

UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE GRANO DE AVENA
(*Avena sativa L.*) APLICANDO DIFERENTES NIVELES DE
ESTIÉRCOL DE OVINO EN EL MUNICIPIO DE JESÚS DE MACHACA

POR:

DANIEL CONDORI GUARACHI

EL ALTO – BOLIVIA
2015

UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO

ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE GRANO DE AVENA (*Avena sativa L.*) APLICANDO DIFERENTES NIVELES DE ESTIÉRCOL DE OVINO EN EL MUNICIPIO DE JESÚS DE MACHACA

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

DANIEL CONDORI GUARACHI

Tutores

Ing. M.Sc. Eddy Diego Gutiérrez Gonzales

Tribunal Revisor

Ing. M.Sc. Luis Bernabe Asturizaga Aruquipa

Ing. M.Sc. Cristóbal Riquelme Molina

Ing. M.Sc. Ronald Franz Quispe Valdez

APROBADO

V - IX - MM

Presidente tribunal examinador

DEDICATORIA



CON MUCHO CARÍÑO A:

Con mucho agradecimiento a mis queridos padres: Federico Condori y Celestina Guarachi, a mis hermanos Marcelino, Porfirio, Alicia, Teodora, Madgalena, Roxana, Agripina así mismo cuñados en especial a mis primos, por su apoyo y comprensión.

Daniel Condori Guarachi.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mis sinceros agradecimientos:

- ❖ Dios, porque me ha dado sabiduría y fuerzas para seguir adelante, porque suyo es el consejo y la inteligencia y a él le debo todo lo que soy.
- ❖ A la Universidad Pública de El Alto UPEA, Área Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Recursos Naturales e Carrera de Ingeniería Agronómica, docentes y administrativos quienes contribuyeron conocimientos y sabiduría en mi formación profesional.
- ❖ Al señor tutor Ing. M.Sc. Eddy Diego Gutiérrez Gonzales, por el tiempo dedicado, cooperación paciencia y apoyo constante durante el desarrollo y finalización del presente trabajo de investigación.
- ❖ Al señor responsable de Laboratorios Ing. Omar Aguilar Pérez., por su apoyo y orientación en el manejo de equipos y colaboración durante la realización del presente trabajo.
- ❖ A los señores tribunales revisores Ing. M.Sc. Luis Bernabé Asturizaga Aruquipa, Ing. M.Sc. Cristóbal Riquelme Molina e Ing. M.Sc. Ronald Franz Quispe Valdez, por la revisión y aportes que hicieron posible el presente trabajo de investigación.
- ❖ A mis compañeros (as), de la Carrera por el aliento e impulso a la culminación del trabajo y por los momentos de estudio compartidos.
- ❖ A mis amigos (as), gracias por su generosa amistad y aliento e impulso en el momentos compartidos.

CONTENIDO GENERAL

	Pág.
ÍNDICE GENERAL.....	ii
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
SUMMARY.....	xii

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVOS	2
1.1.1 Objetivo general	2
1.1.2 Objetivo específicos	2
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Origen de avena	3
2.2. Descripción Morfológica del cultivo de avena	3
2.3 Fases fenológicas del cultivo de la avena.....	4
2.4 Valor nutricional.....	5
2.5 Ecología del cultivo.....	6
2.5.1 Temperatura	7
2.5.2 Precipitación	7
2.5.3 Fotoperiodo	7
2.5.4 Suelos	7
2.6 Producción del cultivo de avena	8
2.7 Variedad.....	8
2.8 Fertilidad de suelo	9
2.9 Nitrógeno.....	9
2.10 Fosforo en el suelo	10
2.11 Potasio en el suelo	10
2.12 Estiércol.....	11
2.13 Factores físicos y químicos que influyen la descomposición de la materia orgánica	11
2.13.1 Aireación.....	11
2.13.2 Reacción (pH).....	11
2.13.3 Humedad (H°).....	11
2.13.4 Temperatura (T°)	12
2.13.5 Relación C/N	12
2.14 Clases de estiércol	12
2.15 Composición química del estiércol.....	12
2.16 Características químicas del estiércol.....	12

2.17 Fertilización con abonos orgánicos.....	13
2.18 Abonamiento con estiércol	14
2.19 Fertilización en cultivo de avena.....	14
2.20 Rendimiento de grano	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
3.1 Ubicación Geográfica	16
3.2 Suelo	18
3.3 Vegetación	18
3.4 Ganadería	18
3.5 Materiales.....	18
3.5.1 Material vegetal	18
3.5.2 Material biológico.....	18
3.5.3 Material de campo	19
3.5.4 Material de laboratorio y gabinete.....	19
3.6 Metodología.....	20
3.6.1 Procedimiento experimental	20
3.6.1.1 Análisis físico químico del suelo	20
3.6.1.2 Análisis químico de estiércol.....	21
3.6.1.3 Elección de terreno.....	22
3.6.1.4 Preparación del terreno	22
3.6.1.5 Rastreado	22
3.6.1.6 Nivelado.....	22
3.6.1.7 Delimitación del área experimental	22
3.6.1.8 Siembra	23
3.6.1.9 Abonamiento	23
3.7 Labores culturales	23
3.7.1 Control de malezas.....	23
3.8 Corte y cosecha.....	24
3.9 Secado.....	24
3.10 Trilla	24
3.11 Venteado.....	25
3.12 Almacenado	25
3.13 Diseño experimental.....	25

3.13.1 Modelo estadístico	25
3.13.2 Modelo Lineal Aditivo.....	25
3.13.3 Factores en estudio	26
3.13.4 Croquis de la parcela experimental.....	27
3.13.5 Dimensiones de área experimental.....	28
3.14 Variables de respuesta	28
3.14.1 Variables fenológicas.....	28
3.14.1.1 Días a la emergencia	28
3.14.1.2 Días a la floración	28
3.14.1.3 Días al estado de grano lechoso.....	28
3.14.1.4 Días a estado de grano maduro.....	29
3.14.1.5 Días a estado de cosecha.....	29
3.14.1.6 Peso de grano por tratamiento.....	29
3.15 Variables fisiológicas	29
3.15.1 Altura de planta.....	29
3.15.2 Número de hojas	29
3.15.3 Número de macollas	29
3.15.4 Número de espiga	30
3.16 Variables agronómicas	30
3.16.1 Rendimiento de grano.....	30
3.16.2 Análisis económico	30
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	32
4.1 Características ecológicas.....	32
4.1.1 Clima	32
4.2 Días a emergencia	34
4.3 Días a floración	37
4.4 Días a grano lechoso.....	39
4.5 Número de macollos.....	41
4.6 Número de hojas	44
4.7 Altura de planta (cm)	46
4.8 Número de espiga	49
4.9 Días a la maduración de grano.....	51
4.10 Rendimiento de grano	53

4.11 Evaluación de los costos de producción	56
V. CONCLUSIONES	60
VI. RECOMENDACIONES.....	61
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	62
ANEXOS.....	68

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro N° 1. Composición del grano de avena.....	5
Cuadro N° 2. Composición de avena verde.....	6
Cuadro N° 3. Composición de la paja de avena	6
Cuadro N° 4. Composición química del estiércol ovino	13
Cuadro N° 5. Análisis físico químico de suelos.....	20
Cuadro N° 6. Análisis químico de estiércol (Ovino)	21
Cuadro N° 7. Características de la semilla de variedad texas	23
Cuadro N° 8. Especies de malezas encontradas en el área de estudio.....	24
Cuadro N° 9. Análisis de varianza de los días a emergencia.....	34
Cuadro N° 10. Prueba de Duncan de los días a la emergencia por diferentes niveles de fertilización orgánica.....	35
Cuadro 11. Análisis de varianza de los días a floración.....	37
Cuadro N° 12. Prueba de Duncan de los días a floración para diferentes niveles de fertilización orgánica.....	38
Cuadro N° 13. Análisis de varianza de los días al estado de grano lechoso.....	39
Cuadro N° 14. Prueba de Duncan de los días al estado de grano lechoso para diferentes niveles de fertilización orgánica.....	40
Cuadro N° 15. Análisis de varianza de número de macollos por planta.....	41
Cuadro N° 16. Prueba de Duncan para número de macollos por la planta en los diferentes niveles de fertilización orgánica.....	42
Cuadro N° 17. Análisis de varianza de número de hojas	44
Cuadro N° 18. Prueba de Duncan de número de hojas en los diferentes niveles de fertilización orgánica.....	44
Cuadro N° 19. Análisis de varianza de la altura de planta (cm)	46
Cuadro N° 20. Prueba de Duncan de altura de planta para diferentes niveles de fertilización orgánica.....	47
Cuadro N° 21. Análisis de varianza para el número de espiga por planta.....	49
Cuadro N° 22. Prueba de Duncan para número de espigas en los diferentes niveles de fertilización orgánica.....	49
Cuadro N° 23. Análisis de varianza para días al estado de maduración del grano	51

Cuadro N° 24. Prueba de Duncan de los días al estado de maduración de grano para diferentes niveles de fertilización orgánica	52
Cuadro N° 25. Análisis de varianza para el rendimiento de grano	53
Cuadro N° 26. Prueba de Duncan del rendimiento de grano en los diferentes niveles de fertilización orgánica.....	54
Cuadro N° 27. Costo de producción	56
Cuadro N° 28. Análisis de dominancia para cultivo avena en grano	57
Cuadro N° 29. Análisis marginal de costos variables para cultivo avena en grano	59

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura N° 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio	17
Figura N° 2. Temperaturas registradas durante el periodo del estudio	32
Figura N° 3. Precipitaciones registradas durante el periodo del estudio y periodo anterior	34
Figura N° 4. Promedio de los días a la emergencia aplicando diferentes niveles de fertilización orgánica.....	36
Figura N° 5. Promedio de los días a floración en los diferentes niveles de fertilización orgánica	38
Figura N° 6. Promedio de los días a estado de grano lechoso para diferentes niveles de fertilización orgánica.....	40
Figura N° 7. Promedio de número de macollos en los diferentes niveles de fertilización orgánica	43
Figura N° 8. Promedio de número de hojas en los diferentes niveles de fertilización orgánica	45
Figura N° 9. Promedio de altura de planta para diferentes niveles de fertilización orgánica	47
Figura N° 10. Promedio de número de espiga en los diferentes niveles de fertilización orgánica	50
Figura N° 11. Promedio de los días a estado de maduración de grano en los diferentes niveles de fertilización orgánica.....	52
Figura N° 12. Promedio del rendimiento de grano con los diferentes niveles de fertilización orgánica	54
Figura N° 13. Costos variables y beneficios netos para diferentes niveles de fertilización orgánica	58

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Registro de datos promedio de los tratamientos para cada variable de estudio.	69
Anexo 2. Temperaturas presentadas durante el estudio	70
Anexo 3. Precipitación presentada durante el estudio	70
Anexo 4. Costo de producción por hectárea de avena en grano y niveles de fertilización orgánica en bolivianos.....	71
Anexo 5. Análisis físico químico del suelo	72
Anexo 6. Análisis químico de estiércol	73
ANEXO 7. Fotografías del trabajo de investigación	74

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la Comunidad de Jesús de Machaca de la Provincia Ingavi del Departamento de La Paz. Ubicado a 120 km del sede Gobierno. Geográficamente se sitúa entre los paralelos, 16° 44' 50.03" Latitud Sur y 68° 48' 32.59" Longitud Oeste con una altitud de 3870 m.s.n.m.

Los objetivos fueron: determinar el comportamiento de avena con diferentes niveles de aplicación de estiércol de ovino; evaluar el rendimiento de grano a diferentes niveles de estiércol ovino y evaluar costos de producción de los tratamientos.

El experimento fue evaluado bajo el Diseño Bloques al Azar con dos factores de estudio, 5 bloques, con un total de 25 unidades experimentales, evaluando las diferentes variables de respuestas fueron: días a emergencia, días a la floración, días al estado de grano lechoso, altura de planta, número de hojas, número de macollas, número de espiga, días a estado de grano maduro, días a estado de cosecha y rendimiento de grano.

Respecto al rendimiento de grano de avena de los tratamientos en estudio el que presento mayor rendimiento de grano fue el tratamiento T₄ con fertilización orgánica de estiércol de ovino de 6,25 t/ha, con un rendimiento de grano de 1,83 t/ha y el menor rendimiento presento el tratamiento T₅ con aplicación de 0 t/ha de 1,26 t/ha.

También a la referencia a los días a la floración, días al estado de grano lechoso, Altura de planta y número de hojas, las diferencias más marcadas en la floración tuvo con aplicación de estiércol de ovino de 6,25 t/ha en 69,00 días, y el testigo en 116 días. Y así mismo presento con mayor altura de planta de 113,04 cm con aplicación de estiércol de 6,25t/ha y menor altura 95,20 cm fue el testigo con aplicación de estiércol 0 t/ha.

En el número de espigas en la producción de cultivo de avena en grano nos presenta con mayor aplicación de estiércol de ovino de 6,25 t/ha, presento con mayor número de espiga de 12,00, el testigo con 0 t/ha alcanzo con un promedio menor de espigas de 9,92.

De acuerdo a los resultados obtenidos, la relación al costo variable presenta con la aplicación de diferentes niveles de fertilización orgánica de estiércol ovino 6,25 t/ha se tiene mayor costo variable de 2470 Bs/ha y con un beneficio neto mayor de 824 Bs/ha con un beneficio costo de 1,33 y el testigo con 0 t/ha presenta con un beneficio neto menor de 463 Bs/ha y con un beneficio costo menor de 1,25.

SUMMARY

The present research work was carried out in the community of Jesus de Machaca of province Ingavi the Department of peace. Located 120 km from the host Government. Geographically is located between the Parallels, 16 ° 44' 50.03 " South latitude and 68 ° 48' 32.59 "West longitude at an altitude of 3870 metres above sea level.

The objectives were to: determine the behaviour of oats with different levels of application of manure of sheep; evaluate the performance of grain at different levels of sheep manure and evaluate production costs of treatments.

The experiment was evaluated under the design randomized blocks with two factors study, 5 blocks, with a total of 25 experimental units, evaluating the different response variables were: days to emergence, days to flowering, days to the State of Milky grain, plant height, number of leaves, number of tillers, Spike number, days to rule of mature grain, days to rule of harvest and grain yield.

Regarding the performance of oat of the treatments in study which I present higher grain yield was T4 treatment with Organic fertilization of sheep 6.25 t manure / ha, with a grain yield of 1.83 t / ha and lower performance presented the T5 treatment with application of 0 t / has 1.26 t / has.

Also the reference to the days to flowering, days to the State of Milky grain, plant height and number of leaves, the more pronounced differences in flowering had with 6.25 t sheep manure application / has 69,00 days, and witness in 116 days. And likewise presented with greater plant height of 113,04 cm with 6 manure application, 25t / has and low-height cm 95,20 witnessed with application of manure 0 t / has.

In the number of spikes in the production of oats in grain farming presents us with greater application of manure of sheep 6.25 t / ha, presented with greater number of 12,00, with 0 witness stem t / has reached with one average less than spikes of 9.92.

According to results, the relationship to the variable cost presents the application of different levels of Organic fertilization of sheep manure 6.25 t / has is more variable cost of 2470 Bs / has and with one net profit of 824 Bs / has a benefit cost of 1.33 and the witness with 0 t / has presents with one net profit of 463 lower Bs / has and a profit less than 1.25.

I. INTRODUCCIÓN

La producción de avena (*Avena sativa L.*), es uno de los cereales más importantes del mundo ocupando el cuarto lugar en la producción de grano después del trigo, arroz y el maíz. A diferencia del trigo y del arroz, que cultivan principalmente para el consumo humano el grano y también el forraje produce como alimento para el ganado en el mundo.

La producción de cultivo de avena es adaptada a diferentes condiciones climáticas del suelo en Bolivia. Además tiene un rendimiento de grano similar a la cebada, presenta un mayor valor biológico de la proteína contenida en sus granos ya sea como producción de forraje o grano destinado a consumo animal o persona.

En Bolivia, durante la última década se ha difundido la avena considerablemente por sus cualidades forrajeras por su elevado rendimiento en grano y su facilidad de conservación como semilla, la avena se constituye en una importante reserva alimenticia para la época de estiaje. En épocas húmedas es un excelente alimento energético para el ser humano y los animales.

