0 t/ha	t1	V1 Criolla	34,44	36,67	39,67	36,9
	t2	V2 Rotemburger	42,22	48,56	47,00	45,9
	t3	V3 Gaviota	41,89	47,11	49,00	46,0
20 t/ha	t4	V1 Criolla	43,78	40,44	32,89	39,0
	t5	V2 Rotemburger	54,00	51,33	42,67	49,3
	t6	V3 Gaviota	41,56	45,11	53,89	46,9
30 t/ha	t7	V1 Criolla	47,78	44,93	39,56	44,1
	t8	V2 Rotemburger	56,11	57,78	51,89	55,3
	t9	V3 Gaviota	56,56	53,56	60,00	56,7
40 t/ha	t10	V1 Criolla	52,22	41,11	41,78	45,0
	t11	V2 Rotemburger	55,78	59,33	56,67	57,3
	t12	V3 Gaviota	58,44	57,56	57,56	57,9

Anexo 5. Rendimiento en materia seca en t/ha

Factor A Dosis de abono	Tratamiento Factor B Variedad		Bloque I	Bloque II	Bloque III	Promedio
0 t/ha	t1	V1 Criolla	14,06	14,97	16,20	15,1
	t2	V2 Rotemburger	19,41	22,33	21,61	21,1
	t3	V3 Gaviota	18,01	20,25	21,07	19,8
20 t/ha	t4	V1 Criolla	16,46	15,21	12,37	14,7
	t5	V2 Rotemburger	21,91	20,83	17,31	20,0
	t6	V3 Gaviota	17,73	19,24	22,99	20,0
30 t/ha	t7	V1 Criolla	18,23	17,14	15,09	16,8
	t8	V2 Rotemburger	25,82	26,58	23,87	25,4
	t9	V3 Gaviota	24,13	22,85	25,60	24,2
40 t/ha	t10	V1 Criolla	19,64	15,46	15,71	16,9
	t11	V2 Rotemburger	22,63	24,07	22,99	23,2
	t12	V3 Gaviota	24,93	24,55	24,55	24,7

Anexo 6. Días a la emergencia

Factor A Dosis de abono	Tratamiento Factor B Variedad		Bloque I	Bloque II	Bloque III	Promedio (días)
0 t/ha	t1	V1 Criolla	15	16	14	15,0
	t2	V2 Rotemburger	16	16	16	16,0
	t3	V3 Gaviota	15	16	17	16,0
20 t/ha	t4	V1 Criolla	16	17	15	16,0
	t5	V2 Rotemburger	16	15	17	16,0
	t6	V3 Gaviota	16	17	18	17,0
30 t/ha	t7	V1 Criolla	17	15	16	16,0
	t8	V2 Rotemburger	19	18	17	18,0
	t9	V3 Gaviota	17	17	17	17,0
40 t/ha	t10	V1 Criolla	16	17	18	17,0
	t11	V2 Rotemburger	20	20	20	20,0
	t12	V3 Gaviota	17	18	19	18,0

Anexo 7. Días a la floración

Factor A Dosis de abono	Tratamiento Factor B Variedad		Bloque I	Bloque II	Bloque III	Promedio (días)
0 t/ha	t1	V1 Criolla	147	148	150	148,3
	t2	V2 Rotemburger	148	142	139	143,0
	t3	V3 Gaviota	142	141	138	140,3
20 t/ha	t4	V1 Criolla	149	148	151	149,3
	t5	V2 Rotemburger	142	136	136	138,0
	t6	V3 Gaviota	141	143	145	143,0
30 t/ha	t7	V1 Criolla	145	151	142	146,0
	t8	V2 Rotemburger	144	142	143	143,0
	t9	V3 Gaviota	143	139	140	140,7
40 t/ha	t10	V1 Criolla	148	144	146	146,0
	t11	V2 Rotemburger	142	139	140	140,3
	t12	V3 Gaviota	140	140	142	140,7

Anexo 8. Días a la maduración fisiológica

Factor A Dosis de abono	Tratamiento Factor B Variedad		Bloque I	Bloque II	Bloque III	Promedio
0 t/ha	t1	V1 Criolla	154	155	160	156,3
	t2	V2 Rotemburger	162	156	158	158,7
	t3	V3 Gaviota	160	164	158	160,7
20 t/ha	t4	V1 Criolla	155	154	156	155,0
	t5	V2 Rotemburger	160	158	158	158,7
	t6	V3 Gaviota	159	162	163	161,3
30 t/ha	t7	V1 Criolla	155	159	154	156,0
	t8	V2 Rotemburger	159	160	162	160,3
	t9	V3 Gaviota	162	157	165	161,3
40 t/ha	t10	V1 Criolla	156	155	155	155,3
	t11	V2 Rotemburger	158	156	153	155,7
	t12	V3 Gaviota	160	163	158	160,3

