

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



TESIS DE GRADO

**EFFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y ABONO ORGANICO EN EL
COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LA CEBADA (*Hordeum vulgare* L.) EN
EL ALTIPLANO NORTE**

PRESENTADO POR:

ALEJANDRO HUIZA LAURA

LA PAZ – BOLIVIA

2008

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

**EFFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y ABONO ORGANICO EN EL
COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LA CEBADA (*Hordeum vulgare* L.) EN
EL ALTIPLANO NORTE**

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

ALEJANDRO HUIZA LAURA

Tutor:

Ing. M.Sc. Jorge Guzmán Calla

Tribunal Examinador:

Ing. Paulino Ruiz Huanca

Ing. Miguel Nogales Soldevilla

Ing. M.Sc. Hugo Mendieta Pedrazas

APROBADA

Presidente Tribunal Examinador:

.....

DEDICATORIA

*A la memoria de mis queridos Padres:
Pascual Huiza Laura
María Laura Laura
A mi querida esposa Virginia L. Mamani B.
Mis hijos Alexander, Katherine, Andrea
A mis hermanos Luisa, Enrique, Zacarias y
Emilio.*

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mis más profundos agradecimientos.

A mi Tutor:

Ing. M. Sc. Jorge Guzmán Calla por el asesoramiento, guía y orientaciones en la realización de este trabajo, sin los cuales no hubiera sido posible su ejecución.

Al tribunal conformado por:

Ing. Hugo Mendieta Pedrazas, por la influencia que tuvo en mi formación profesional y por las revisiones y correcciones tan acertadas al presente trabajo.

Ing. Miguel Nogales Soldevilla, por la revisión, observaciones y enriquecimiento del presente trabajo.

Ing. Paulino Ruiz Huanca, por haberme orientado y colaborado en las revisiones y correcciones pertinentes al trabajo.

A la Facultad de agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés por la formación profesional.

A mis compañeros de la universidad en especial Abraham Quelca, Ramiro Cussi, Rubén Felipez, Norah Mejía, Susy Moya, Eugenia Nina, Ana Quispe, por su apoyo, y colaboración y lealtad.

A los familiares que siempre brindaron su colaboración Antonio, Adolfo, Mario, Rubén, Jhonny, Gonzalo, Reynaldo, Abdón, Álvaro, Elmer, Sergio Verónica, Lidia, Victoria, Yolanda, Denisse y mi madre política Lucía Beltrán.

CONTENIDO

ÍNDICE GENERAL.....	V
ÍNDICE DE CUADRO.....	IX
ÍNDICE FIGURAS.....	XI
ANEXOS.....	XII
RESUMEN.....	XII

Índice General

1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.....	3
2.2 Clasificación taxonómica	4
2.3. Morfología de la planta	4
2.4. Fases fenológicas.....	5
2.5. Características nutritivas de la cebada.....	6
2.6. Cultivo de cebada.....	7
2.8. Abono orgánico.....	8
2.9. Estiércol	10
2.10. Requerimientos de clima y suelo del cultivo.....	11

3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1 Ubicación geográfica	13
3.2 Características Ecológicas	13
3.2.1 Clima.....	13
3.2.2 Suelos.....	13
3.2.3 Vegetación y cultivos	14
3.2.4 Fauna.....	15
3.2.5 Economía.....	15
3.3 Material de campo	15
3.4 Material de laboratorio	16
3.5 Metodología.....	16
3.5.1 Muestreo del suelo	16
3.5.2 Preparación del terreno	16
3.5.3 Abonamiento.....	17
4.5.4 Siembra	17
3.5.5 Labores culturales	17
3.5.6 Muestreo de las plantas.....	17
3.5.7 Cosecha.....	17
3.5.8 Secado de la muestra.....	18
3.5.9 Factores de estudio	18
3.5.10 Diseño experimental	19
3.5.11 Formulación de tratamientos	20
3.5.12 Dimensiones de las unidades experimentales	20
3.5.13 Variables de respuesta	22
3.5.13.1 Variables agronómicas	22
3.5.13.2 Variables fenológicas:.....	23
3.5.14 Análisis de costos parciales de producción.....	24

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
4.1 Datos metereológicos.....	26
4.2 Análisis de suelo.....	27
4.3 Variables fenológicas.....	28
4.3.1 Días a la Emergencia.....	29
4.3.2. Días al Macollamiento.....	30
4.3.3 Días al Espigamiento.....	31
4.3.3.1 Efecto de las densidades de siembra en días al Espigamiento.....	33
4.3.3.2 Efecto de los niveles de abono orgánico en días al Espigamiento.....	34
4.4 Variables Agronómicas.....	36
4.4.1 Altura de planta.....	36
4.4.1.1 Efecto de las densidades de siembra en altura de planta (cm).....	38
4.4.1.2 Efecto de los niveles de abono orgánico en la altura de planta (cm).....	39
4.4.2 Número de Hojas.....	41
4.4.2.1 Efecto de las densidades de siembra en número de hojas.....	42
4.4.3 Numero de macollos por planta.....	44
4.4.3.1 Efecto de las densidades de siembra en el número de macollos por planta.....	45
4.4.3.2 Efecto de los niveles de abono orgánico en el número de macollos por planta.....	47
4.4.4 Índice de Área Foliar (IAF).....	49
4.4.4.1 Efecto de las densidades de siembra en el Índice de Área Foliar (cm ² /m ²)......	50
4.4.4.2 Efecto del nivel de abono orgánico en Índice de área foliar (cm ² /m ²).....	52
4.4.5 Rendimiento de materia seca.....	53
4.4.5.1 Efecto del abono orgánico en el rendimiento de Materia Seca.....	55
4.5 Análisis de Relación entre variables.....	57
4.6 Análisis de crecimiento del cultivo de cebada.....	59
4.6.1 Altura de planta.....	59
4.6.1.1 Altura de planta para densidad de siembra.....	60
4.6.1.2 Altura de planta para niveles de abono orgánico.....	61
4.6.2 Número de macollos por planta.....	62