La adecuada aplicación de estiércol de ovino favorece en gran medida la productividad con mayor rendimiento de grano y además mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, dando mejor crecimiento y desarrollo de las plantas, por consiguiente necesaria su aplicación para la obtención de rendimientos elevados.

El presente estudio, tiene el propósito de buscar nuevas alternativas para incrementar la producción y productividad de grano y para esto se ha dado mayor importancia a la fertilización de estiércol ovino. Los cuales no son aplicados adecuadamente por los agricultores debido a la falta de conocimiento y poco asesoramiento técnico; de manera que permita incrementar los rendimientos y así satisfacer la demanda de alimentos para el hombre y los animales.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

Evaluar el rendimiento de grano de avena (*Avena sativa L.*) aplicando diferentes niveles de estiércol de ovino.

1.1.2 Objetivo específicos

- ⇒ Determinar el comportamiento de avena con diferentes niveles de aplicación de estiércol de ovino.
- ⇒ Evaluar el rendimiento de grano a diferentes niveles de estiércol ovino.
- ⇒ Evaluar costos de producción de los tratamientos.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Origen de avena

Según Ashby (2006), la avena se originó en Asia Central, el cultivo pasaba desapercibido era poco conocido, aunque parece confirmarse que este cereal no llegó a tener importancia en épocas tan tempranas como el trigo o la cebada, antes de ser cultivada la avena se supone que eran semillas de malas hierbas, ya que no existen evidencias de que la avena fuese cultivada por los antiguos egipcios.

Según Robles (2001), hasta 1965 la variedad criolla predominó en las siembras que se extendieron hacia el norte, oeste de Europa y a otra región del mundo, este cultivo más se adaptó a zonas altas debido a ser susceptible la roya del tallo (*Puccinia graminis avenae*).

2.2. Descripción Morfológica del cultivo de avena

Según Robles (2001), la avena es una planta anual, posee una raíz fibrosa. El tallo es una caña herbácea y erguida con nudos llenos y entrenudos huecos, generalmente crece entre 0,60 a 1,50 m de altura, que varían de 0,32 a 0,64 m de diámetro. Las hojas son planas y alargadas de color verde oscuro, alcanzan una longitud de 0,25 m de largo y 1,30 cm de ancho, la lígula carecen de estipula; La inflorescencia es una panoja compuesta. El fruto posee un pequeño racimo de espiguillas que llevan de uno a cinco flores, de las cuales sólo dos son fértiles, usualmente son de 20 a 100 florcillas por panícula.

Bolleto y Rodríguez (2008), indican que las semillas son alargadas y acanaladas, pueden ser dependiendo del cultivo oblongas o cilíndricas. Su color varía comúnmente del blanco al amarillo, aunque también existen semillas que presentan colores que varían del violáceo a negro. Cada semilla está contenida en un fruto llamado cariósido, el cual exteriormente presenta una estructura denominada pericarpio; éste corresponde a la función de las paredes del ovario y se presenta unido a la testa de la semilla los granos conservan la lemma y la pálea después de la trilla.

2.3 Fases fenológicas del cultivo de la avena

Según Marca (2009), se describen las siguientes fases fenológicas en la avena:

- Emergencia, en la realidad la germinación es la aparición de los primeros tejidos de la planta sobre la superficie del suelo con 1 a 2 hojas hasta el inicio del macollamiento.
- Macollamiento, cuando el 50% de las plantas han macollado, es decir tienen brotes o retoños.
- Encañado, cuando el 50% de las plantas presentan el primer nudo a dos o tres centímetros sobre el suelo.
- Embuchamiento, la panícula se encuentra envuelto dentro de la vaina de la hoja bandera (hoja superior).
- Panojamiento, o llamado prefloración, cuando el 50% de las plantas tienen panículas completamente libres de la vaina foliar.
- Formación (Antesis), cuando el 50% de las panículas, las florcillas se abren y las anteras liberan el polen.
- Grano lechoso, cuando el 50% de las panojas presentan granos que al ser presionados con la uña revientan con la liberación de un fluido (líquido de color blanco).
- Madurez fisiológica, cuando el 50% de las plantas presentan el pedúnculo de color amarillento.

Según las condiciones del medio se alarga o acorta la duración de las fases fenológicas, especialmente esta interacción se produce entre disponibilidad de nutrientes, temperatura y humedad del suelo. Se ha evidenciado que el periodo vegetativo de la avena en el altiplano para producción de forrajes es de 150 a 170 días y el periodo vegetativo para la producción de grano es de 180 a 195 días; Sin embargo, está en función a los factores: variedades, manejo, temperatura y precipitación pluvial (Hernández y Velasco, 2009).

2.4 Valor nutricional

Según Besga (2009), el valor nutricional del grano de avena es superior al de otros cereales, al ser la avena más rica en aminoácidos esenciales, especialmente en lisina. El contenido en proteínas digestibles del grano de avena es mayor que el del maíz y también tiene una mayor riqueza en materia grasa que la cebada y el trigo (Cuadro 1).

Cuadro N° 1. Composición del grano de avena

Composición del grano de avena en 100 g de sustancia

Hidratos de carbono %	58.2
Agua %	13.3
Celulosa %	10.3
Proteínas %	10.0
Materia grasa %	4.8
Materias minerales %	3.1

Fuente: Burgos, 2010.

A continuación se muestra la composición de la avena verde durante la época de floración y paja de avena:

Cuadro N° 2. Composición de avena verde

Composición de la avena verde en 100 g de sustancia	
Agua%	77
Materia no nitrogenada %	10
Celulosa %	8
Materias minerales %	2.5
Proteínas %	1.9
Materia grasa %	0.6

Fuente: Burgos, 2010.

Cuadro N° 3. Composición de la paja de avena

Composición de la paja de avena en 100 g de sustancia	
Celulosa %	41.2
Materia no nitrogenada %	35.6
Agua %	14.3
Materias minerales %	4.4
Proteínas %	2.5
Materia grasa %	2

Fuente: Burgos, 2010.

2.5 Ecología del cultivo

Los factores climáticos desempeñan un papel importante en muchos procesos fisiológicos de las plantas, desde la emergencia hasta el desarrollo. Parsons (1992), menciona que los requerimientos climáticos para cultivo de avena están referidos a:

2.5.1 Temperatura

Burgos (2010), señala la avena se puede cultivar en climas semiáridos, templados o fríos, también puede crecer en áreas con baja temperatura y con baja humedad, la temperatura adecuada para el cultivo varía entre 15 a 31°C.

Marca (2009), menciona que las temperaturas afectan a la germinación y desarrollo de las plantas. Es así, que cuando se presentan temperaturas mínimas por debajo de cero grados centígrados los tejidos de las plantas comienzan a sufrir daño, mientras que las temperaturas máximas, cuando son anormales elevadas y está asociada con periodos de sequía permiten una rápida proliferación de plagas y enfermedades.

2.5.2 Precipitación

Para siembra de primavera se requieren como promedio 600 mm de precipitación durante el año y los de invierno requieren de 800 mm; sin embargo, estas especies también se adaptan a zonas con precipitaciones de 300 a 400 mm de precipitación.

Olivares (2006), indica que la precipitación es la caída de agua de las nubes en forma de lluvia, nieve o granizo. El mismo autor, menciona algunos de los efectos positivos de la precipitación sobre las plantas, como el lavado de las hojas permitiendo una mejor fotosíntesis y en el suelo hace que los abonos se disuelvan permitiendo una mejor absorción de nutrientes.

2.5.3 Fotoperiodo

En la época de crecimiento y floración los cereales requieren un periodo de días largos, es decir con más de 12 horas luz por día. Cuando la duración del día no es suficiente en la época de floración, esta se tardara. Sin embargo, algunas variedades son relativamente insensibles a la duración del día (Olivares, 2006).

2.5.4 Suelos

Burgos (2010), indica que para una buena cosecha, es necesario que el suelo tenga una capa cultivable de 15 a 20 cm de profundidad y una textura media a pesada y de buena estructura que permitan un buen drenaje, obteniéndose los mejores rendimientos en

suelos livianos - limosos, arenosos arcillosos. También es importante el pH que este entre 5,5 a 8,5 y un contenido de materia orgánica de acuerdo a las necesidades del suelo.

Brady (2000), menciona que la avena ya sea para grano o forraje requiere de suelos francos o franco arcilloso, debido a que retienen mejor el agua, generalmente se cultiva a secano y muy rara vez bajo riego. Se adapta a tierras de escasa fertilidad y se comporta mejor en suelos alcalinos, la avena requiere una buena preparación del terreno.

2.6 Producción del cultivo de avena

Según estadística del MACA (2009) señalan que la mayor Producción Nacional de avena en grano (*Avena sativa L.*) se encuentra en los departamentos de Cochabamba, La Paz y Santa Cruz cuyo rendimiento total nacional es de 3.493 kg/ha en el periodo de 2009. Del mismo modo Gavande (1992), indica que los principales países en la producción mundial de avena son Rusia, U.S.A., Canadá y China con 18.000; 8369; 5973 y 6000 miles de toneladas respectivamente. Bolivia solamente con 9 ton/ha.

La producción regional en nuestro departamento abarca parte del Altiplano Central hasta el Altiplano Norte, principalmente en las zonas de producción lechera en las provincias de: Los Andes, Aroma, Omasuyos, Ingavi y otras.

2.7 Variedad

Córdova (2005), indica que la variedad criolla de avena ocupa hasta un 80% de la producción de grano en el ámbito nacional, las cuales se introdujeron durante la colonia. Al altiplano boliviano fueron introducidas en 1965 las nuevas variedades certificadas Rothenburger, Banock, Texas y Litoral, las cuales fueron sembradas lográndose a través de años su adaptabilidad y ser considerada actualmente como variedad criollas, en los diferentes medios.

Según Gutiérrez (2005), define las siguientes características, de una buena variedad avena criolla:

- ⇒ Altos rendimientos
- ⇒ Resistentes a enfermedades y plagas
- ⇒ Buena calidad nutritiva
- ⇒ Precocidad
- ⇒ Tolerante a heladas
- ⇒ Tolerante a sequias

2.8 Fertilidad de suelo

Burgos (2010), indica que la fertilidad del suelo, es un factor importante para el desarrollo de las plantas, lo que determina buenos o malos rendimientos de los cultivos; por lo que para la obtención de buenos rendimientos se debe mejorar la fertilidad del suelo incorporando abonos orgánicos.

El mismo autor, menciona que el suelo es un medio de cultivo que debe tener la capacidad de cumplir con todo los requerimientos físicos químicos de los diferentes cultivos a producirse, la estructura del suelo debe ser suficientemente buena para facilitar el crecimiento del sistema radicular de las plantas.

2.9 Nitrógeno

Según Limón (2009), el nitrógeno que proviene de la materia orgánica, tiene una directa implicación en la fertilidad del suelo, como los cultivos extraen en cada cosecha, conviene mantener la materia orgánica a través de adiciones periódicas. Se estima que el 85 a 95% de nitrógeno es orgánico, en suelos de turba y orgánicos, el 5 a 15% de nitrógeno se presenta en forma inorgánica en suelos áridos y semiáridos.

Prieto (2006), indica que el nitrógeno es necesario para mantener un follaje verde, siendo indispensable para que se realice la función fotosintética. Por otro lado, los cereales requieren una mayor cantidad de nitrógeno durante el período de encañe y crecimiento.

2.10 Fosforo en el suelo

Según Guerrero (2004), el fósforo existente en el suelo tiene la denominación de ácido fosfórico, donde las cantidades de este elemento pueden alcanzar de 3 a 10% de la masa total en los suelos de origen volcánico y de origen sedimentario del 0,5 al 3%.

El mismo autor indica que la materia orgánica, el humus y ácido fosfórico se combinan formando humo fosfato, con que se evita la fijación del fósforo en el suelo y la mantiene fácilmente asimilable para las plantas.

Según Robles (2009), señala que el fósforo estimula el crecimiento de las raíces y acelera la maduración de los granos. Los cereales son sensibles a la deficiencia de fósforo, especialmente en las primeras etapas de su desarrollo, los cereales requieren menor cantidad de fósforo en comparación al nitrógeno.

2.11 Potasio en el suelo

Labrador (2003), señala que el elemento potasio se encuentra en el suelo bajo tres formas que son: minerales del suelo; potasio intercambiable retenido en la arcilla y el humus; potasio en solución del suelo donde las plantas se alimentan de este elemento.

Según Laura (2009), la fertilización potásica en cultivos es importante para el control de heladas. De la misma forma, varios investigadores han comprobado la influencia de potasio sobre las plantas para resistir las bajas temperaturas. Sin embargo con altas dosis de nitrógeno y potasio pueden hacer que los tejidos de las plantas sean más susceptibles a los daños causados por heladas.

El mismo autor indica que el potasio estimula el crecimiento de los entrenudos y fortalece los tallos, sin embargo, este nutriente es de menor importancia en el cultivo de cereales, porque se encuentra normalmente en suficiente cantidad en el suelo.

Guerrero (2004), señala que el contenido de potasio varía en los suelos y se encuentra generalmente entre 0.04 a 3 % en los suelos alcalinos. El contenido de potasio puede llegar hasta un 8 %, en el mayor de los casos este elemento en el suelo se encuentra asociado con silicatos y a su vez este no es indispensable para la planta.

2.12 Estiércol

Según Alzerreca (2007), el estiércol es el desecho orgánico de los animales domésticos y sirve de abono al suelo que resulta las principales ventajas que se logran con la incorporación del estiércol es el aporte de nutrientes, incremento de humedad y mejora la actividad biológica del suelo con el cual se incrementa la producción del suelo.

El mismo autor indica, que el estiércol está compuesto por una mezcla de paja o productos que llegan a formar las deyecciones de los animales (sólidos y líquidos), obteniéndose su descomposición a través del proceso de fermentación, dando como resultado un abono con excelentes cualidades.

Okon y Gonzales (2005), indican que las características del estiércol no siempre son las mismas, depende de los factores como: especie de animales, edad, alimentación y destino de los animales.

2.13 Factores físicos y químicos que influyen la descomposición de la materia orgánica

Burgos (2010), señala que los agentes que coadyuvan a la descomposición de la materia orgánica son los siguientes:

2.13.1 Aireación

Actúa sobre el desarrollo de la microflora aerobia o anaerobia, llevando a la humificación rápida si se cumple una buena aireación, en este proceso se produce una quema de los ácidos orgánicos, lo que aumenta el pH.

2.13.2 Reacción (pH)

Generalmente en suelos neutros y ligeramente alcalinos pH 7 a 8, la humificación es rápida y satisfactoria.

2.13.3 Humedad (H°)

Su influencia es directa sobre la microflora y de manera indirecta cuando la humedad es elevada creando la anaerobiosis.

2.13.4 Temperatura (T°)

Según Olivares (2006), ocasiona una selección de los organismos transformadores, así bajo una buena aireación la temperatura se eleva en los estiércoles a 60 a 70°C, causando el desarrollo de bacterias termófilas.

2.13.5 Relación C/N

Según Rodríguez, *et al* (2004), la descomposición se hace lenta, si existe falta de nitrógeno, como en la paja cuya relación C/N es de 90 a 110, en cambio en leguminosa es rápido por su relación C/N es de 20.

2.14 Clases de estiércol

Según Storie (2006), señalan que el estiércol se clasifica de acuerdo al contenido de agua cuando están en estado fresco:

- ⇒ Estiércol frío: vaca y cerdo.
- ⇒ Estiércol caliente: Oveja, gallina y caballo.

Los mismos autores señalan que los estiércoles fríos tienen un contenido de agua en promedio de 86 a 87% contenido que conduce a un lento calentamiento del material, en cambio los estiércoles calientes poseen un contenido de agua en promedio de 55 a 78%, permite para una mejor y rápida descomposición de la materia orgánica.

2.15 Composición química del estiércol

Villarroel (2005), señala la composición química del estiércol, varía fundamentalmente entorno a tres factores principales: dieta animal, contenido de humedad, edad y composición de abono, en muchos casos las cantidades y proporciones de macronutrientes y micronutrientes.

2.16 Características químicas del estiércol

Según Laura (2009), determino a partir de estudios realizados con el estiércol de ovino contiene la siguiente composición:

Cuadro N° 4. Composición química del estiércol ovino

Determinación	Estiércol ovino
PH	8
MS%	48
MD%	54,8
N total%	1,68
P ₂ O ₅ total %	1,28
K ₂ O total %	1,39
Ca total %	1,01
Mg total %	0,39
Fe total ppm	---
Mn total ppm	---
Cu total ppm	---
Zn total ppm	---
Relación C/N	23,8
Salinidad (Mmhos/cm)	13

Fuente: Laura 2009.