Anexo 9. Factores climáticos

DATOS DE: PRECIPITACION PLUVIAL EN mm (E.E.Belen)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2000	105,1	66,7	49,4	0,8	15,1	19,5	0,2	30,4	18,5	90,3	33,1	112,2
2001	153,2	88,6	96,4	22,5	22,9	16,4	12,8	40,3	6,9	31,7	22,5	58,8
2002	70,1	96,0	97,9	30,2	16,0	12,4	40,3	13,2	28,7	42,3	78,3	93,6
2003	153,8	83,5	62,7	17,1	6,4	0,4	1,6	12,9	39,5	15,0	11,6	58,0
2004	120,3	89,0	25,5	15,3	2,8	2,6	4,8	17,4	0,0	8,8	61,0	37,2
2005	77,2	95,7	18,5	13,8	4,9	0,0	0,2	1,8	25,6	26,6	68,8	32,7
2006	147,2	36,6	29,4	42,2	6,8	13,8	0,0	12,2	9,2	17,3	44,5	107,7
2007	117,2	49,5	35,0	21,3	16,3	0,0	11,5	0,1	53,7	40,3	41,2	52,3
2008	194,7	101,2	44,9	0,9	19,4	7,1	0,1	4,3	4,0	24,3	20,3	63,1
2009	37,4	50,3	52,6	9,7	1,0	0,0	17,9	0,9	24,0	17,8	58,2	33,0
2010	83,0	89,2	41,8	10,4	14,6	0,1	2,0	2,5	0,1	21,2	0,1	86,3

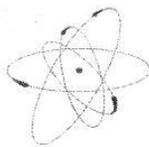
DATOS DE : TEMPERATURA MEDIA (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2000	8,8	8,3	8,4	7,5	5,4	3,9	3,1	5,5	6,6	7,5	8,3	8,6
2001	8,5	8,5	8,3	7,7	5,5	4,9	3,9	4,8	7,3	8,6	9,7	9,1
2002	9,4	9,5	9,0	7,7	5,9	5,0	4,4	5,5	7,4	8,2	9,0	9,4
2003	9,7	9,4	8,7	7,3	5,7	3,5	3,2	4,9	6,6	7,8	8,6	10,0
2004	9,1	8,5	8,6	8,2	4,1	3,6	3,9	5,0	6,8	8,1	9,8	9,9
2005	9,6	9,0	8,9	7,9	5,0	3,0	3,9	4,2	6,8	8,5	9,3	9,5
2006	8,8	9,0	8,9	7,4	4,1	3,9	2,6	5,4	6,3	8,5	9,3	9,8
2007	9,7	9,2	9,1	8,0	6,1	4,6	4,1	5,0	7,2	8,2	8,0	9,0
2008	8,8	8,4	7,6	6,6	4,3	4,0	3,1	4,3	6,3	8,4	9,4	9,5
2009	9,2	8,9	8,5	7,4	5,8	2,7	4,3	4,3	7,8	8,9	10,6	9,7
2010	9,5	10,3	8,9	8,2	6,3	5,2	3,6	5,1	6,8	8,7	8,8	9,7

DATOS DE : HUMEDAD RELATIVA MEDIA (%)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2000	72,7	77,4	80,3	65,3	57,3	55,2	50,6	62,0	57,6	65,7	58,4	66,8
2001	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
2002	70,6	73,2	74,4	70,5	59,2	57,2	61,0	60,4	62,2	65,3	63,5	70,9
2003	76,8	78,3	75,8	62,6	56,1	49,0	54,2	55,4	58,6	57,1	57,1	65,6
2004	75,9	73,9	73,3	72,3	51,8	53,1	57,1	56,3	65,5	61,4	66,8	66,2
2005	71,1	74,3	69,7	65,9	48,5	52,8	50,9	57,9	60,3	67,2	65,7	67,5
2006	75,4	76,4	71,6	70,5	50,2	56,9	51,3	56,2	60,2	56,1	66,4	70,7
2007	76,1	71,7	72,3	67,7	57,3	50,3	51,4	54,0	64,7	59,8	64,2	65,3
2008	72,8	73,6	75,1	68,7	55,8	55,1	52,6	56,4	58,1	64,0	62,0	67,5
2009	70,6	71,2	71,4	68,4	76,2	45,8	51,4	52,6	60,1	63,3	65,5	69,7
2010	72,4	73,5	72,8	67,0	58,9	56,4	56,1	50,6	58,1	63,3	60,6	67,9

Nº 09295



IBTEN

MINISTERIO DE PLANIFICACION DEL DESARROLLO

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES NUCLEARES
DIVISION DE QUIMICA

ANALISIS QUIMICO DE FERTILIZANTES

INTERESADO : *AURELIO CLARES CONDORI*
PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ,*
Provincia OMASUYOS,
Localidad CHIJIPINA GRANDE.