4.6.2.1	Número de macollos por planta para densidad de siembra	62
4.6.2.2	Número de macollos por planta para niveles de abono orgánico.....	63
4.6.3	Materia seca por planta	64
3.6.3.1	Materia seca (g/planta) para densidad de siembra	64
4.6.3.2	Materia seca g/planta para niveles de abono orgánico	65
4.7	Análisis de costos parciales.....	66
5.	CONCLUSIONES.....	70
6.	RECOMENDACIONES.....	72
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	73

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Aporte nutricional por 100gr de cebada.....	7
Cuadro 2. Tratamientos resultantes del arreglo en parcelas divididas.....	20
Cuadro 3. Análisis físico – químico del suelo para el cultivo de cebada	28
Cuadro 4. Promedios de días a la emergencia en el cultivo de cebada.....	29
Cuadro 5 Análisis de varianza para días a la Emergencia	29
Cuadro 6. Promedios de días al macollamiento en el cultivo de cebada	30
Cuadro 7. Análisis de varianza para días al Macollamiento	31
Cuadro 8. Promedios de días al espigamiento en el cultivo de cebada	32
Cuadro 9. Análisis de varianza para días al Espigamiento	32
Cuadro 10. Prueba de Duncan para días al espigamiento.....	33
Cuadro 11. Prueba de Duncan para días al espigamiento.....	35
Cuadro 12. Promedios de altura de planta	36
Cuadro 13. Análisis de Varianza para Altura de Planta.....	37
Cuadro 14. Prueba de Duncan para altura de planta	38
Cuadro 15. Prueba de Duncan para altura de planta (cm).....	39
Cuadro 16. Promedios de número de hojas del cultivo de cebada	41
Cuadro 17. Análisis de varianza en número de hojas	42
Cuadro 18. Prueba de Duncan para número de hojas	42
Cuadro 19. Promedios de número de macollos del cultivo de cebada.....	44
Cuadro 20. Análisis de varianza para número de macollos	45
Cuadro 21. Prueba de Duncan para número de macollos por planta	45
Cuadro 22. Prueba de Duncan para el número de macollos.....	47

Cuadro 23. Promedios del índice de area foliar (cm^2/m^2).....	49
Cuadro 24. Análisis de varianza para el índice de área foliar	50
Cuadro 25. Prueba de Duncan para IAF (cm^2/m^2)	50
Cuadro 26. Prueba de Duncan para IAF (cm^2/m^2)	52
Cuadro 27. Promedios de rendimiento de materia seca t/ha	54
Cuadro 28. Análisis de varianza para el rendimiento de materia seca.....	54
Cuadro 29. Prueba de Duncan para rendimiento de materia seca	55
Cuadro 30. Matriz de correlación lineal entre variables.....	57
Cuadro 31. Presupuesto parcial de la producción para una hectárea en Bs.	66
Cuadro 32. Análisis de dominancia	68
Cuadro 33. Análisis marginal de los costos variables	69

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localización del Municipio de Tiahuanaco	14
Figura 2. Temperaturas máximas y mínimas del Municipio de Tiahuanaco.....	26
Figura 3. Precipitación (mm) del Municipio de Tiahuanaco.....	27
Figura 4. Densidad de siembra en días al espigamiento.....	34
Figura 5. Niveles de abono orgánico en días al espigamiento	35
Figura 6. Densidad de siembra en altura de planta cm.	38
Figura 7. Niveles de abono orgánico en altura de planta cm.	40
Figura 8. Densidad de siembra en número de hojas.....	43
Figura 9. Densidad de siembra en número de macollos	46
Figura 10. Niveles de abono en número de macollos	48
Figura 11. Densidad de siembra en Índice de área foliar	51
Figura 12. Niveles de abono orgánico en Índice de área foliar	53
Figura 13. Niveles de abono orgánico en el rendimiento de materia seca.....	56
Figura 14. Curvas de crecimiento de altura de planta en el cultivo de cebada para densidad de siembra en función de los días	60
Figura 15. Curva de crecimiento de altura de planta en el cultivo de cebada para niveles de abono orgánico en función de los días	61
Figura 16. Curva de crecimiento para número de macollos por planta en el cultivo de cebada para densidad de siembra en función de los días	62
Figura 17. Curva de crecimiento para número de macollos por planta en el cultivo de cebada para niveles de abono orgánico en función de los días.....	63
Figura 18. Curva de crecimiento para materia seca (g/planta) en el cultivo de cebada para densidades de siembra en función de los días.....	64
Figura 19. Curva de crecimiento para materia seca (g/planta) en el cultivo de cebada en niveles de abono orgánico en función de los días.....	65
Figura 20. Curva de los beneficios netos	68