2.17 Fertilización con abonos orgánicos

Según Guerrero (2004), los abonos orgánicos como gallinaza y estiércol ovino, bovino y caprino han sido utilizados durante siglos para incrementar el rendimiento de los cultivos y mejorar la estructura del suelo y capacidad de retención de humedad en los suelos.

El mismo autor señala, que el estiércol contiene cantidades significativas de compuestos orgánicos de fácil descomposición, a la vez mejora la actividad física y biológica del suelo, además en la actualidad viene adquiriendo gran importancia por el desarrollo de la agricultura orgánica y agricultura biológica para no utilizar los productos químicos.

2.18 Abonamiento con estiércol

Okon y Gonzales (2005), indican que la composición mineral del estiércol sólido se destaca una notable heterogeneidad, al tratarse de un abono compuesto de naturaleza orgánico mineral rico en materia orgánica, con un contenido de elementos minerales bajo. El nitrógeno se encuentra casi exclusivamente en forma orgánica y requiere la mineralización previa para ser asimilado por los cultivos, el cual se encuentra el nitrógeno amoniacal, fósforo y potasio que se encuentran 50% en forma orgánica y mineral.

2.19 Fertilización en cultivo de avena

Okon y Gonzales (2005), señalan que la incorporación de estiércol se puede aplicar en la siembra o después de la siembra, respondiendo favorablemente los cereales a las fertilización en especial el nitrógeno, fosforo y potasio para el cultivo de avena, se recomienda dosis de 60 – 40 – 10 de N – P – K, para zonas frías y valles, para mayor rendimiento de grano.

El mismo autor indica, que el nitrógeno en los cereales es el nutriente que se debe aplicar en cantidades mayores, para mayor desarrollo de las hojas, el mejor indicador que el cultivo se desarrolle bien con este elemento, al tomar una coloración verde.

2.20 Rendimiento de grano

Según Hernández y Velasco (2009), observaron que habitualmente los mejores rendimientos de grano de avena se registran en zonas subhúmedas donde los suelos son profundos, fértiles y con precipitaciones abundantes. En zonas subhúmedas áridas y semiáridas del altiplano encontraron variedades criollas de avena con rendimientos de 1,20 hasta 2,20 t/ha.

Según Conde (2003), menciona los rendimientos mayores alcanzados en la accesión 22 con un valor 2,04 t/ha, por otro lado el rendimiento menor fue de accesión 23 con 1,62 t/ha en Estación Experimental Choquenaira.

Respecto Vilaro (2001), señala de manera comparativa con otras latitudes se tiene reportes de ensayos en cinco variedades de avena los cuales alcanzaron los siguientes

rendimientos; L 27 1071 Kg/ha, (1095a), 894 Kg/ha, (Protina 34), 893 Kg/ha, (RLE 115) 24,4 t/ha y el cultivar INIA Polaris con 497 Kg/ha teniendo estos cultivares una media de 840 Kg/ha en la campaña agrícola 2001.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación Geográfica

El presente trabajo de investigación se realizó en la Comunidad de Jesús de Machaca, la misma se encuentra en la jurisdicción del cantón de Jesús de Machaca de la Provincia Ingavi del Departamento de La Paz, ubicado a una distancia de 120 Km de la sede Gobierno. Geográficamente se sitúa entre los paralelos, 16° 44' 50.03" latitud sur y 68° 48' 32.59" longitud oeste con la altitud de 3.870 m.s.n.m. (SENAMHI, 2010).

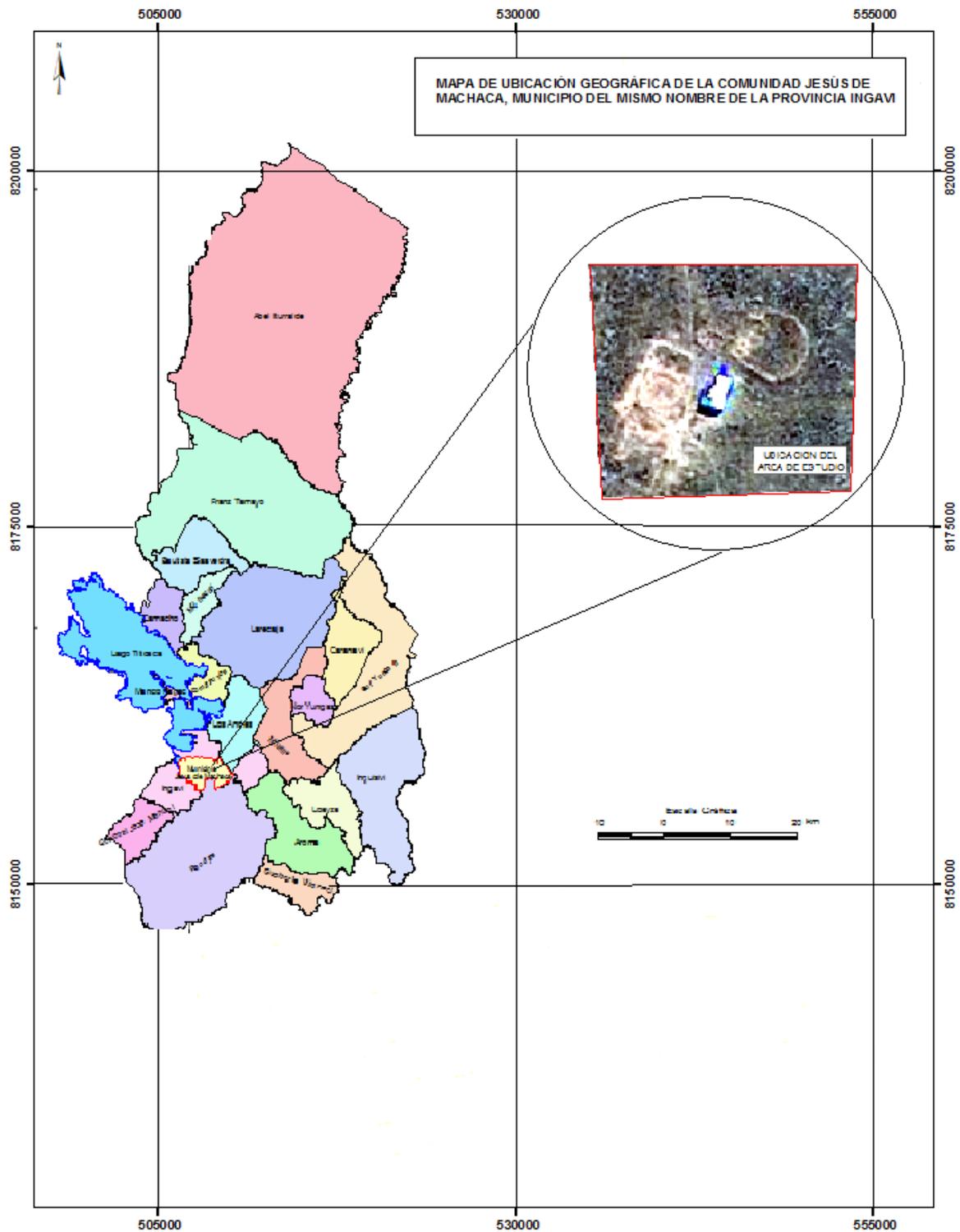


Figura N° 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio

3.2 Suelo

El suelo tiene una profundidad de capa arable de 10 a 25 cm, presenta una textura franco-arenosa, predominancia de limosa y pobres de materia orgánica 1,28 y 2,03%. Con un drenaje moderado sobre todo presentando una erosión hídrica ligera y erosión eólica (Burgos, 2010).

3.3 Vegetación

La zona de estudio presenta una vegetación de diferentes especies nativas como: Chilliwá (*Festuca pratensis*), Iru Ichu (*Festuca Dolichophyllia*), Caiña (*Tetraglochin cristatum*), Cola de Raton (*Hordeum muticum*), Sicuya (*Stipa ichu*), Sillu Sillu (*Lackemilla Pinnata*), K'eña (*Lazula peruviana*), Sik'e (*Hypochoeris meyeriaria*), Mostaza (*Brassica campesitris*), Q'ora (*Geranium spp*) Cebadilla (*Bromus unioloides*), Chiji blanco (*Distichis umilis*) y otras especies nativas (Biurrun, 2006).

3.4 Ganadería

El lugar de estudio, es considerada como zona ganadera por la crianza de ganado lechero con 60% Bovinos (*Bos tauros*), las familias tienen de 5 a 7 cabezas de ganado. Otras especies en orden de importancia son el ganado de camélido y ovino, dedicada a la producción de carne, lana y fibra Llamas (*Lama glama*), Ovinos criollos (*Ovis aries*). Por otro lado se dedica a la actividad agrícola en un 40%.

3.5 Materiales

3.5.1 Material vegetal

El estiércol de ovino (wano), fue recolectado de las estercoleras de la misma comunidad, en la época de siembra a razón de 17,5 t/ha.

3.5.2 Material biológico

El material vegetal (semilla) que se utilizó, variedad texas a razón de 150 kg/ha.

3.5.3 Material de campo

El material utilizado durante el trabajo de investigación son:

- ⇒ Picota
- ⇒ Chuntilla
- ⇒ Rastrillo
- ⇒ Cinta métrica de 50 m
- ⇒ Flexo metro de 5 m
- ⇒ Lienza
- ⇒ Estacas
- ⇒ Letreros
- ⇒ Hoz
- ⇒ Cámara fotográfica
- ⇒ Bolsa de nylon 20 x 30 cm.
- ⇒ Envase de almacenamiento de grano
- ⇒ Cuaderno de campo de 100 folios

3.5.4 Material de laboratorio y gabinete

Así mismo se emplearon los siguientes materiales de laboratorio y gabinete:

- ⇒ Balanza analítica ± 0.01
- ⇒ Balanza de reloj
- ⇒ Romana
- ⇒ Equipo de computadora
- ⇒ Material de escritorio

3.6 Metodología

3.6.1 Procedimiento experimental

3.6.1.1 Análisis físico químico del suelo

Se procedió a la toma de muestras del suelo de diferentes puntos, describiendo curvas de zig – zag del área de estudio, para luego ser mezcladas y cuarteadas hasta obtener una muestra representativa y posteriormente ser llevada al laboratorio para el correspondiente análisis físico – químico del suelo para tener información clara del estado en que se encuentra el suelo en el que se llevó el estudio de investigación, que muestra en el cuadro 5.

Cuadro N° 5. Análisis físico químico de suelos

ARENA %	ARCILLA %	LIMO %	CLASE TEXTURA	GRAVA %	CARBONATOS LIBRES	pH en agua 1:5	pH en KCL 1:5	C.E. dS/m 1:5		
61	22	17	FYA	3,0	A	5,49	5,20	0,169		
CACIONES DE CAMBIO (meq /100 gr suelo)										
Al + H	Ca	Mg	Na	K	TBI	CIC	SAT. BAS. %	Materia orgánica %	Nitrógeno total %	Fosforo Asimil. Ppm
0,08	2,73	0,82	0,55	0,69	4,78	4,86	98,4	1,33	0,07	6,48

Fuente: Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (IBTEN 2011).

MO = Materia orgánica

PPM = Partes por millón

FYA = Franco arcilloso arenoso

El área de estudio presenta las siguientes características del suelo correspondiente a una textura franco arcilloso arenoso (FYA), con predominancia de arena 61%, arcilla 22%, limo 17% y grava 3,0%, la textura de suelos franco arcilloso arenoso es de importancia para producción agrícola además del pH del suelo es ácido no presenta problemas de salinidad.

En cuanto a los cationes tiene bajo contenido de Sodio, Potasio, Magnesio y Calcio, con relación a la capacidad de intercambio catiónica (CIC) es de menor cantidad. Respecto a la materia orgánica el valor es 1,33% calcificado como contenido de medio a la vez este suelo presenta bajo contenido de nitrógeno 0,07%, en cambio el fósforo se encuentra en nivel alto de 6,48 PPM (Cuadro 5).

3.6.1.2 Análisis químico de estiércol

El análisis químico de estiércol presenta las siguientes características:

Cuadro N° 6. Análisis químico de estiércol (Ovino)

Parámetro	Resultado	Unidades
Nitrógeno	0,92	% N, p/p
Fósforo	0,19	% P, p/p
Potasio	0,97	% K, p/p
Carbono orgánico	15,47	%
Calcio	0,72	% Ca
Magnesio	0,2	% Mg
Hierro	1092,35	mg /Kg
Cobre	6,03	mg /Kg
Zinc	43,92	mg /Kg
Manganeso	4,98	mg /Kg
pH en agua 1:5	7,99	-
Conductividad eléctrica (1:5)	5,07	mS /cm
Humedad	7,7	%
Materia seca	92,3	%

Fuente: Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (IBTEN 2011).

De acuerdo a los resultados obtenidos (cuadro 6), muestra el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio puede ser considerado adecuado, el pH es alcalino.

Con relación del valor de carbono nitrógeno (C/N) refleja que la descomposición de estiércol será apropiada, porque suministrará energía y nitrógeno para que los microorganismos desintegradores se multipliquen.

3.6.1.3 Elección de terreno

Para la elección de terreno se hizo un reconocimiento y observación visual del área, para determinar la textura y pendiente del suelo, para iniciar con la siembra de especie.

3.6.1.4 Preparación del terreno

La preparación del suelo, se realizó con tracción animal durante el mes de noviembre del 2010, a una profundidad de 20 a 30 cm para posteriormente realizar el mullido en el mes de diciembre, para obtener una buena emergencia y desarrollo del cultivo.

3.6.1.5 Rastreado

El rastreado se realizó dos pasadas con tracción animal en forma cruzada para disminuir los espacios libres de aire en el suelo después del barbecho, romper los terrones para preparar una mejor cama de siembra, además efectuar una mezcla de residuos orgánicos que pueden existir en la superficie de suelo. Al mismo para una mejor distribución de semillas, y se tiene una buena emergencia de plantas.

3.6.1.6 Nivelado

Luego del rastreado se realizó la actividad de mullido con el fin de que la distribución del agua de lluvia sea homogénea. El nivelado se realizó con rastillo y tabloncillos.

3.6.1.7 Delimitación del área experimental

El área de trabajo se determinó con cinta métrica de 50 m y tiene las siguientes dimensiones de 22 m de largo y 22 m de ancho, con un área total de 484 m², considerando el respectivo distanciamiento entre los tratamientos y pasillos.

3.6.1.8 Siembra

La siembra se realizó el 01 de diciembre del 2010 de acuerdo al croquis de campo, y se procedió con apertura de surco con tracción animal a una profundidad de 10 cm y una distancia de 40 cm entre surcos, las semillas se depositó a chorro continuo, con una densidad de siembra de 1,2 kg por tratamiento con un total de 6 kg.

Por otra parte, en el cuadro N° 7 se observa las características importantes de la semilla utilizada:

Cuadro N° 7. Características de la semilla de variedad texas

Variedad	Densidad de siembra kg/ha	% Germinación	% Pureza	Valor cultural	Peso de 1000 semillas (g)
Texas	150	93	94	95	48,8

Fuente: Elaboración propia según Laura, 2009.

3.6.1.9 Abonamiento

La incorporación de abono orgánico se realizó mediante el cálculo de la cantidad requerida de abono por unidad experimental, considerando los niveles de 2,50 t/ha, 3,75 t/ha, 5,0 t/ha, 6,25 t/ha y 0 t/ha, a chorro continuo al surco mezclando muy bien con el suelo.

3.7 Labores culturales

3.7.1 Control de malezas

Con la finalidad de lograr un buen crecimiento del cultivo y obtener rendimientos satisfactorios, se realizo deshierbe de las especies consideradas como malezas en forma manual, a continuación se cita las principales malezas encontradas en las parcelas de estudio (cuadro 9).

Cuadro N° 8. Especies de malezas encontradas en el área de estudio.

Nombre común	Nombre científico
Sillu sillu	<i>(Lackemilla pinnata)</i>
Muni muni	<i>(Vitens andicola)</i>
Cebadilla	<i>(Bromus catharticus)</i>
Cola de ratón	<i>(Hordeum muticum)</i>
Reloj - reloj	<i>(Erodium cicutarum)</i>
Diente de león	<i>(Tarxacum officinalis)</i>

Fuente: Elaboración propia según Zillin, 2004.