Nº SOLICITUD: *205B / 2009*
FECHA DE RECEPCION : *14 / octubre / 2009*
FECHA DE ENTREGA : *27 / octubre / 2009*

Nº Factura : *3427 - 09*

Nº Lab	CODIGO	Nitrógeno % N	Fósforo % P	Potasio % K	Materia seca %
1049 /2009	Muestra de estiércol	1,45	0,64	1,54	51,00

OBSERVACIONES **Metodología :** Kjeldahl, Espectrofotometría UV-Visible, Emisión atómica.



RESPONSABLE DE LABORATORIO

JORGE CHUNGARA

Of. Av. 6 de Agosto 2905 , Telf.: 2433481 - 2430309 - 2433877 - 2128383 Fax: (0591-2) 2433063 , La Paz - Bolivia
Casilla 4821 , Telf.-2800095 CIN-Viacha , E-mail: ibten@entelnet.bo

Nº 00294

MINISTERIO DE PLANIFICACION DEL DESARROLLO

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES NUCLEARES
DIVISION DE QUIMICA

ANALISIS FISICO-QUIMICO DE SUELOS

INTERESADO : AURELIO CLARES CONDORI
PROCEDENCIA : Departamento LA PAZ, Provincia OMASUYOS,
Localidad CHUUPINA GRANDE.

Nº SOLICITUD: 205A / 2009
FECHA DE RECEPCION : 14 / octubre / 2009
FECHA DE ENTREGA : 27 / octubre / 2009

Nº Factura : 3427 - 09

Nº Lab.	CODIGO	ARENA %	ARCILLA %	LIMO %	CLASE TEXTURAL	CARBO NATOS LIBRES	pH en agua	pH en KCl 1M	C.E. dS/m	CACIONES DE CAMBIO (meq / 100 gr suelo)						Materia organica %	N TOTAL %	P Asim. ppm		
										Al + H	Ca	Mg	Na	K	TBI				CIC	SAT. BAS. %
1047 /2009	M 1 (Aurelio Clares)	5	54	41	YL	0.0	6.82	6.74	0.411	0.04	11.13	6.16	0.66	2.16	20.12	20.16	99.8	4.37	0.20	54.23
1048 /2009	M 2	5	51	44	YL	0.0	7.37	6.92	1.358	0.03	11.76	6.24	3.64	4.93	26.57	26.60	99.9	3.72	0.18	75.97

OBSERVACIONES.-

Cationes de Cambio extraidos con acetato de amonio 1N.
Fosforo Asimilable.
Conductividad eléctrica en deciSiemens por metro.
Capacidad de Intercambio Catiónico.
Total de Bases de Intercambio.

P Asim
C.E.
C.I.C.
T.B.I.

CARBONATOS LIBRES

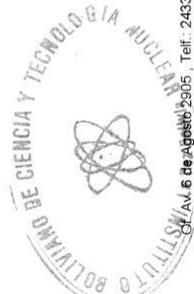
A Ausente
P Presente
PP Presente en gran cantidad

CLASE TEXTURAL

F : Franco
L : Limoso
A : Arenoso

Y : Arcilloso
YA : Arcilloso Arenoso
FYA : Franco Arcilloso Arenoso

FA : Franco Arenoso
AF : Arenoso Franco
FY : Franco Arcilloso
YL : Arcilloso Limoso
FYL : Franco Arcilloso Limoso
FL : Franco Limoso



[Handwritten signature]

RESPONSABLE DE LABORATORIO
JORGE CHUNGARA

CHUUPINA GRANDE, 6 de Agosto 2905, Telf. 2463481 - 2430309 - 2433877 - 2128383 Fax: (0591-2) 2433063, La Paz - Bolivia
Casilla 4821, Telf. 2800095 CIN-Viacha, E-mail: ibien@bntnet.bo

Anexo 12. Parcela de avena macolladas por tratamiento



Anexo 13. Area de cosecha de avena de variedad gaviota



Anexo 14. Materiales utilizados para la cosecha.



Anexo 15. Muestras de avena cosechada por tratamiento.