ANEXOS

Anexo 1. Altura de la Planta de cebada	78
Anexo 2. Número de hojas de cebada	79
Anexo 3. Número de macollos.....	80
Anexo 4. Índice de area foliar	82
Anexo 5. Materia verde (t/ha)	83
Anexo 6. Rendimiento de materia seca (t/ha)	84
Anexo 7. Cronograma de actividades.....	86
Anexo 8. Resumen de la variación climática del municipio de tiahuanaco 2004-2005	86
Anexo 9. Análisis físico-químico del suelo.....	87
Anexo10. Fotografías del trabajo de campo.....	88

RESUMEN

En el altiplano boliviano la producción de forrajes cumplen un rol importante en la actividad ganadera, su abastecimiento es escaso para la alimentación del ganado vacuno, por tal razón la cebada (*Hordeum vulgare* L.) es uno de los cultivos más importante dentro de las especies forrajeras por su gran valor nutritivo y alimenticio para el consumo. En Bolivia la cebada se cultiva en una gran diversidad de suelos y climas por su fácil adaptación a condiciones ecológicas del altiplano.

El propósito del presente trabajo de investigación es proporcionar mayor información sobre las densidades de siembra y los diferentes abonos orgánicos, como ser estiércol de bovinos, ovinos y equinos donde cada una de estas presenta diferentes niveles de nutrientes para el suelo aumentando la eficiencia de la producción y un mayor rendimiento del cultivo.

El presente trabajo se llevo a cabo en la zona del Altiplano Norte en la comunidad de Khasa Achuta, perteneciente al Municipio de Tiahuanaco, Provincia Ingavi del Departamento de La Paz, durante la gestión agrícola 2005 - 2006

El estudio realizado con el objetivo de evaluar el efecto de la densidad de siembra y abono orgánico en el comportamiento agronómico de la cebada (*Hordeum vulgare* L.) en la localidad de Tihuanaco y analizar los costos parciales de producción de los tratamientos en estudio.

El material vegetal utilizado corresponde a la cebada (*Hordeum vulgare* L.) variedad IBTA-80, procedente del Centro de Investigación Forrajera (CIF), La violeta

Cochabamba, como material orgánico se utilizó estiércol de oveja. La siembra fue realizada durante la segunda semana de diciembre del 2005, empleando la técnica del voleo, utilizando las densidades de siembra de 60, 100 y 140 kg/ha respectivamente.

Se evaluó las variables fenológicas días a la emergencia, días al macollamiento y días al espigamiento; variables agronómicas: altura de planta, número de hojas, número de macollos, índice de área foliar, rendimiento de materia verde y materia seca, realizando también un análisis económico de los tratamientos.

Las variables agronómicas obtenidas fueron; altura de planta donde la mayor altura fue en T₅ con la densidad de 100 kg /ha y nivel de abono orgánico de 5 t /ha , con un promedio de 75.2 cm el mayor número de hojas fue con la densidad a₂ de 10 t /ha y 5 t /ha de estiércol con un promedio de 22.6 hojas por planta, el número de macollos fue con el tratamiento T₅ con 5.0 macollos por planta y un índice de área foliar mayor con el tratamiento T₂ con la densidad a₁ de 60 kg /ha y 5 t /ha de estiércol, con 77.68 cm²/m².

Respecto al rendimiento de materia seca (t/ha) los tratamientos que presentaron mayores rendimientos fueron: el tratamiento T₅ (100kg/ha con 5 t /ha), con 3.91 t /ha de materia seca, seguido por el T₉ (140kg/ha con 10 t /ha) con 3.60 t /ha.

El análisis económico demostrado con las densidades de siembra y niveles de abono orgánico se tiene un mayor beneficio neto para los tratamientos T₂ y T₅ con 2.305.3 y 2.507.3 Bs/ha, con una tasa de retorno marginal del 123.0 %.

1. INTRODUCCION

En el altiplano boliviano la producción de forrajes es de gran importancia en la actividad ganadera, sin embargo, su abastecimiento es escaso lo cual hace que el forraje existente tenga poca calidad en la alimentación de ganado vacuno y ovino. Es por esta razón que uno de los forrajes de más importancia es la Cebada (*Hordeum vulgare L.*), por su fácil adaptación a condiciones ecológicas del altiplano.

Los cultivos forrajeros permiten obtener recursos alimenticios para el ganado de gran valor alimenticio utilizados para el consumo. En Bolivia, la cebada se cultiva en una gran diversidad de suelos y climas (Migliorine, 1984), menciona que la cebada es una especie de mucha importancia por su uso en la alimentación del ganado este cultivo se adapta a muy diversos tipos de climas y suelos.

Un suelo para tener una capacidad optima de producción, debe contener 5 % de materia orgánica o más que un contenido de 2% representa un nivel crítico en Bolivia la mayoría de los suelos contienen menos del 2% de materia orgánica (FAO, 1999).

El problema en regiones del altiplano radica en que existe la necesidad de provisión continua de forraje para la alimentación de ganado vacuno y ovino, en los que la pradera es sobre explorada y las condiciones medioambientales se muestran adversas para la producción forrajera durante gran parte del año, donde los agricultores tienen técnicas de producción de forrajes tradicionales y utilizan semillas no certificadas, y en cantidades no recomendadas para la siembra. También la utilización de abonos orgánicos.