Según Zillin (2004), menciona que para obtener rendimientos altos, se realiza el deshierbe a los 60 días, para poder evitar pérdidas posteriores de producción en cultivo de avena.

3.8 Corte y cosecha

El corte y cosecha se realizó de forma manual con el empleo de una hoz, cuando el cultivo llegó a los 195 días, de acuerdo al estado de madurez fisiológica de cultivo. Los granos estén maduros y una humedad de 40%, el corte fue a una altura de 3 centímetros de la superficie del suelo.

3.9 Secado

Esta operación se hizo inmediatamente después de la siega donde los granos empezaron a pos madurar.

3.10 Trilla

La trilla se realizó separando los granos de las plantas en forma manual con la ayuda de palos golpeando parte de la espiga, esto se realizó cuando la humedad de los granos han bajado al 13%, en este momento los granos se desprenden fácilmente de la paja, y se logra una buena trilla, por tanto se conserva la semilla cosechado.

3.11 Venteado

El venteado se realizó después de la trilla, utilizando palas y bañadores de barro, en el momento de suficiente viento, lanzando al aire para separar las brozas o cascara de la semilla para dejar totalmente libre de impurezas.

3.12 Almacenado

El almacenado de la semilla se realizó en los recipientes de barro, posteriormente cubriendo con un techo para proteger del clima.

3.13 Diseño experimental

3.13.1 Modelo estadístico

El presente trabajo de investigación se utilizó el diseño de bloques completo al azar, asignado con dos factores en estudio, con cinco niveles de fertilización orgánica en 5 bloques, haciendo un total de 25 unidades experimentales, este diseño permite contrastar los resultados de los tratamientos (Ochoa, 2009).

3.13.2 Modelo Lineal Aditivo

$$Y_{ij} = \mu + B_j + T_i + \xi_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Una observación cualquiera

μ = Media poblacional

B_j = Efecto del j – esimo bloque

T_i = Efecto del i – esimo tratamiento

ξ_{ij} = Error experimental

3.13.3 Factores en estudio

Se evaluaron los siguientes factores:

Factor A: Niveles de estiércol

$$a_1 = 2,50 \text{ t/ha}$$

$$a_2 = 3,75 \text{ t/ha}$$

$$a_3 = 5,0 \text{ t/ha}$$

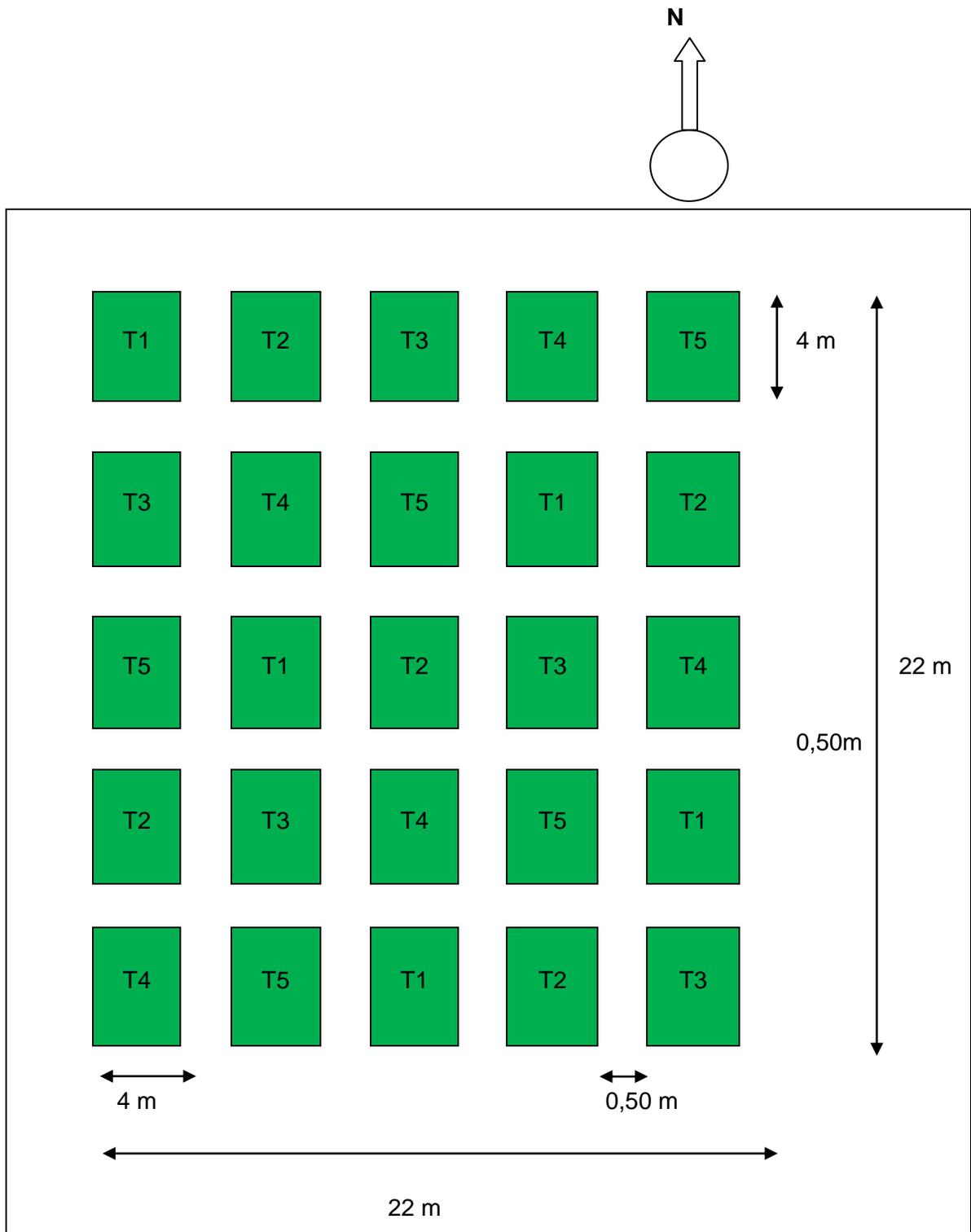
$$a_4 = 6,25 \text{ t/ha}$$

$$a_5 = 0 \text{ t/ha}$$

Factor B: Variedad

$$b_1 = \text{Texas}$$

3.13.4 Croquis de la parcela experimental



3.13.5 Dimensiones de área experimental

Largo del campo experimental	22 m
Ancho del campo experimental	22 m
Largo de surcos	4,00 m
Ancho de surcos	0,40 m
Distancia entre surcos	0,40 m
Numero de surcos por tratamiento	6,00
Número de bloques	5,00
Ancho de pasillo entre tratamientos	0,50 m
Área de la unidad experimental	16 m ²
Área de superficie total del experimento	484 m ²

Fuente: Elaboración propia según los datos del experimento 2011.

3.14 Variables de respuesta

3.14.1 Variables fenológicas

3.14.1.1 Días a la emergencia

Para determinar este parámetro, se consideró los días transcurridos desde la siembra hasta la emergencia del 50% de las plántulas en los tratamientos.

3.14.1.2 Días a la floración

Se consideró en el número de días después de la siembra cuando alcanzo el 50% de las panículas muestran anteras visibles de cada unidad experimental.

3.14.1.3 Días al estado de grano lechoso

Para la evaluación de los días al estado de grano lechoso, se consideró días transcurridos desde la emergencia hasta que se tuvo el 50% de las panículas presentaron el estado de grano lechoso a la presión de los dedos por tratamiento experimental.

3.14.1.4 Días a estado de grano maduro

Esta fase se caracteriza por las numerosas espigas maduras, que tuvo el 50% lleno de grano maduro adquiriendo la intensidad del color de la avena, a los 195 días, de la siembra.

3.14.1.5 Días a estado de cosecha

La cosecha se realizó manualmente con la ayuda de hoces, de acuerdo a su estado de madurez fisiológica de la planta, tomando en cuenta el efecto de bordura en ambas cabecera de surcos, descartando un surco en cada extremo el corte se lo realizo a una altura de 3 cm sobre superficie del suelo.

3.14.1.6 Peso de grano por tratamiento

Para la evaluación de pesaje de grano se utilizó una romana de 50 kilos, evaluando la producción de grano de los tratamientos, para luego calcular mediante análisis estadísticos.

3.15 Variables fisiológicas

3.15.1 Altura de planta

La altura de la planta se evaluó con el apoyo de flexómetro a partir de la superficie del suelo hasta la parte apical de la espiga, tomando al azar 5 plantas por tratamiento durante el desarrollo de las plantas, luego se promedió los valores obtenidos.

3.15.2 Número de hojas

Para la evaluación de número de hojas se tomaron 5 plantas al azar por tratamiento contabilizando las hojas, posteriormente se promedió los datos para análisis estadísticos correspondientes.

3.15.3 Número de macollas

Para determinar el número de macollos se contaron 5 plantas al azar por cada parcela experimental, luego se determinó el promedio de análisis estadísticos.

3.15.4 Número de espiga

Para determinar el número de espigas se tomaron 5 plantas al azar, contabilizando las espigas a cada 15 días, posteriormente se promedió los datos correspondientes.

3.16 Variables agronómicas

3.16.1 Rendimiento de grano

Paralelamente a la evaluación del rendimiento de grano se tomaron el peso de grano por tratamiento, para luego transformar en toneladas por hectárea.

3.16.2 Análisis económico

El análisis económico se realizó de acuerdo al método de los aspectos involucrados en la producción de grano que permitirá conocer la rentabilidad del cultivo de avena, en base a los tratamientos propuestos mediante beneficio - costo e beneficio neto, se muestra lo siguiente ecuación (Perrin, *et al*, 1982).

El método empleado para organizar datos experimentales con el fin de obtener los costos beneficios de los tratamientos alternativos; comprende la descripción de los presupuestos parciales, los costos permiten diferenciar un tratamiento del otro, por esto razón de denomina costos fijos, para determinar el ingreso total se estableció el precio de campo de la región y los rendimientos se ajustan al 90% (10% de perdidas como compensación por el manejo más intensivo del experimento) (CIMMYT, 1998).

Ingreso bruto

$$IB = R \times P$$

Dónde:

IB = Ingreso bruto

R = Rendimiento (ajuste al 10%)

P = Precio

Ingreso neto

$$IN = IB - C$$

Dónde:

IN = Ingreso neto

IB = Ingreso bruto

C = Costo de producción

Relación beneficio/costo

$$R B / C = B / C$$

Dónde:

R B / C = Relación beneficio Costo

B = Beneficio

C = Costo

(Perrin, *et al*, 1982).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Características ecológicas

4.1.1 Clima

La región se caracteriza por la presencia de un invierno seco y frío con una duración de seis meses, esta situación limita el periodo de crecimiento de los cultivos. La temperatura mínima registrada durante el estudio (Figura 2) fue de -10°C y la máxima de 20°C , un promedio de la temperatura ambiental de $9,5^{\circ}\text{C}$ (SENAMHI, 2010).

La temperatura media se encuentra en el rango de requerimiento del cultivo de la avena. De acuerdo a Martínez (2008), señala que está en el rango 3°C , hasta los 15°C a más de 3000 m.s.n.m. sin embargo, las temperaturas mínimas extremas fue perjudicial, no dejando así concluir el desarrollo vegetativo, coincidiendo con lo mencionado por Torrez (1998), que el cultivo de la avena se verá afectado por las heladas cuando estas llegan por debajo de 0°C .

Al respecto Biurrun (2006), indica que las temperaturas bajas retardan el desarrollo de las plantas, mientras que las altas temperaturas hasta un cierto límite aceleran o acortan el ciclo vegetativo de las plantas.

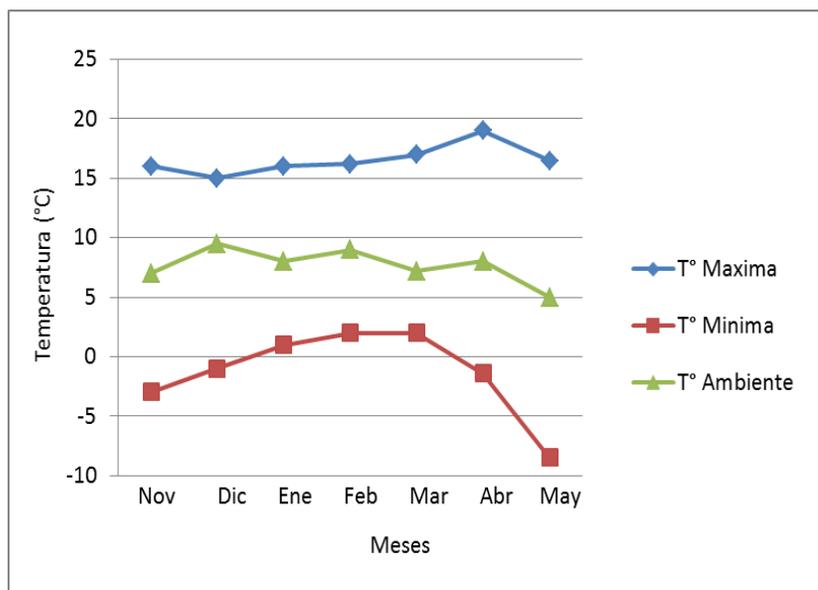


Figura N° 2. Temperaturas registradas durante el periodo del estudio

En la figura 3 se presenta las precipitaciones ocurridas durante el estudio en la región fueron irregular, donde se aprecia que a partir de la siembra de ensayo se tuvo una precipitación baja de 30 mm en mes de noviembre, causando esto a que se retrase la emergencia de las plantas, sin embargo donde se acentuó más la precipitación fue en los meses de enero y febrero con 286,0 mm y 116,0 mm respectivamente, favoreciendo en cierta manera al desarrollo de cultivo (SENAMHI, 2010).

En los posteriores mese marzo, abril y mayo se registraron precipitaciones bajas con 85,0, 9,0 y 20,0 mm respectivamente, afectando en el crecimiento y desarrollo del cultivo, debido a que no hubo un buen aporte de agua al suelo, causando a que las plantas sean sometidas a condiciones desfavorables de humedad con un déficit de agua, principalmente en los tratamientos donde no se aplicó los abonos orgánicos.

Las precipitaciones pluviales ocurridas durante este periodo registro un total de promedio de 88,14 mm, en comparación a las precipitaciones ocurridas durante el ciclo agrícola anterior y se consta con un promedio de 76,0 mm presento baja al comparación del gestión 2010 (Figura, 3).

Según Robles (2009), menciona el cultivo de avena requiere una precipitación de 400 a 600 mm, para un desarrollo normal, es más exigente de agua como cualquier otro cereal, además la cantidad de precipitación que ocurre durante el desarrollo del cultivo determina mayor potencial de producción de cultivo.

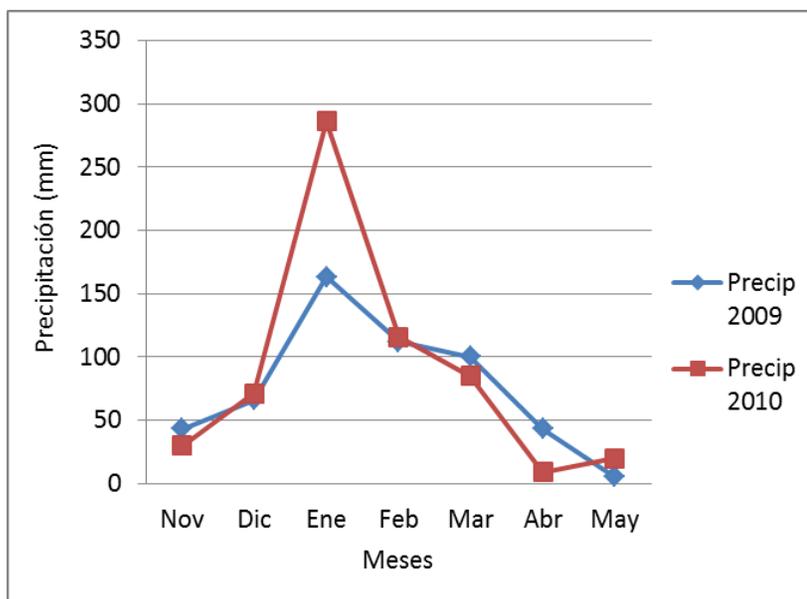


Figura N° 3. Precipitaciones registradas durante el periodo del estudio y periodo anterior

4.2 Días a emergencia

Cuadro N° 9. Análisis de varianza de los días a emergencia

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Bloques	4	8,24	2,06	1,63	0,2141 NS
Tratamiento	4	178,64	44,66	35,44	<,0001**
Error exp.	16	20,16	1,26		
Total	24	207,04			

C.V. = 6,89%

El análisis de varianza de los días a emergencia, los tratamientos estudiados (Cuadro 9), presenta diferencias altamente significativas en los tratamientos, con aplicación de diferentes niveles de fertilización orgánica, obteniendo un coeficiente de variación de 6,89% lo que muestra la confiabilidad de los datos.

Asimismo se observa que no hubo diferencias estadísticas entre bloques por lo que se asevera que el terreno fue uniforme para esta variable; es decir que la pendiente de 3% no se manifiesta de manera significativa.

Al respecto Fernández (2005), señala que el tiempo que transcurre desde el día de la siembra hasta la emergencia del coleóptilo esta puede variar, ya que esta variable está en función de los factores de la temperatura, humedad del suelo, profundidad de siembra, además que influyen las particularidades del suelo.

Cuadro N° 10. Prueba de Duncan de los días a la emergencia por diferentes niveles de fertilización orgánica

Tratamiento	Media	Duncan ($\alpha = 0.05$)
0 t/ha	20,80	A
2,50 t/ha	16,60	B
3,75 t/ha	16,40	B C
5,0 t/ha	15,00	C
6,25 t/ha	12,60	D

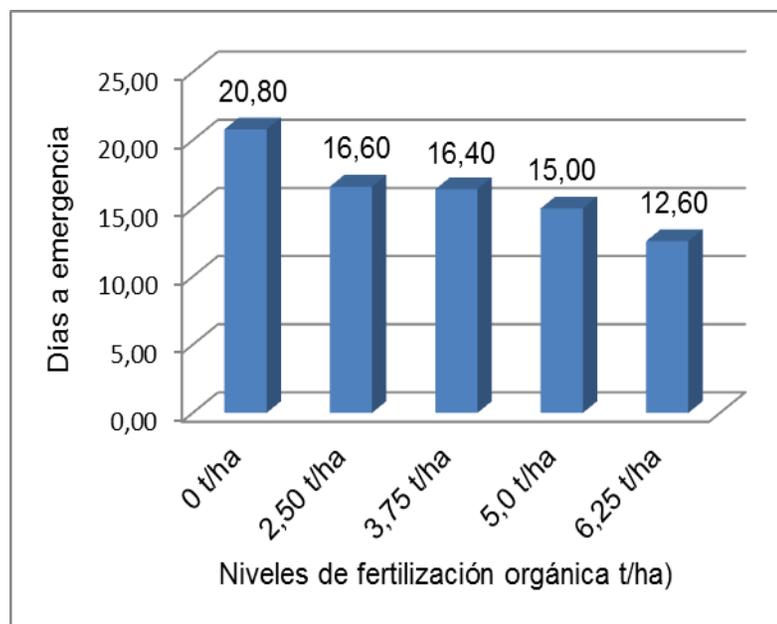


Figura Nº 4. Promedio de los días a la emergencia aplicando diferentes niveles de fertilización orgánica

La prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$), presenta diferencias significativas en los factores de estudio (Cuadro 10 y Figura 4), muestran que en el caso de estiércol ovino de 6,25 t/ha la emergencia se ha producido a los 12,6 días, con 5,0 t/ha a 15,0 días, 2,50 t/ha y el 3,75 t/ha a los 16,6 y 16,4 días respectivamente, el testigo a los 20,8 días este retardo el mayor tiempo. Por tanto es necesario utilizar mayor cantidad del estiércol de ovino para cultivo de avena, para reducir los días de emergencia. Esto se debe principalmente a la cantidad de aplicación de abono orgánico que facilita la infiltración del agua, a la vez mantiene la humedad en el suelo para su emergencia.

Al Respecto Cortez (2000), reporta 20,5 días a la emergencia en la variedad Gaviota en la localidad de Choquenaira y un promedio de 19 días en tres localidades, Belén, Choquenaira y Sallcopampa, siendo este número de días a la emergencia mucho mayor al presente trabajo que tiene un promedio general de 12 días a esta etapa. Según Mamani (1999), menciona al respecto que las diferencias en el número de días a la emergencia a través de distintas localidades conducen a concluir que esta fase fenológica esta mayormente influenciada por las condiciones de humedad del suelo y no tanto por las características de la semilla.

Según Ochoa (2006), menciona con aplicación de nivel fertilización de 100 kg N/ha y el 60 kg N/ha emergieron a los 14,44 y 14,56 días variedad local y gaviota respectivamente. Además con estiércol vacuno de 80 kg N/ha alcanzado la emergencia en 15,63 días.

4.3 Días a floración

Cuadro 11. Análisis de varianza de los días a floración

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Bloques	4	70,16	17,54	1,40	0,2790 NS
Tratamiento	4	1059,76	264,94	21,13	<,0001 **
Error exp.	16	200,64	12,54		
Total	24	1330,56			

C.V. = 3,34%

El análisis de varianza del número de días a floración del cultivo de avena (Cuadro 11), se detalla que los tratamientos presentan diferencias altamente significativas, por otro lado muestra que no existen diferencias significativas entre boques ($Pr > F = 0,2790$ NS), probablemente debidas a las condiciones climáticas. El coeficiente de variación es de 3,34%, indicando que los datos son aceptables para el manejo de las unidades experimentales.

Cuadro N° 12. Prueba de Duncan de los días a floración para diferentes niveles de fertilización orgánica

Tratamiento	Media	Duncan ($\alpha = 0.05$)
0 t/ha	116,20	A
3,75 t/ha	107,20	B
2,50 t/ha	106,00	B
5,0 t/ha	103,40	B
6,25 t/ha	96,00	C

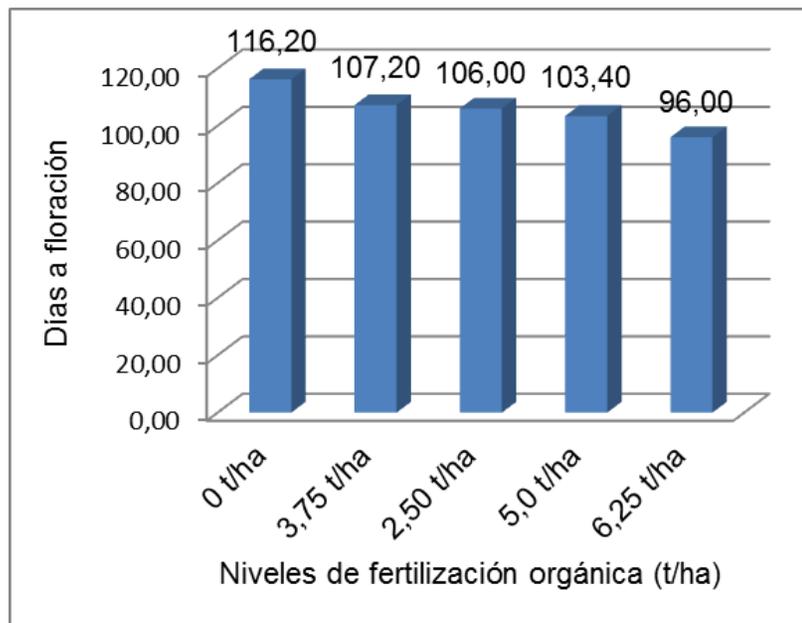


Figura N° 5. Promedio de los días a floración en los diferentes niveles de fertilización orgánica

La prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$), de los días a floración (Cuadro 12 y Figura 5), muestra tres grupos claramente diferenciados. Con la fertilización de estiércol ovino de 2,50 t/ha, 3,75 t/ha y 5,0 t/ha a 106, 107 y 103 días respectivamente, en 6,25 t/ha de estiércol ovino

a 96 días de floración y el testigo a los 116 días con mayor tiempo en la floración. Por tanto, el estiércol de ovino en el suelo juega un papel muy importante en el desarrollo óptimo de la planta.

Según Amado y Ortiz (2000), indican que las plantas aplicadas con estiércol ovino significan más que una fuente de energía, de los cuales pueden detectar la situación de las mejores producciones en sector altiplano, en mayorías de las parte del suelo del altiplano necesitan el abonamiento de estiércol ovino, ya que se encuentran pobre de materia orgánica. Según Fernández (2005), señala que mayor aporte de materia orgánica en el suelo las plantas generan de 30 a 100 florillas por panícula. Respecto Cortez, (2000), reporta 121 días a la fase de floración en la variedad texas, en dos localidades Belén y Sallcopampa.

Quispe (2004), reporta para la variedad texas de 115 días a la floración, esta diferencia presenta principalmente a la escasa de precipitación durante el periodo de estudio.

4.4 Días a grano lechoso

Cuadro N° 13. Análisis de varianza de los días al estado de grano lechoso

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Bloques	4	72,96	18,24	0,81	0,5347 NS
Tratamiento	4	3693,36	923,34	41,19	<,0001 **
Error exp.	16	358,64	22,41		
Total	24	4124,96			

C.V. = 3,21%

El análisis de varianza del número de días al grano lechoso en cultivo de avena (Cuadro 13), presenta diferencias altamente significativas en los tratamientos por niveles de abonamiento. Por tanto, no existe diferencia significativa entre bloques, debidos al factor

climático de estudio, el coeficiente de variación alcanza un valor de 3,21%, siendo este una expresión confiabilidad de los datos.

Cuadro N° 14. Prueba de Duncan de los días al estado de grano lechoso para diferentes niveles de fertilización orgánica

Tratamiento	Media	Duncan ($\alpha = 0.05$)
0 t/ha	163,60	A
2,50 t/ha	155,40	B
3,75 t/ha	145,20	C
5,0 t/ha	143,40	C
6,25 t/ha	127,60	D

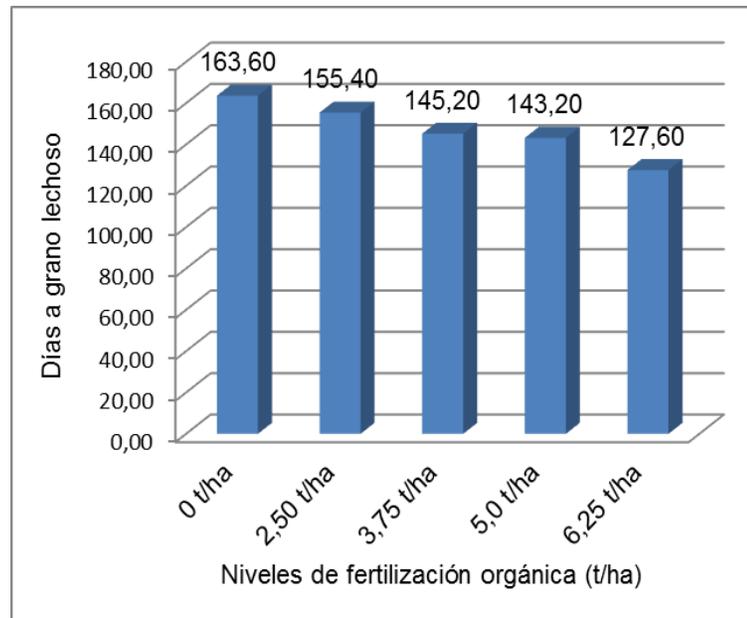


Figura N° 6. Promedio de los días a estado de grano lechoso para diferentes niveles de fertilización orgánica

La prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$), en el (Cuadro 14 y Figura 6), muestran de una manera general en cuatro grupos sobre el efecto de fertilización orgánica de estiércol ovino, estos presentan diferencias estadísticas numéricas de 2,50 t/ha, con 155 días de grano lechoso, 3,75 t/ha y 5,0 t/ha a 145 y 143 días respectivamente, con aplicación de nivel alto de estiércol ovino de 6,25 t/ha alcanzo de 127 días a estado de grano lechoso y el testigo a los 163 días con mayor tiempo en la formación de grano lechoso de los otros tratamientos.

Con la fertilización de estiércol ovino de 6,25 t/ha mejora las fases fenológicas de cultivo, además completa en mejores condiciones el grano lechoso, con 0 t/ha de abonamiento de estiércol retarda el ciclo de cultivo, para alcanzar al estado leche y maduración de grano.

Respecto Cortez (2000), menciona en un trabajo realizado de 10 variedades de avena en la localidad de Choquenaira reporta un promedio de 120 días, de alcanzar al estado grano lechoso. Según Prieto (2006), indica los elementos más importantes para las plantas son; el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), para su desarrollo y aumento de rendimiento de la producción.

4.5 Número de macollos

Cuadro N° 15. Análisis de varianza de número de macollos por planta

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Bloque	4	1,16	0,29	3,52	0,0305 *
Tratamiento	4	5,10	1,27	15,37	< 0,001 **
Error exp.	16	1,32	0,08		
Total	24	7,60			

C.V. = 3,13%

El análisis de varianza de los días de macollamiento (Cuadro 15), muestra diferencias altamente significativas entre los tratamientos en estudio, debidas a los diferentes niveles de abonamiento de estiércol ovino, por otro lado se muestra que existen diferencias

significativas entre bloques, esto a diferentes niveles de fertilización orgánica. El coeficiente de variación es de 3,13%, es un valor de confiabilidad ya que se encuentra en el rango permitido que es menor al 30%.

Por tanto, para los factores de abonamiento orgánico estiércol ovino aporta con la mayoría de los nutrientes al suelo, para el desarrollo de macollos en las plantas, además fortifica la formación de las hojas.

Cuadro N° 16. Prueba de Duncan para número de macollos por la planta en los diferentes niveles de fertilización orgánica

Tratamiento	Media	Duncan ($\alpha = 0.05$)
6,25 t/ha	9,84	A
5,0 t/ha	9,64	A
3,75 t/ha	8,96	B
0 t/ha	8,84	B
2,50 t/ha	8,72	B

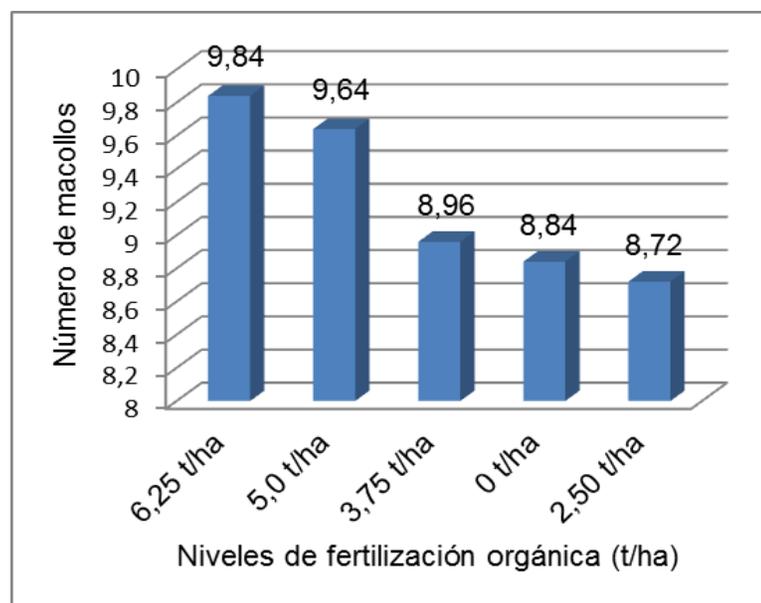


Figura Nº 7. Promedio de número de macollos en los diferentes niveles de fertilización orgánica

La prueba de Duncan muestra ($\alpha = 0,05$) en el (Cuadro 16 y Figura 7), con niveles de fertilización orgánica de estiércol ovino muestra en dos grupos diferentes, con aplicación de 6,25 t/ha y 5,0 t/ha estiércol de ovino, alcanzaron con mayor número de macollos de 9,84 y 9,64 de macollos, mientras que el nivel de fertilización orgánica de 3,75 t/ha llegado con un promedio de 8,96 macollos y 2,50 t/ha con un promedio de 8,72 macollos, con el nivel 0 t/ha con menor número de 8,84 macollos. Por tanto, para obtener mayor número de macollos de las plantas se debe aplicar el estiércol ovino, la cantidad necesaria para satisfacer las necesidades de cada planta en su estado de crecimiento y formación de macollos.