El propósito del presente trabajo de investigación es proporcionar mayor información sobre las densidades de siembra y los diferentes abonos orgánicos, como ser estiércol de bovinos, ovinos y equinos donde cada una de estas presenta diferentes niveles de nutrientes para el suelo aumentando la eficiencia de la producción y un mayor rendimiento del cultivo.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivos general

Evaluar el efecto de la densidad de siembra y abono orgánico en el comportamiento agronómico de la cebada (*Hordeum vulgare L.*) en el Altiplano Norte.

1.2.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de la densidad de siembra en los diferentes tratamientos.
- Evaluar el efecto de abono orgánico en el comportamiento agronómico de la cebada
- Analizar la interacción de la densidad de siembra y abono orgánico en el cultivo de la cebada
- Comparar los costos parciales de los tratamientos.

2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.1. Características generales del cultivo

Según Robles (1986) la cebada tiene un hábito de crecimiento anual con tendencias a convertirse en perenne bajo condiciones muy especiales. Es una planta sexual por que su multiplicación se realiza por medio de una semilla cuyo embrión se origina por la unión de gameto masculino y femenino. La cebada desarrolla un sistema de raíces espesas al tiempo de macollar el tallo es de 60 cm a un metro de altura. El follaje es poco diferente del trigo la inflorescencia es una inflorescencia cilíndrica, en cada nudo de raquis nacen tres flores, las exteriores pueden ser estériles.

Según Parsons (1981) las características más importantes de la cebada son: la altura de la planta varia de 60 –100 cm, el tallo es recto y cilíndrico, las hojas lanceolas con la longitud e 22 a 30 y un ancho de 1 a 1.5 cm la lígula es de longitud media, las aurículas son largas y puntiagudas, carecen de pelos la espiga de tipo de seis carreras. Esta espiga tiene tres espigas fértiles en cada uno de los nudos de raquis. El color de la cebada es un verde pálido.

Migliorini (1984), menciona que el cultivo de la cebada esta destinada al consumo humano, la planta de la cebada es de color verde claro, más bajo que el trigo (60-90 cm), de tallos rectos y cilíndricos, formando una espesa vegetación; hojas lanceoladas, de 25 cm de longitud y de 1-1.5 cm de ancho, con espigas que llevan tres espiguillas en cada diente cada una produce una sola flor.

2.2 Clasificación taxonómica

Robles (1986), clasifica a la cebada de la siguiente manera:

Reino	Vegetal
División	Tracheophyla
Sub división	Pteropsidae
Clase	Angiospermae
Sub clase	Monocotiledonae
Grupo	Glumiflora
Orden	Graminales
Familia	Graminae
Género	Hordeum
Especie	vulgare

2.3. Morfología de la planta

Robles (1986), describe las características más importantes de la cebada que son:

- La altura de la planta varía de 60 a 100 cm.
- El tallo es recto y cilíndrico.
- La hoja es lanceolada, con una longitud de 22 a 30 cm y un ancho de 1 a 1.5 cm.
- La lígula es de longitud media.
- Las aurículas son largas y puntiagudas. Carecen de pelos.
- Espiga del tipo de seis carreras. Esta espiga tiene tres fértiles en cada uno de los nudos del raquis.
- La espiga del trigo de dos carreras. Normalmente, solo las espiguillas de la hilera central producen grano.

- El grano. Las variedades de cebada se diferencian por la facilidad con que el grano se desprende de la cáscara en el momento de la trilla.
- En estado de plántula, las hojas se despliegan en el sentido de las manecillas del reloj.

Info-Agro (2007), describe a la cebada de la siguiente manera:

- **Hojas:** la cebada es una planta de hojas estrechas y color verde claro. La planta de cebada suele tener un color verde más claro que el del trigo y en los primeros estadios de su desarrollo la planta de trigo suele ser más erguida.
- **Raíces:** el sistema radicular es fasciculado, fibroso y alcanza poca profundidades comparación con de el otros cereales. Se estima que un 60% del peso de las raíces se encuentran en los primeros 25 cm del suelo y que las raíces a penas alcanzan 1.20 m. de profundidad.
- **Tallo:** el tallo es erecto, grueso, formado por unos 6 ú 8 entrenudos, los cuales son más anchos en la parte central que en los extremos junto a los nudos. La altura de los tallos depende de las variedades y oscila desde 0.50 m a 1 m.
- **Flores:** las flores tienen tres estambres y un pistilo de dos estigmas. Es autógena las flores abren después de haberse realizado la fecundación lo que tiene importancia para la conservación de los caracteres de una variedad determinada.
- **Fruto:** el fruto es un cariósipide, con las glumillas adheridas, salvo en el caso de la cebada desnuda.

2.4. Fases fenológicas

Según Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial (1989), las fases son:

- **Emergencia:** Aparición de las plantas con 1 a 2 hojas.