Al respecto Córdova (2001), reporta con un promedio de 5,69 macollos, con aplicación de estiércol ovino de 5 t/ha en la producción de cultivo avena en el altiplano norte. Gómez (2007), indica que el nitrógeno es determinante para el crecimiento vegetativo de la planta, promoviendo la formación de nuevos tallos y dando vigor a todos los elementos de este tipo, Al respecto Fernández (2005), afirma que la absorción del nitrógeno por la planta es mayor a medida que se incrementa el desarrollo de la planta.

Según Calderón (1995), señala en una prueba de comportamiento de avena forrajera bajo dos métodos; a seco y bajo riego en tres épocas de siembra, registro de 11 a 14 macollos bajo riego y de 10 a 11 macollos en seco.

4.6 Número de hojas

Cuadro N° 17. Análisis de varianza de número de hojas

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Bloque	4	1,16	0,29	0,70	0,6041 NS
Tratamiento	4	70,54	17,63	42,19	< 0,0001 **
Error exp.	16	6,68	0,41		
Total	24	78,4			

C.V. = 5,35%

El análisis de varianza para número de hojas (Cuadro 17), muestra las diferencias altamente significativas para los tratamientos en estudio, con fertilización orgánica de estiércol ovino y precipitación. Asimismo muestra que no existen diferencias significativas entre bloques. El coeficiente de variación de 5,35% siendo este valor de confiabilidad.

Cuadro N° 18. Prueba de Duncan de número de hojas en los diferentes niveles de fertilización orgánica

Tratamiento	Media	Duncan ($\alpha = 0.05$)
6,25 t/ha	13,68	A
5,0 t/ha	13,28	A B
3,75 t/ha	12,76	B
2,50 t/ha	11,68	C
0 t/ha	9,00	D

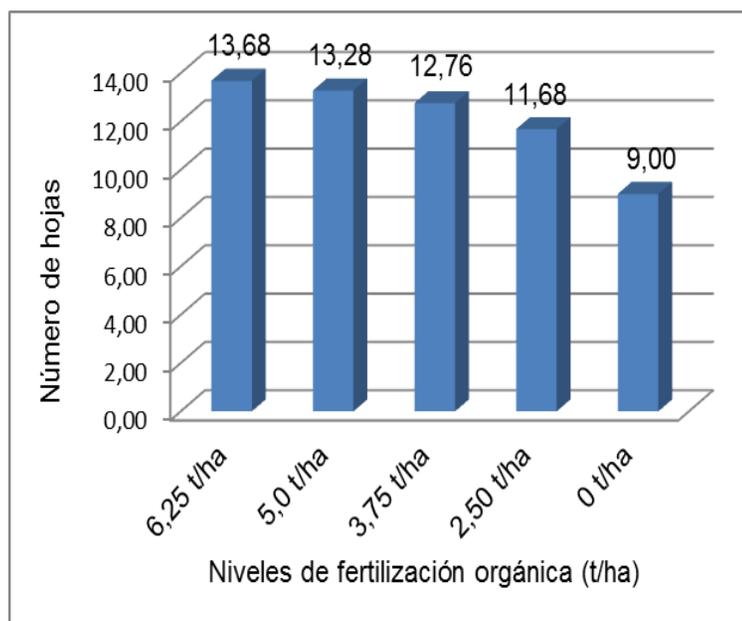


Figura N° 8. Promedio de número de hojas en los diferentes niveles de fertilización orgánica

La prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) en el (Cuadro 18 y Figura 8), detallan en cuatro grupos con los diferentes niveles de fertilización orgánica de estiércol ovino de 6,25 t/ha registró con el mayor número de promedio de 13,68 hojas respectivamente, el seguido con abonamiento de estiércol ovino de 5,0 t/ha, alcanzo con un promedio de 13,28 hojas, con 3,75 t/ha y 2,50 t/ha con valores registrados de 12,76 y 11,68 hojas, siendo el menor número de hojas de 9,00 presentado con el nivel de 0 t/ha de estiércol ovino.

De acuerdo a los resultados, el mayor número de hojas por planta presentaron con mayor fertilización de 6,25 t/ha y 5,0 t/ha de estiércol de ovino, lo cual tuvo un gran efecto en dicha variable, teniendo un aumento en el número de hojas, en comparación a los tratamientos que no se aplicaron el abono. Estas diferencias que existen a comparación de número de hojas por la aplicación de abono orgánico aprovechada por las planta en su estado de desarrollo formando hojas anchas y verdes.

Al respecto Córdova (2001), reporta con un promedio de 6,88 hojas, con aplicación de estiércol ovino de 10 t/ha en la producción de cultivo avena en el altiplano norte. Según

Gómez (2007), señala cuando existe buena disponibilidad de nitrógeno, existe un aumento en el número de hojas por planta, siendo más anchas, grandes y de un color verde intenso, debido a que forma parte de la clorofila y las proteínas.

Respecto Laura (2007), menciona que el nitrógeno es uno de los elementos más importantes ya que interviene en la absorción iónica, fotosíntesis, respiración, multiplicación y diferenciación celular, es la que estimula el aumento del número y tamaño de las células foliares determinando así el crecimiento vegetativo y reproductivo.

4.7 Altura de planta (cm)

Cuadro N° 19. Análisis de varianza de la altura de planta (cm)

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Bloques	4	32,02	8,00	1,57	0,2305 NS
Tratamiento	4	1165,97	291,49	57,13	< 0,0001 **
Error Esp.	16	81,63	5,10		
Total	24	1279,63			

C.V. = 2,10%

El análisis de varianza para la variable altura de planta se detalla en el (Cuadro 19), donde presenta diferencias altamente significativas para los tratamientos en estudio con diferentes niveles de fertilización orgánica y precipitaciones, Asimismo muestra que no existe diferencias significativas entre bloques, por lo que se puede afirmar que es debida a la uniformidad del suelo, en cual presenta con un coeficiente de variación de 2,10% de valor confiabilidad.

Las precipitaciones en los meses de enero a febrero favorecieron logrando un mayor crecimiento de las plantas de los tratamientos, reflejando mejor altura de planta.

Cuadro N° 20. Prueba de Duncan de altura de planta para diferentes niveles de fertilización orgánica

Tratamiento	Media	Duncan ($\alpha = 0.05$)
6,25 t/ha	113,04	A
3,75 t/ha	112,52	A
5,0 t/ha	111,62	A
2,50 t/ha	104,48	B
0 t/ha	95,20	C



Figura N° 9. Promedio de altura de planta para diferentes niveles de fertilización orgánica

Mediante la prueba estadística de Duncan al ($\alpha = 0.05$) de probabilidad (Cuadro 20 y Figura 9), muestran que el nivel de aplicación de estiércol ovino de 6,25 t/ha logro una mayor altura de 113,04 cm, siendo superior al resto de los niveles, de 3,75 t/ha y 5,0 t/ha que presentan valores de 112,52 y 111,52 cm respectivamente, seguido con 2,50 t/ha

presenta con valor de 104,48 cm finalmente 0 t/ha obtuvo la menor altura de planta con 95,20 cm, estas diferencias muestran que con cero nivel de fertilización la altura de planta es menor en cambio con aplicaciones de diferentes niveles de fertilización es óptimo, este resultado se debe a las características del suelo y la elevada precipitación durante el periodo del cultivo y la fertilización orgánica aplicada.

Con la fertilización del estiércol ovino, los tratamientos, más adecuados son 113,04 y 112,52 cm siendo mismo la variedad más adaptada a la zona, además este cultivo de avena en grano obtuvo resultados óptimos sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas, al respecto Gutheim (2000), afirma que uno de los indicadores es el estrés hídrico o desequilibrio hídrico, en las plántulas de avena, es la pérdida de turgencia y una disminución de la tasa de crecimiento, dando como resultado de menor tamaño de órganos de la planta.

Al respecto Córdova (2001), reporta un promedio en altura de planta 100,44 cm aplicando el nivel de fertilización orgánico de estiércol ovino de 5 t/ha. Según Fernández (2005), menciona que el agua es uno de los factores más importante para el crecimiento y desarrollo de las plantas, desde la emergencia hasta la madurez fisiológica de los cultivos, ya que a lo largo del crecimiento de la planta el agua proporciona un medio de transporte de elementos nutritivos y la conservación de la turgencia.

Respectos Rodríguez *et al*, (2004), indican que el crecimiento es un proceso fisiológico muy complicado y depende de la mayoría de los otros procesos que tienen lugar en una planta, como la fotosíntesis, respiración absorción de agua sustancias minerales y orgánicas.

4.8 Número de espiga

Cuadro N° 21. Análisis de varianza para el número de espiga por planta

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Bloques	4	17,87	4,46	12,29	< 0,0001 **
Tratamiento	4	11,68	2,92	8,04	0,0009 **
Error exp.	16	5,81	0,36		
Total	24	35,38			

C.V. = 5,45%

El análisis de varianza para número de espiga muestra (Cuadro 21), que estadísticamente existen diferencias altamente significativas entre los bloques y tratamientos de estudio, principalmente a niveles de fertilización orgánica y precipitaciones, con un coeficiente de variación de 5,45%, siendo este valor de confiabilidad de los datos.

Cuadro N° 22. Prueba de Duncan para número de espigas en los diferentes niveles de fertilización orgánica

Tratamiento	Media	Duncan ($\alpha = 0.05$)
6,25 t/ha	12,00	A
5,0 t/ha	11,32	A B
2,50 t/ha	11,20	A B
3,75 t/ha	10,80	B
0 t/ha	9,92	C

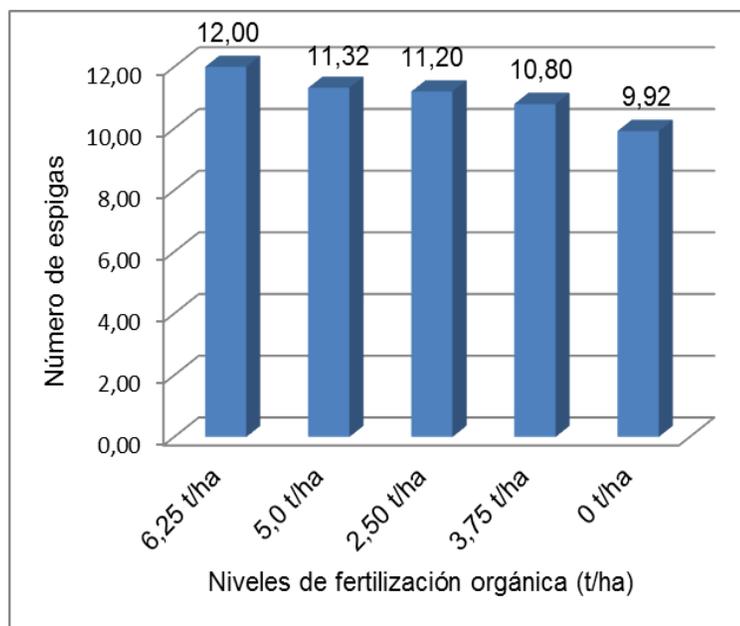


Figura Nº 10. Promedio de número de espiga en los diferentes niveles de fertilización orgánica

La prueba de Duncan al ($\alpha = 0.05$) muestra las diferencias significativas (Cuadro 22 y Figura 10), muestran entre niveles de fertilización orgánica de estiércol ovino de 6,25 t/ha se registró valor más alto de 12,00 espigas, con la aplicación de 5,0 t/ha, de estiércol de ovino registró un valor de 11,32 espigas respectivamente, es de 2,50 t/ha de estiércol alcanzo un promedio de 11,20 espigas, seguido con 3,75 Ton/ha con menor valor de 10,80, el testigo con 0 t/ha presenta menor promedio de 9,92 espigas. Por tanto, es necesario utilizar el abono orgánico para producción de cultivo de avena para mayor número de espigamiento, además con aplicación de abono orgánico tiene una resistencia a los diferentes factores climáticos en su periodo de crecimiento.

En relación Robles (2009), muestra diferencias con diferentes niveles de fertilización orgánica en el cultivo de avena, la variedad texas necesita mayor cantidad de abonos para diferentes condiciones de precipitaciones, temperaturas, radiación solar y viento fuerte, por tanto con un nivel alto de fertilización se obtuvo óptimos resultados para producción en granos. El mismo autor indica el comportamiento de fases fenológicas de la planta se determinó a condiciones relacionadas del medio ambiente. Estas diferencias de numero de granos por espiga posiblemente pueda deberse también fallos en la

polinización, ya que esta debida fundamentalmente por la incidencia de las condiciones ambientales desfavorables en el periodo de antesis.

4.9 Días a la maduración de grano

Cuadro N° 23. Análisis de varianza para días al estado de maduración del grano

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Bloques	4	231,44	57,86	2,44	0,0890 NS
Tratamiento	4	2776,24	694,06	29,30	<,0001 **
Error Esp.	16	378,96	23,68		
Total	24	3386,64			

C.V. = 2,68%

El análisis de varianza de maduración del grano (Cuadro 23), presenta diferencias altamente significativas en los tratamientos en estudio debido a los diferentes niveles abonamiento de estiércol ovino, por otro lado se muestra que no existe diferencias entre bloques a factor climático de granizos y heladas, por tanto, el coeficiente de variación es de 2,68%, siendo este valor numérico de confiabilidad de los datos.

Se hace notar que este análisis de varianza se realizó en una gran mayoría para la variedad texas que tuvieron que ser evaluado en función de crecimiento y desarrollo de la planta en final de épocas de lluvia.

Cuadro N° 24. Prueba de Duncan de los días al estado de maduración de grano para diferentes niveles de fertilización orgánica

Tratamiento	Media	Duncan ($\alpha = 0.05$)
0 t/ha	191,00	A
2,50 t/ha	187,60	A
3,75 t/ha	185,40	A B
5,0 t/ha	180,40	B
6,25 t/ha	161,20	C

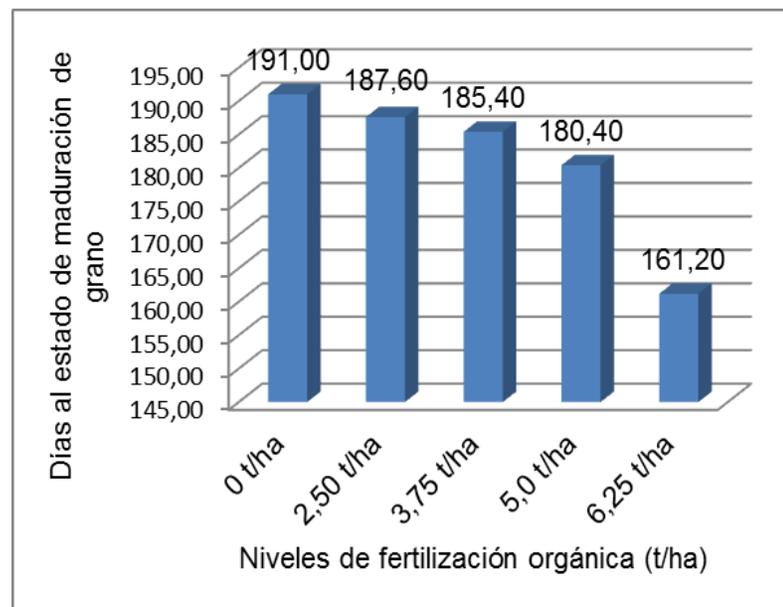


Figura N° 11. Promedio de los días a estado de maduración de grano en los diferentes niveles de fertilización orgánica

La prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$), presenta en tres grupos (Cuadro 24 y Figura 11), muestran con la fertilización orgánica de estiércol ovino presentan diferencias estadísticas numéricas, con 2,50 t/ha, de abono orgánico es de 187,60 días, 3,75 t/ha y 5,0 t/ha de abono orgánico con 185,40 y 180,40 días respectivamente, el testigo demora al estado de

maduración en 191,00 días y el nivel que registro menos días en grano es de 6,25 t/ha con 161,20 días. Por tanto, la mayor aplicación de estiércol ovino favorece en gran escala para su desarrollo y a su estado de maduración en menor tiempo, en caso sin abonamiento de estiércol su estado de crecimiento es retardado de mayor tiempo así mismo no tiene bastante resistencia los diferentes factores climáticos.

Respecto Giménez (2008), indica con un nivel alto de abonamiento de estiércol de ovino, las plantas también dependen de otros factores, de la capacidad para detectar los cambios del mismo y traducirlos en modificaciones fisiológicas y morfológicas, que le permitan cumplir con todas las funciones necesarias para completar su ciclo de cada planta. También menciona el mismo autor que se debe tomar importancia en su estado de madurez fisiológica de la planta de los diferentes factores que causan daños económicos como ser; heladas, granizos, aves y roedores.

4.10 Rendimiento de grano

A continuación se presenta los resultados obtenidos en el rendimiento de grano de cultivo de avena con diferentes niveles de fertilización orgánica.

Cuadro N° 25. Análisis de varianza para el rendimiento de grano

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Bloques	4	6,69	1,67	0,08	0,9881 NS
Tratamiento	4	9533,61	2383,40	110,31	<,0001 **
Error Esp.	16	345,69	21,60		
Total	24	9886,00			

C.V. = 2,87%

El análisis de varianza de rendimiento de grano del cultivo de avena (Cuadro 25), detalla que no existen diferencias significativas entre bloques, y tienen diferencias altamente significativas para los tratamientos en estudio con aplicación de estiércol ovino, a la gran variación de factores de precipitación ambiental granizos, heladas, aves y roedores, al

final de la época de las lluvias que influyeron bastante en la maduración del grano, por tanto el coeficiente de variación es de 2,87%, determina confiabilidad de los resultados estudiados de investigación.

Cuadro N° 26. Prueba de Duncan del rendimiento de grano en los diferentes niveles de fertilización orgánica

Tratamiento	Media	Duncan ($\alpha = 0.05$)
6,25 t/ha	1,83	A
3,75 t/ha	1,67	A
2,50 t/ha	1,57	A
5,0 t/ha	1,47	A B
0 t/ha	1,26	A B

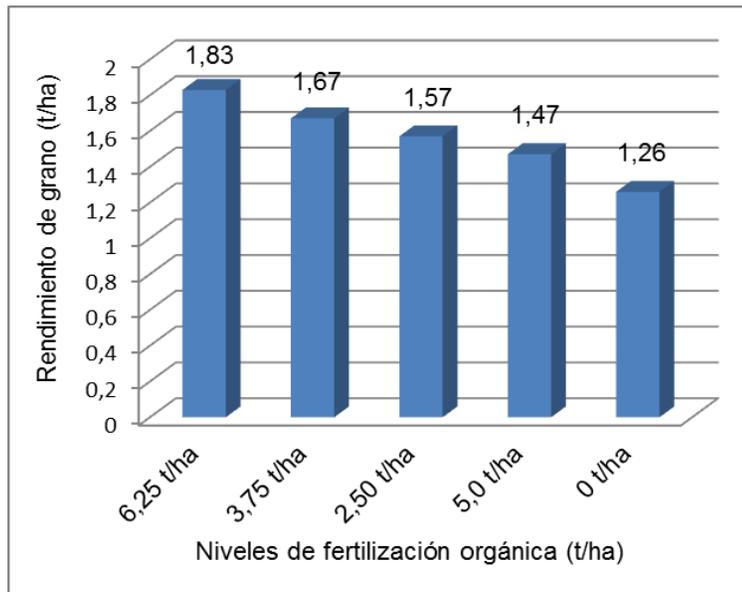


Figura N° 12. Promedio del rendimiento de grano con los diferentes niveles de fertilización orgánica

La prueba de Duncan de ($\alpha = 0.05$) presentan diferencias estadísticas numéricas de rendimiento en el peso del grano de avena (Cuadro 26 y Figura 12), con la fertilización de abono de 6,25 t/ha se tiene un rendimiento mejor de 1,83 t/ha de grano, seguido con el abonamiento de estiércol ovino de 3,75 t/ha con un valor de 1,67 t/ha de grano, y los restantes 2,50 t/ha con 1,57 t/ha de grano, y 5,0 t/ha de estiércol con 1,47 t/ha de grano respectivamente, el testigo fue de menor rendimiento de grano de 1,26 t/ha.

Estas diferencias de rendimiento de grano que presentan probablemente son influenciados por la concentración de nutrientes aplicados por cada nivel de fertilización en el suelo, con abonamiento de estiércol de 6,25 t/ha muestra superior de las demás niveles de fertilización. De la misma forma el comportamiento fisiológico de cultivo de avena es óptimo debido a mayor abonamiento orgánico para variedad texas en los rendimientos de grano.

Respecto Martínez (2008), reporta para la variedad texas un promedio de 2,5 t/ha en los estudios anteriores los rangos de variación para esta variedad fueron diferentes a los resultados obtenidos en el trabajo, esta disponibilidad podría explicarse probablemente por el efecto de ambientes favorables durante la maduración de grano.

Giménez (2008), Afirma además la cantidad de aplicación de estiércol ovino, en cultivo de avena para producción en grano es más factible con niveles de fertilización orgánica para su mejor formación de espigamiento, y obtener rendimientos mayores que oscilan entre 1,41 a 2,03 t/ha.

Respecto Vilaro (2001), señala de manera comparativa con otras latitudes se tiene reportes de ensayos en cinco variedades de avena los cuales alcanzaron los siguientes rendimientos; L 27 1071 Kg/ha, (1095a), 894 Kg/ha, (Protina 34), 893 Kg/ha, (RLE 115) 24,4 t/ha y el cultivar INIA Polaris con 497 Kg/ha teniendo estos cultivares una media de 840 Kg/ha en la campaña agrícola 2001. Por tanto el mismo autor menciona que cuando una planta experimenta un déficit de agua, hace que se cierren los estomas, con los cuales decrece la absorción de dióxido de carbono, aspecto que determina la reducción de la fotosíntesis, influyendo en el crecimiento y desarrollo normal de la plantas.

Hernández y Velasco (2009), indican que las diferencias en el peso de granos son debidas a los periodos críticos del cultivo en las necesidades del agua; siendo las fases de desarrollo de la panoja, la floración y la fase inicial de la formación del grano las más críticas, por lo cual el déficit hídrico en dichas fases de la maduración de grano. Respecto Zarate (2007), afirma que si el cultivo no recibe la humedad adecuada durante el traslado de fotosíntesis a los granos, asimismo indica que la sequía es un factor limitante del cultivo en floración, fructificación y maduración irregular, granos de uniforme y problemas en cosecha.

Según Conde (2003), menciona los rendimientos mayores alcanzados en la accesión 22 con un valor 2,04 t/ha, por otro lado el rendimiento menor fue de accesión 23 con 1,62 t/ha en Estación Experimental Choquenaira.

4.11 Evaluación de los costos de producción

Cuadro N° 27. Costo de producción

Tratamientos						
Niveles de fertilización orgánica (t/ha)	Rendimiento Medio (Kg/ha)	Rendimiento Ajustado (Kg/ha)	Beneficio Bruto (Bs/ha)	Costo Variable (Bs/ha)	Beneficio Neto (Bs/ha)	Beneficio Costo (B/C)
2,50	1570,00	1413,00	2826,00	2095,00	731,00	1,34
3,75	1670,00	1503,00	3006,00	2220,00	786,00	1,35
5,00	1470,00	1323,00	2646,00	2345,00	301,00	1,12
6,25	1830,00	1647,00	3294,00	2470,00	824,00	1,33
0,00	1260,00	1134,00	2268,00	1805,00	463,00	1,25

El análisis económico se presenta en el (Cuadro 27), muestra todo cálculo de presupuesto parcial para todo el ensayo. En la primera columna se observan los tratamientos y estas son resultados de la combinación de aplicación de los cuatro niveles de estiércol de ovino y un testigo 2,50, 3,75, 5,0, 6,25 y 0 t/ha. En la segunda columna se observa rendimiento de producción kg/ha.

En la tercera columna muestra el rendimiento ajustado, donde realiza un ajuste de rendimiento medio con un 10% de decremento para reflejar la diferencia del rendimiento obtenido en los tratamientos, con aplicación con diferentes niveles de estiércol ovino; por lo tanto, la cuarta columna muestra el beneficio bruto que se obtuvo de los rendimientos ajustados por el precio de venta de grano que se obtuvo mayor beneficio bruto en el T₄ con la aplicación de estiércol ovino de 6,25 t/ha.

En quinto columna se muestra total costo variable para cada tratamiento para ello se tomó en cuenta los costos que varían por los tratamientos con aplicación de estiércol ovino, en sexto columna presenta los beneficios netos para cada tratamiento, el T₄ presento con mayor beneficio neto de 824,00 Bs/ha con aplicación de 6,25 t/ha de estiércol ovino.

En la última columna se muestra el beneficio costo para cada tratamiento donde se aprecia que el mayor beneficio costo fue alcanzado el T₂ con aplicación de estiércol de 3,75 t/ha, que presenta el beneficio costo de 1,354.

Por consiguiente el agricultor en años con retrasos y deficiencias de lluvias, debe tomar como alternativa el tratamiento T₄ con aplicación de 6,25 t/ha estiércol ovino para la producción de grano.

Cuadro N° 28. Análisis de dominancia para cultivo avena en grano

Tratamientos			
Niveles de fertilización orgánica (t/ha)	Total Costo Variable (Bs/ha)	Beneficio Neto (Bs/ha)	Análisis de Dominancia
2,50	2095,00	731,00	*
3,75	2220,00	786,00	*
5,00	2345,00	301,00	D
6,25	2470,00	824,00	*
0,0	1805,00	463,00	*

De acuerdo el análisis de dominancia en el (Cuadro 28) presenta T₁ T₂ T₄ T₅ que se considera dominante con los beneficios netos mayor, el tratamiento dominado se

considera cuando tiene beneficios netos menores de otro tratamiento, en este ensayo muestra en T₃ con un beneficios netos menor de 301,0 Bs/ha dominado, y los demás tratamientos no resultaron dominados con aplicación de diferentes niveles de estiércol ovino.

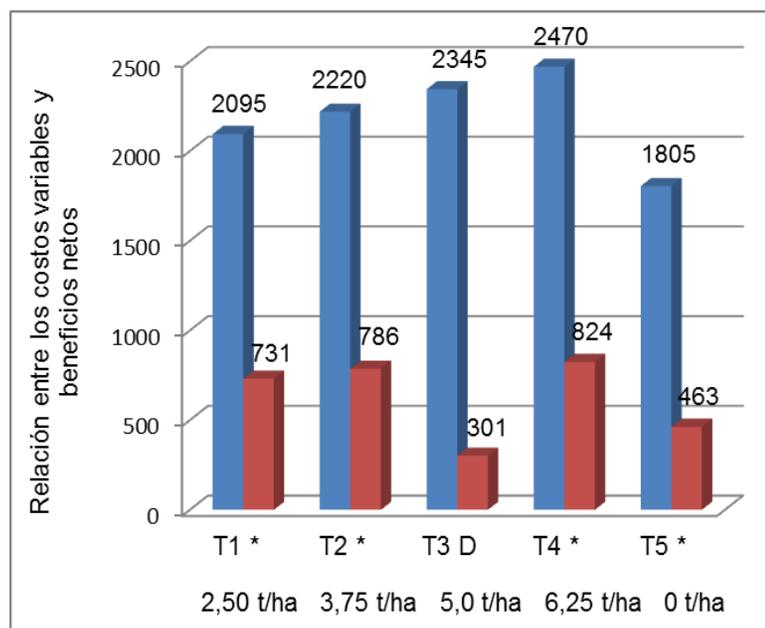


Figura N° 13. Costos variables y beneficios netos para diferentes niveles de fertilización orgánica

En la (Figura 13), muestra que la producción de avena en grano, en el T₄ obtuvo mayor costos variables de 2470 Bs/ha y un beneficios netos de 824 Bs/ha con el nivel de fertilización orgánica de estiércol de ovino de 6,25 t/ha respectivamente, seguidamente muestran en los tratamientos T₁ T₂ T₅ los costos variables y beneficios netos son dominantes, mientras el T₃ es dominado con un beneficio neto menor de 301 Bs/ha, de esta forma muestra las diferencias con los diferentes niveles de fertilización orgánica de estiércol de ovino.

Cuadro N° 29. Análisis marginal de costos variables para cultivo avena en grano

Tratamientos					
Niveles de fertilización orgánica (t/ha)	Costos Variables (Bs/ha)	Costos Marginales (Bs/ha)	Beneficios Netos (Bs/ha)	Beneficios Marginales (Bs/ha)	Tasa de Retorno Marginal (%)
T5 (0,0)	1805,00	290,00	463,00	268,00	92,41
T1 (2,50)	2095,00	125,00	731,00	55,00	44,00
T2 (3,75)	2220,00	250,00	786,00	38,00	15,19
T4 (6,25)	2470,00	0,00	824,00	0,00	

Realizando el análisis marginal de los tratamientos (Cuadro 29), muestra la tasa de retorno marginal establece en el tratamiento T₅ (0,0 t/ha) por el tratamiento T₁ (2,50 t/ha) es de 92,41 % indica que por cada boliviano invertido se puede esperar recuperar el 0,92 bolivianos, si optar el tratamiento T₁ con (2,50 t/ha) si el tasa de retorno marginal cambiaria con el tratamiento T₂ (3,75 t/ha) es de 44,0 % se espera recuperar 0,44 bolivianos. Si tomamos en cuenta el T₂ (3,75 t/ha) reemplazando con T₆ (6,25 t/ha) es de 15,19 % se espera recuperar 0,15 bolivianos y los demás fueron dominados.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo tenemos los siguientes:

La mayor rendimiento de producción se obtuvo con la aplicación de estiércol ovino de 6,25 t/ha, con 1,83 t/ha de grano, el testigo con menor rendimiento de 1,26 t/ha de grano.

Según los resultados, la variedad texas con fertilización de estiércol de ovino de 6,25 t/ha presento la mayor altura de planta con promedio de 113,04 cm y el testigo con menor altura de planta de 95,20 cm.

Con relación a los días de emergencia, con aplicación de estiércol de ovino de 6,25 t/ha presento en 12,60 días de emergencia, finalmente el testigo en 20,80 días.

La madurez fisiológica de grano, con el abonamiento de estiércol de 6,25 t/ha fue el mejor de 161,20 días y el testigo con mayor tiempo de 187,60 días donde se muestran las diferencias en abonamiento para producción de grano, estos nos muestran la cantidad de aplicación de abono, no mucho a la precipitación.

De acuerdo al análisis económico, empleando los diferentes niveles de fertilización orgánico se establece con mayor aplicación de estiércol ovino de 6,25 t/ha, es más recomendable en la producción de avena porque esto tratamiento tiene un beneficios netos superior de 824 Bs/ha, siendo más rentable en el cultivo de avena para la producción de grano. Mientras con la fertilización orgánica de 0 t/ha presento menor beneficios netos de 463 Bs/ha.

VI. RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos se recomienda:

Se debe realizar los trabajos de investigaciones similares sobre la producción de semilla de avena, en los diferentes Municipio de la región para cotejar los resultados del presente trabajo.

Estudiar diferentes niveles de fertilización y otras fuentes de abonamiento orgánico para mejorar el rendimiento de la producción de grano de avena.

Realizar Investigaciones a diferentes condiciones agroecológicas del Altiplano para establecer su repuesta a diferentes épocas de siembra.

Se debe promover el empleo del estiércol de ovino para la producción de variedades locales e introducidas de avena.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- ALZERRECA, H. 2007. Respuesta al estiércol de ovino y bovino con adición de fosforo comparando con la fertilización química en el cultivo de cebada. p 130.
- ASHBY, J. 2006. Manual para la evaluación manejo de cultivo de avena con productores, Cali, Colombia. p 78.
- AMADO, A. ORTIZ, F. 2000. Manejo agronómico de la avena y densidad de siembra y fertilización orgánica en la Sierra Chihuahua. Pp 180 – 200.
- BESGA, G. 2009. Productividad y calidad nutritiva de cereales de invierno en rotación con maíz en el País Vasco. Actas de la SEEP. Pp 39 - 45.
- BOLLETO, R. RODRIGUEZ, F. 2008. Manejo de semilla de cereales en la comunidad Sankayani – Tiraque Cochabamba, Bolivia. p 177.
- BIURRUN, I. 2006. Flora y vegetación de los ríos y humedales en la Universidad del País Vasco. Pp 380 – 385.
- BENTLEY, J. 2003. Encuentro tecnológico en Qolque Jhoya proyecto de avena Cochabamba, Bolivia. Pp 102 – 380.
- BURGOS, A. 2001. La descomposición de la materia orgánica en el suelo. In. Biología del suelo. Omega. Barcelona, España. p 559.
- BRADY. B. 2000. Estudio de la naturaleza y propiedades de los suelos pobres. Montaner y Simón España. p 570.
- CORDOVA, J. 2005. Investigación en avena. In. Informe anual gestión 1990 - 1991. Estación Experimental San Benito. IBTA – MACA. Cochabamba, Bolivia. p 94.