- **Macollamiento:** Cuando el 50% de las plantas han macollado, es decir tiene brotes o retoños; en la práctica la aparición de la 4ta hoja indica el inicio del macollamiento.
- **Entallecimiento:** Cuando el 50% de las plantas presentan el primer nudo a dos o tres centímetros sobre el suelo.
- **Embuchamiento:** La espiga evidente, envuelto dentro la hoja superior formando la llamada hoja bandera.
- **Espigado:** Cuando el 50% de las plantas tienen espigas completamente libres de la vaina foliar.
- **Floración:** Cuando en el 50% de las espigas las florcillas se abren, el polen se desprende.
- **Grano lechoso:** Cuando el 50% de las espigas presentan granos que al ser presionados con la uña revientan y sale un líquido de color blanco. El ovario fecundado alcanza el tamaño de la semilla madura.
- **Grano pastoso:** Cuando el 50% de las espigas presentan granos que al ser presionados con la uña, presentan resistencia. El contenido del ovario se solidifica.
- **Madurez fisiológica:** Cuando el 50% de las plantas presentan el pedúnculo de color amarillo.

En caso de la cebada forrajera se evalúa hasta la fase fenológica de grano lechoso, es decir cuando la espiga presenta un 20 a 30% de grano lechoso, por presentar un buen porcentaje de proteína en las hojas y tallos (Quispe, 1999).

2.5. Características nutritivas de la cebada.

El cultivo proporciona un heno tierno y agradable cuando es segada en su momento oportuno de 10 – 20 por ciento de floración.

Cuadro 1. Aporte nutricional por 100gr de cebada

Composición (nutrientes)	Cantidad(materia seca)	Cantidad(materia verde)
Proteínas	1.9 gr	2.5 gr
Materia grasa	1.7 gr	0.5 gr
Materia nitrogenadas	43.8	8.8
Celulosa	34.4	5.6
Ceniza	4 %	1.7%
Agua	14.2	80.9

Fuente: SEFO (1990)

Cagigal (1979), indica que el aporte de las proteínas en materia seca 1.9 gr/100gr y en materia verde 2.6 gr/100gr que es un valor nutritivo muy importante para la alimentación del ganado en parte la cebada es usada como grano en estado verde o paja y para la alimentación humana como harina.

2.6. Cultivo de cebada.

Al respecto, la Corporación Regional de Desarrollo de La Paz (1992), indica que la cebada variedad IBTA 80, fue obtenida en la estación de San Benito de Cochabamba, habiendo mostrado una buena producción de materia seca y grano aunque en los últimos años también se ha vuelto susceptible a la roya; sin embargo es una variedad precoz cumpliendo un ciclo biológico de 120 días.

López (1991), indica que la cebada es cultivada en una gran diversidad de ambientes que ningún otro cereal, la mayor parte de la cebada es producida en regiones con climas desfavorables con relación a otros cereales donde solo el trigo puede competir con ella, aunque en áreas climáticas similares la cebada se adapta mejor a las condiciones de clima y suelo.

2.7. Densidades de siembra

Según Robles (1986), la población óptima por unidad de superficie estará de acuerdo con cada región agrícola con sus condiciones ecológicas y edáficas y también la variedad para producir el máximo de rendimiento.

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

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

SEFO (1990), recomienda una densidad de siembra debido a la precocidad en terrenos de temporal entre 80 a 100 kg/ha aprovechando las precipitaciones de lluvia en suelos donde anteriormente papa o algún otro cultivo se puede sembrar en surcos o al voleo en forma manual.

2.8. Abono orgánico

INRA (2003), indica que mediante el abonado aumentamos la fertilidad del suelo y se restituyen los nutrientes minerales extraídos por los cultivos y perdidos por lavado. Los abonos pueden ser orgánicos e inorgánicos, los orgánicos producen humus y también liberan nutrientes minerales como el nitrógeno, fósforo, azufre a medida que son descompuestos por los microorganismos del suelo. Desde una perspectiva ecológica, los abonos orgánicos aunque de absorción más lenta que los sintéticos, favorecen a los suelos al activar las bacterias descomponedoras y a largo plazo son la mejor alternativa, los nutrientes que contienen los abonos orgánicos permanecen

en el suelo mucho más tiempo que los artificiales, evitándose además que por lixiviación se contaminen los acuíferos o se laven más rápidamente de las capas superficiales del suelo.

FAO (1999), señala que la materia orgánica del suelo esta formada por dos tipos de materias; las que provienen de la degradación de las rocas, que constituye la materia mineral del suelo, y las que provienen de los seres vivientes, plantas y animales, y que constituye la materia orgánica del suelo. Todo lo que vive en el suelo esta destinado a morir y descomponerse, convirtiéndose en materia orgánica, como las plantas y sus raíces, los pequeños mamíferos, los insectos, las lombrices y los numerosos microorganismos, no visibles a simple vista. Durante la descomposición, aproximadamente dos tercios de la materia orgánica se transforma en gas carbónico y agua, y el resto genera lo que llamamos el humus.

Terán (1989), define a los fertilizantes orgánicos como toda sustancia en cuya composición química entran los mismos elementos que contienen los vegetales, siempre que estos se encuentren en condiciones de ser asimilados o transformarse en productos orgánicos apto para las plantas. Pueden llamarse fertilizantes orgánicos a los siguientes estiércoles: estiércol, abonos verdes, humus. Algunos productos orgánicos tales como la sangre seca, el pescado molido y la torta de semilla de algodón.

García (1996), manifiesta que los abonos orgánicos ocupan hoy en día un importante lugar en la agricultura, ya que estos han surgido como alternativa favorable para los agricultores por las virtudes que estos proporcionan en sus parcelas, presentando entre ellas el mejoramiento de la textura de suelo, facilitando la adquisición de los nutrientes necesarios a los cultivos, son más baratos y sobre todo no contaminan al medio ambiente. Con la incorporación del abono orgánico se cierra un ciclo de la naturaleza, ya que se devuelve al suelo gran parte de lo que se extrajo de él. Los abonos orgánicos son los fertilizantes más utilizados en la agricultura orgánica.

El estiércol es una mezcla de las heces de los animales, que ha sufrido fermentaciones más o menos avanzadas, primero en el establo y luego en el estercolero. Puede ser sólido o fluido en agua (purín).

De acuerdo a Gross (1986), los horticultores realizan, cuando pueden, aportes masivos de estiércol, residuos orgánicos, tortas, abonos orgánicos, para crear una estructura física y un nivel de fertilidad que proporciona los elementos fertilizantes necesarios, de modo progresivo. Estos abonos orgánicos gravan considerablemente el precio de costo de las hortalizas

2.9. Estiércol

Según Vigliola (1992), la fuente más importante para el cultivo es el estiércol que por su aporte de materia orgánica posee una acción física pues favorece la agregación, una acción biológica por el aporte de microorganismos y también una acción química ya que la descomposición de materia orgánica libera ácidos que solubilizan nutrientes de compuestos orgánicos.

Según FAO (1999), el material orgánico más utilizado es el estiércol de corral, que puede ser de bovinos, ovinos, camélidos, caprinos, porcinos, aves y otros.

El mismo autor considera que para mantener la fertilidad de un suelo cultivado se debe aportar anualmente según el caso una cantidad mínima de 3 a 10 toneladas de materia seca por hectárea.

Terán (1989), señala que el estiércol de cualquier animal, fundamentalmente mejora la condición física del suelo, muelle los suelos compactos, da cohesión a los suelos sueltos e introduce además gran variedad de productos nutritivos.

Valdez (1995), menciona que el estiércol es excremento de cualquier animal, deyecciones sólidas y líquidas, que ha sufrido fermentaciones más o menos avanzadas, primero en el establo y luego en el estercolero. Puede ser sólido o diluido en agua (purín). Se trata de un abono compuesto de naturaleza órgano-mineral, con un bajo contenido en elementos minerales. El estiércol fundamentalmente mejora la condición física del suelo, da cohesión a los suelos sueltos e introduce además gran variedad de productos nutritivos.

2.10. Requerimientos de clima y suelo del cultivo

Clima

Parsons (1981), indica que la cebada se cultiva principalmente en zonas templadas, sin embargo la planta puede crecer en áreas con altas temperaturas, en condiciones de baja humedad. La temperatura adecuada para el cultivo de esta planta varía entre una mínima 3 – 4 °C y una máxima de 40 – 50 °C. Las semillas y las plántulas de cereales soportan temperaturas mínimas. Requiere una precipitación de 400 – 1300 mm de agua por año.

Robles (1986), menciona que la cebada desarrolla en una temperatura mínima de 3-4 °C una óptima de 20 °C y una máxima de 28 – 30 °C. En cuanto a la humedad prospera mejor en condiciones secas.

INFO-AGRO (2007), las exigencias en cuanto al clima son muy pocas, crece mejor en los climas frescos y moderadamente secos. La cebada requiere menos unidades de calor para alcanzar madurez fisiológica. Para germinar necesita una temperatura mínima de 6 °C tolera muy bien temperaturas ya que puede llegar a soportar hasta -10 °C, en climas donde las heladas invernales son muy fuertes.

Suelo

Parsons (1981), menciona que para cultivar cebada es necesario que la condición física del suelo tenga las siguientes características.

- Una estructura granular, que permita la aireación y el movimiento del agua en el suelo.
- Un perfil de tierra cultivable de hasta unos 30 cm para un enraizamiento adecuado.
- Que no sea susceptible a la formación de costras que dificulten la germinación
- Y lo más principal que tenga suficiente materia orgánica.
- La cebada crece bien en suelos con un pH de 7-8

Robles (1981), señala que este cultivo se adapta a muy diversos tipos de climas y suelos, se ha reportado como tolerante a la alcalinidad, los mejores rendimientos se obtienen en suelos con buen drenaje, profundos y con un pH de 6 – 8.5.

INFO-AGRO (2007), indica que la cebada prefiere tierras fértiles y tiene buenas producciones en suelos poco profundos y pedregosos, no le va bien en terrenos demasiado arcillosos y tolera bien suelos salinos, los suelos compactos no son buenos para la germinación y las primeras etapas de su crecimiento.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica

El presente trabajo se llevó a cabo en la población de Khasa Achuta, comunidad que pertenece al municipio de Tiahuanaco. Correspondiente a la tercera Sección Municipal de la Provincia Ingavi del Departamento de La Paz. Ubicada a 86 km de la ciudad de La Paz. (Figura 2).

Geográficamente se encuentra entre los paralelos. 16°27' y 16° 40' latitud Sur, 68°35' y 68°57' longitud Oeste. La altitud promedio es de 3840 m.s.n.m., y comprende una extensión territorial de 640.1 km², (Montes de Oca, 1997).