- CONDE, H. 2003. Caracterización agronómica y fenológica de accesiones de avena en proceso de introducción en la Estación Experimental de Choquenaira. Tesis Facultad de Agronomía, UMSA. La Paz – Bolivia p 57.
- CORDOVA, M. 2001. Efecto del abonamiento orgánico en tres variedades de avena forrajera en el altiplano norte. Tesis Facultad de Agronomía, UMSA. La Paz – Bolivia. Pp 43 – 70.
- CARRETERO, J. 2004. Flora arvense española. Las malas hierbas de los cultivos españoles. Phytoma. Valencia. Pp 95- 98.
- CABAÑAS, C. GALINDO, G. 2002. Validación de variedades de avena y sistemas de siembra para captar y retener el agua de lluvia del temporal. Avances de resultados del proyecto. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de Investigaciones Zacatecas. Pp 122 – 130.
- CORTEZ, R. 2000. Estabilidad fenotípica de 10 variedades de avena forrajera (*Avena sativa* L.) en tres localidades del altiplano. Tesis de grado, Universidad Técnica de Oruro, Oruro – Bolivia, p 40.
- CEPAB. (Campo Experimental Pabellón). 1998. Guía para la asistencia técnica agrícola, área de influencia del Campo Experimental Pabellón. Cuarta edición, México. p 429.
- CALDERÓN, O. 1995. Estudio de comportamiento de avena forrajera (*Avena sativa*) a secano a bajo riego en tres épocas de siembra en la región de Kallutaca. Provincia Los Andes; Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia. Pp 31 – 112.
- ESPITIA, R. 2007. Estrategia en la selección de líneas avanzadas de avena por resistencia durable a roya del tallo México p 72.
- FERNÁNDEZ, G. 2005. Capacidad germinativa en especies cereales anual mediante uso de diferentes variedades de avena para producción de semillas. p 55.

- GIMÉNEZ, F. 2008. Efecto de la época de siembra sobre el rendimiento y el tamaño de grano en genotipos de cebada cervecera y avena en siembra de otoño invernal en Bahía Blanca. p 204.
- GOMEZ, C. 2007. Los pastos y la fotosíntesis Instituto politécnico superior. Barcelona Madrid. p 200.
- GUERRERO, R. 2004. Fertilización abonos orgánicos en los cultivos de clima frío. Santafé de Bogotá: Monómeros Colombo Venezolanos. p 421.
- GUTIERREZ, F. 2005. Parámetros y métodos para determinar calidad agroindustrial en avena. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad de la Frontera, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Temuco, Chile. p 53.
- GUTHEIM, F. 2000. Comparación de la determinación del rendimiento entre cultivos de trigo y avena y cebada Tesis de Magister Scientiae en Producción Vegetal Facultada de Ciencias Agrarias, UNM. Pp 77 – 79.
- HERNÁNDEZ, M. VELASCO, R. 2009. Estabilidad del rendimiento del grano en líneas y variedades de avena para uso industrial, utilizando el modelo AMMI. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Avena de Chihuahua, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. p 27.
- JURADO, A. 2002. Fundamentos y resultados de investigación sobre el manejo de Mezclas de cereales en la zona central del estado de Chihuahua. Manual Técnico de México. p 88.
- LIMÓN, A. 2009. Manejo de nitrógeno para la producción de trigo en áreas de temporal en México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional, Campo Experimental Valle. Pp 17 - 189.
- LAURA, J. 2009. Aplicación de abonos orgánicos en rotación de cereales y su efecto en el suelo en el micro cuenca de Achocalla. Pp 135 – 137.

- LABRADOR, J. 2003. La materia orgánica en los agroecosistemas. Mundi Prensa. Madrid, España. p 172.
- LORA, S. 2001. Los elementos secundarios (Ca, Mg, S) y el silicio en la agricultura. Editorial F. Silva Mojica, Bogotá. p 135.
- LOMBARDO, A. 2000. Curso de botánica. Universidad de la República, Departamento de Producción Vegetal, Montevideo, Uruguay. p 154.
- MARTÍNEZ, J. 2009. Estudio de los componentes de rendimiento y su relación con el rendimiento y características industriales de 22 cultivares y/o líneas avanzadas de avena Universidad de la Frontera, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Temuco, Chile. p 65.
- MARCA, S. 2009. Fenología de cereales de grano, de cursos talleres de fenología de cultivos andinos. Puno, PE. Pp 47 – 51.
- MEZA, C. 2004. Guía para producir avena forrajera en el valle de santo domingo, INIFAP Centro de Investigación Regional del Noroeste, Campo Experimental Valle de Santo. Pp 79 - 80.
- MÁRQUEZ, C. 2009. Nueva variedad de avena para la producción de grano y forraje en México. INIFAP CIRCE-CEVAMEX. p 16.
- MARTINEZ, F. 2008. Elementos de fisiología vegetal, relaciones hídricas, nutrición mineral y transporte. Editorial Mundi - Prensa, Barcelona. p 125.
- MENESES, R. VELIZ, J. 2002. Rendimiento de forrajes y composición botánica en Micro parcelas asociadas de cereales leguminosas anuales, en el Altiplano Central Oruro, Bolivia.

- OCHOA, G. 2006. Estudio de Evaluación de variedades de avena (*Avena sativa* L.) a diferentes niveles de abonamiento orgánico en el altiplano central; Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia. p 32.
- OLIVARES, A. 2006. Efecto de la temperatura en la germinación de especies anuales y características de su emergencia de semilla. p 131.
- OKON, Y. GONZALES, C. 2005. Las aplicaciones agronómicas abonos orgánicos en cultivo de cereales con hojas largas. p 191.
- ORTIZ, F. 2000. Parámetros de rendimiento en variedades de avena bajo diferentes láminas de riego Santa Cruz Bolivia.
- PERALTA, J. 2008. Especies presentes en Navarra que se comportan como malas hierbas ballueca o avena loca. p 171.
- PRIETO, G. 2006. Ensayo comparativo de forrajes anuales en tres localidades del Altiplano. Asociación boliviana de producción animal. IBTA. X Reunión Nacional de ABOPA, La Paz – Bolivia. p 133.
- PÉREZ, S. VILLARROEL, J. WEBB, M. 2003. Manejo de cereales para mejorar los descansos del terreno rotación y disponibilidad de semilla Cochabamba, Bolivia.
- PERRIN, *et al.* 1982. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Un manual Metodológico de Evaluación. CIMMYT Edición completa revisada. México D.F. p 79.
- ROBLES, R. 2009. Producción de granos y forrajes. Quinta edición. Editorial Limusa. México. p 229.
- RODRIGUEZ, F. HEREDIA, G. ROCHA, G. 2004. Identificación de leguminosa como el cultivo de cobertura y abonos verdes en Cochabamba, Bolivia s.p.

- OCHOA, R. 2009. Diseños experimentales, diseño bloques completo al azar. Primera edición. La Paz – Bolivia. p 59 – 73.
- STORIE, C. 2006. Agrícolas y su conservación y fertilización química del suelo In. Manual de evaluación de suelos México. p 30.
- SALMERÓN, J. 2000. Ensayo de 30 líneas y variedades de avena riego en Zacatecas 1998/1999. En proyecto: Identificación y validación de una variedad de avena para uso industrial. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Norte Centro. Pp 203 – 205.
- SENAMHI, (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, Bolivia). 2010. Registro climático de la Localidad de Jesús de Machaca, Provincia Ingavi. La Paz, Bolivia s.p.
- TORRICO, P. 2008. Cereales avena cebada asociación de cereales forrajeros con arveja para mejoramiento de semilla Cochabamba, Bolivia.
- TOMASO, J. 1994. Programa de mejoramiento de avena en Porto Alegre Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria, Rio Grande Sul Brasil.
- VILLARROEL, J. 2005. Evaluación agronómica de la aplicación de abonos orgánicos y fertilizantes químicos en ensayos a largo plazo. Universidad Mayor San Simón, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, Cochabamba. Bolivia. Pp 33 – 55.
- ZILLIN, F. 2004. Guía para la identificación de enfermedades en cereales de grano pequeño. México. D. F. México, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. p 141.
- ZARATE, F. 2007. El cultivo de la avena, Oficina de comunicación técnica, el Tambo Huancayo Perú. p 180.

ANEXOS

Anexo 1. Registro de datos promedio de los tratamientos para cada variable de estudio

N°	TRAT	NIVEL DE FERT	DÍAS A LA EMER	DÍAS A LA FLORACION	DÍAS DE GRANO LECH	ALT DE PLANT	NÚM DE HOJ	NÚM DE MACOLL	NÚM DE ESP	DÍAS DE MAD GRAN	REND Kg/ha
1	T1	2,5 t/ha	18	100	150	104,20	10,20	7,80	9,20	193	165,43
2	T1	2,5 t/ha	17	109	155	104,00	12,00	9,00	12,00	182	159,13
3	T1	2,5 t/ha	16	105	158	105,20	12,20	9,00	12,00	188	157,58
4	T1	2,5 t/ha	17	107	153	105,20	12,00	9,00	12,20	186	154,16
5	T1	2,5 t/ha	15	109	161	103,80	12,00	8,80	10,60	189	150,17
6	T2	3,75t/ha	15	103	149	112,80	12,60	8,80	9,80	194	168,56
7	T2	3,75/ha	16	110	146	111,60	12,40	8,80	11,00	189	170,75
8	T2	3,75t/ha	17	108	143	113,80	12,60	9,20	12,20	180	166,69
9	T2	3,75t/ha	18	106	140	113,80	13,20	9,20	11,60	185	169,74
10	T2	3,75/ha	16	109	148	110,60	13,00	8,80	9,40	179	160,74
11	T3	5,0 t/ha	13	100	145	113,60	13,40	9,40	10,00	176	172,69
12	T3	5,0 t/ha	17	97	139	112,00	13,20	9,80	11,60	187	175,76
13	T3	5,0 t/ha	16	105	148	105,60	13,20	10,00	12,20	180	174,58
14	T3	5,0 t/ha	15	107	145	114,40	13,20	10,00	12,40	170	171,45
15	T3	5,0 t/ha	14	108	140	112,50	13,40	9,00	10,40	175	175,50
16	T4	6,25t/ha	11	90	125	114,80	13,20	9,80	10,20	167	180,70
17	T4	6,25t/ha	13	98	120	112,60	13,20	9,80	12,40	161	177,80
18	T4	6,25t/ha	12	95	130	107,20	13,40	9,80	12,80	167	179,60
19	T4	6,25t/ha	14	97	136	115,60	13,20	10,20	13,40	158	186,50
20	T4	6,25t/ha	13	100	125	115,00	15,40	9,60	11,20	153	188,66
21	T5	0 t/ha	20	120	157	93,20	9,80	9,00	10,00	197	119,81
22	T5	0 t/ha	21	116	166	95,00	9,00	8,80	9,60	190	125,42
23	T5	0 t/ha	22	118	174	95,40	8,80	8,60	10,20	187	127,74
24	T5	0 t/ha	20	115	160	95,40	8,80	9,20	10,00	197	129,28
25	T5	0 t/ha	21	112	170	97,00	8,60	8,60	9,80	184	128,34

Anexo 2. Temperaturas presentadas durante el estudio

Meses	Tº Máxima	Tº Mínima	Tº Ambiente
	2010	2010	2010
Nov	16	-3	7
Dic	15	-1	9,5
Ene	16	1	8
Feb	16,2	2	9
Mar	17	2	7,2
Abr	19	-1,4	8
May	16,5	-8,5	5
Jun	15,1	-8,5	5
Jul	15	-9,5	4,8
Ago	16,2	-5,6	6
Sep	17,3	-3,2	7,8
Oct	16,2	-3	7,6

Anexo 3. Precipitación presentada durante el estudio

Meses	Precipitación	
	2009	2010
Nov	43	30
Dic	66	71
Ene	163	286
Feb	112	116
Mar	100	85
Abr	43	9
May	5	20
Jun	0	0
Jul	25	20
Ago	16	29
Sep	17	17
Oct	37	49

Anexo 4. Costo de producción por hectárea de avena en grano y niveles de fertilización orgánica en bolivianos

Ítem	Unidad	Cantidad	Costo unitario Bs/ha	Niveles de fertilización orgánica t/ha				
				0	2,50	3,75	5,0	6,25
Preparación de terreno	Jornal	6	100	600	600	600	600	600
Mullido y nivelado	Jornal	3	50	150	150	150	150	150
Preparación de surcos	Jornal	3	50	150	150	150	150	150
Incorporación de semillas	Jornal	3	35	105	105	105	105	105
Aplicación de estiércol	Jornal	3	35	105	105	105	105	105
Deshierbe	Jornal	3	35	105	105	105	105	105
Cosecha y corte	Jornal	5	40	200	240	240	240	240
Trilla de grano	Jornal	3	30	90	90	90	90	90
Total Parcial (Bs/ha)				1505	1545	1545	1545,0	1545
COSTOS VARIABLES POR NIVEL DE FERTILIZACION								
INSUMOS								
Semilla	Kg	150	2	300	300	300	300	300
Estiércol ovino	Kg	17,50	100		250	375	500	625
TOTAL COSTOS DE PRODUCCION Bs/ha				1805	2095	2220	2345,0	2470

Precios:

Semilla de Avena = 2 Bs/Kg

Estiércol de ovino = 100 Bs/ton (Comunidad Jesús de Machaca)

Anexo 6. Análisis químico de estiércol



MINISTERIO DE EDUCACION

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES
UNIDAD DE ANALISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANALISIS QUIMICO DE ESTIERCOL

INTERESADO : DANIEL CONDORI GUARACHI
PROCEDENCIA : Departamento LA PAZ, Provincia INGAVI,
Comunidad JESÚS DE MACHACA.

NUMERO DE SOLICITUD : 047B / 2011
FECHA DE RECEPCION : 17 / Febrero / 2011
FECHA DE ENTREGA : 19 / Marzo / 2011

PRODUCTO : ESTIERCOL DE OVINO

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Metodo
298-01 /2011	Nitrógeno	0,92	% N, p/p	Kjeldahl
298-02 /2011	Fósforo	0,19	% P, p/p	Espectrofotometría UV-Vis
298-03 /2011	Potasio	0,97	% K, p/p	Emisión atómica
298-04 /2011	Carbono orgánico	15,47	%	Walkley Black
298-05 /2011	Calcio	0,72	% Ca	Absorción atómica
298-06 /2011	Magnesio	0,20	% Mg	Absorción atómica
298-07 /2011	Hierro	1092,35	mg / Kg	Absorción atómica
298-08 /2011	Cobre	6,03	mg / Kg	Absorción atómica
298-09 /2011	Zinc	43,92	mg / Kg	Absorción atómica
298-10 /2011	Manganeso	4,98	mg / Kg	Absorción atómica
298-11 /2011	pH en agua 1:5	7,99	-	Potenciometría
298-12 /2011	Conductividad eléctrica (1:5)	5,07	mS/cm	Potenciometría
298-13 /2011	Humedad	7,70	%	Gravimetría
298-14 /2011	Materia seca	92,30	%	Gravimetría

OBSERVACIONES.- Resultados en base húmeda.



RESPONSABLE DE LABORATORIO

JORGE CHUNGARA C.

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

ANEXO 7. Fotografías del trabajo de investigación



Foto 1. Preparación de terreno.



Foto 2. Registro y colocado de etiquetas al azar a los tratamientos en estudio.



Foto 3. Colocado de letreros de identificación a los tratamientos en estudio.



Foto 4. Evaluación y medición de altura de planta, número de hojas y número de macollos.



Foto 5. Evaluación de cultivo de avena en los tratamientos en estudio.



Foto 6. Recojo y Cegada de avena de los tratamientos en estudio.



Foto 7. Recejo de avena por tratamiento para el secado y posteriormente trillado.



Foto 8. Secado de avena por tratamiento.



Foto 9. Trillado de grano.