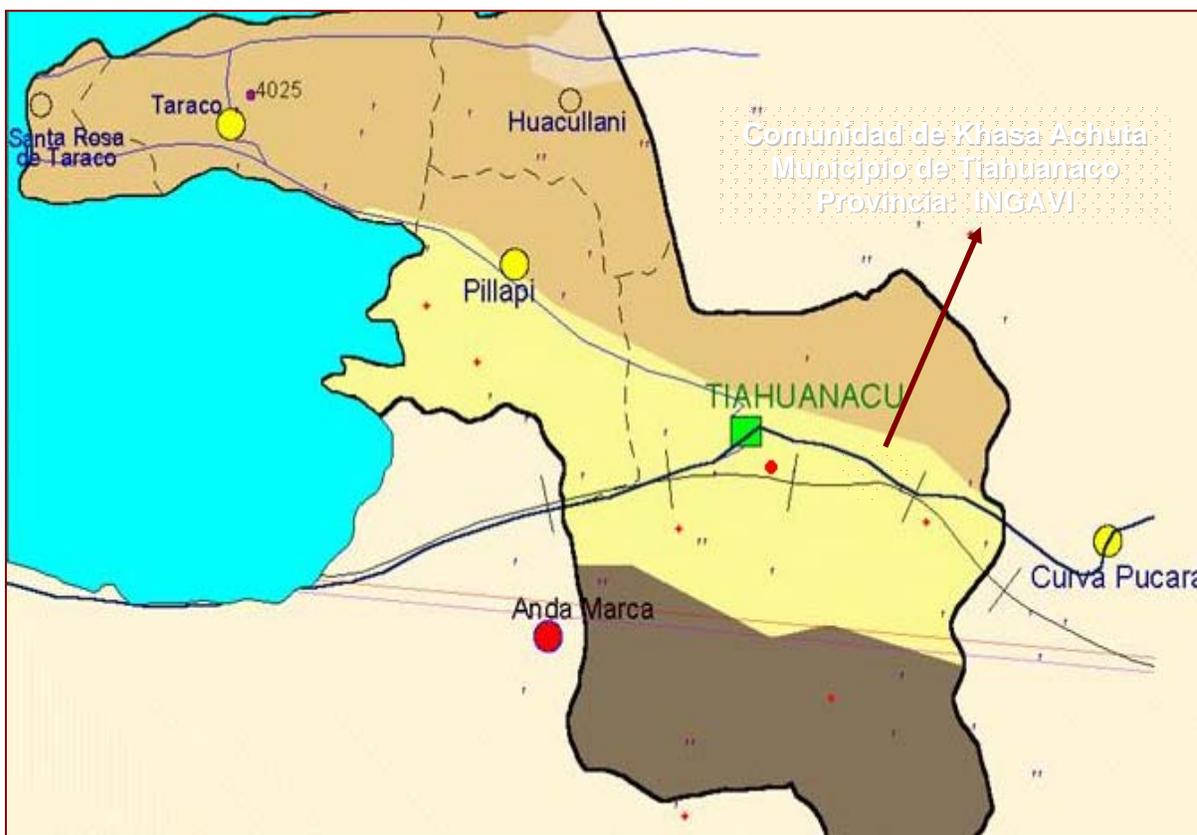
3.2 Características Ecológicas

3.2.1 Clima

La zona cuenta con un promedio de temperatura media de 7.8 °C, con una máxima de 22 °C y una mínima de -2 °C, con una precipitación promedio de 626 mm/año, la velocidad del viento fluctúa entre 2 a 5 nudos (SENAMHI 1993 citado por Mamani 1994).

3.2.2 Suelos

Los suelos presentan una profundidad de capa arable con una textura de franco arenoso a arcillo limoso, pobres en materia orgánica (Mamani 1994).



Fuente: (UDAPE, 2003)

Figura 1. Mapa de localización del Municipio de Tiahuanaco

3.2.3 Vegetación y cultivos

La zona presenta una escasa cobertura con predominación de vegetación nativa siendo los principales especies como: Papa, oca, cebada, quinua, haba, etc. Esta vegetación generalmente crece durante la época lluviosa a partir del mes de Noviembre, entre las especies nativas se mencionan: paja brava (*Festuca orthophyla*), totorilla (*Cyprus sp*), ichu (*Stipa ichu*), reloj-reloj (*Erodium cicutarium*), mostaza (*Brassica alba*). (Rojas,2000)

3.2.4 Fauna

La fauna local se halla representada por animales domésticos como: *Bos taurus* (bovino) y *Ovis aries* (ovino); por otro lado existe crianza de ganado bovino lechero y el ganado ovino en general, con una producción en leche, carne y lana, en la zona también se introdujeron nuevas especies de ganado bovino para la producción de leche (Atlas Estadísticos de Municipios de Bolivia, 2000).

3.2.5 Economía

La principal actividad económica de los agricultores de la zona, es generada por la producción ganadera y la consecuente comercialización de sus productos derivados (leche, queso). La actividad agrícola es considerada como secundaria por las limitantes por causa de factores climáticos adversos (heladas, sequía y bajas temperaturas), además de los bajos precios de los productos agrícolas en el comercio interno de estas regiones.

3.3 Material de campo

Material vegetal:

El material biológico utilizado fué cebada (*Hordeum vulgare L.*) variedad IBTA 80 para este trabajo de investigación.

Esta variedad tiene altos rendimientos promedios en Materia Seca es de 5.2 t /ha y en semillas es de 3.2 t/ha (CIF, 1993). Así como por su adaptabilidad a diferentes ecorregiones. Dentro las características de esta variedad IBTA 80 se tienen: maduración fisiológica intermedia de 90 días, la altura de la planta alcanza a 0.94 m

caracterizándose como moderado, el grado de formación de macollos. Su coloración es verde intenso.

Material orgánico:

Como material orgánico se utilizó estiércol de oveja, el mismo que fue sometido a un periodo de descomposición este abono orgánico se aplico por surcos uniformemente en el terreno antes de la siembra.

3.4 Material de laboratorio

Balanza analítica para el peso de las muestras

3.5 Metodología

La metodología del trabajo se desarrollo de acuerdo a las siguientes actividades:

3.5.1 Muestreo del suelo

Se recolectó muestras a 20 cm de profundidad por el método de zigzag, las cuales fueron nivelados para tener una muestra representativa y sometida a un análisis físico químico (Chillon 1994).

3.5.2 Preparación del terreno

La preparación del terreno es muy importante para la obtención de una buena cosecha, se realizo el roturado y nivelado del suelo con un tractor por el tamaño del área experimental.

3.5.3 Abonamiento

Luego de preparar el terreno, se procedió a aplicar el abono orgánico (estiércol de ovino) la aplicación se realizó a chorro continuo distribuyendo el material por toda la unidad experimental de acuerdo a los niveles de abonamiento.

4.5.4 Siembra

La siembra se realizó la segunda semana de enero del 2005 en forma directa con la técnica a chorro continuo a una profundidad superficial igual al doble del tamaño de la semilla se utilizó densidades de siembra de 60, 100, 140 kg/ha, respectivamente.

3.5.5 Labores culturales

Entre las labores culturales realizadas están: el desmalezamiento que se realizó una vez por mes cuidando en todo el desarrollo de la planta debido a que las malezas atacan fuertemente al cultivo existiendo una gran competencia por agua y nutrientes.

3.5.6 Muestreo de las plantas

Para esta actividad, se escogió del centro de cada unidad experimental cinco plantas al azar como muestras para la toma de datos y medición de las variables en las unidades experimentales, esto para evitar el efecto de bordura.

3.5.7 Cosecha

La cosecha (corte), se realizó en forma manual con la ayuda de hoces, cuando el cultivo se encontraba con el 50 % de humedad en grano lechoso, lo que nos indica

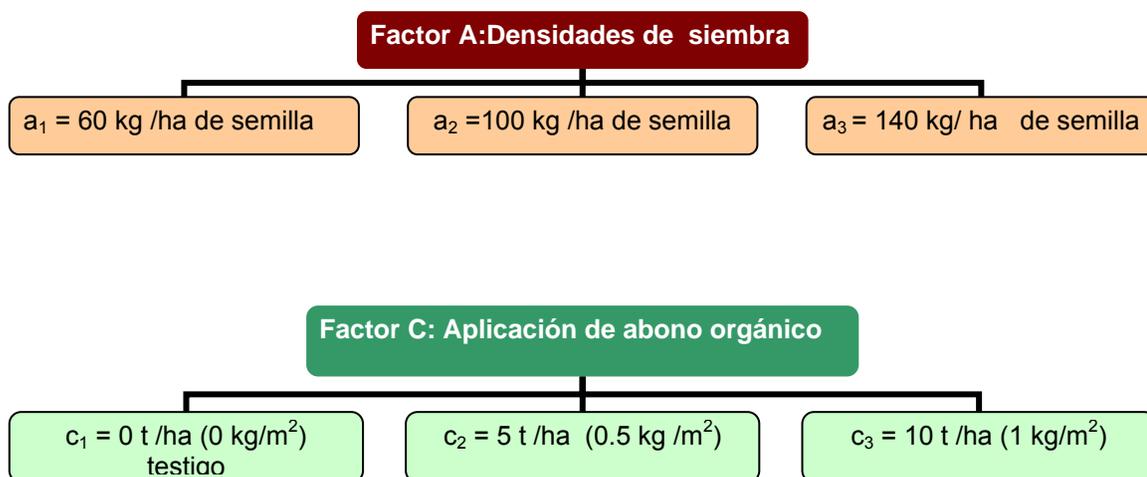
que esta lista para la cosecha, en primera instancia a la cosecha de un metro cuadrado (para la muestra de materia verde), luego se cosecho el total de los bloques.

3.5.8 Secado de la muestra

Luego se procedió al pesaje de la materia verde utilizando una balanza y se procedió al secada en forma natural

3.5.9 Factores de estudio

Los factores que se utilizaron en el presente trabajo fueron dos: densidades de siembra y niveles de abono orgánico



3.5.10 Diseño experimental

Se utilizó el diseño estadístico de bloques completos al azar con. Parcelas divididas, porque las condiciones del terreno presentan pendiente de 2 % de dirección Este a Oeste. Por tanto tiene mayor importancia el tratamiento en subparcelas, es decir la aplicación de niveles de abono orgánico y con menor importancia al estudio de las densidades por lo que se colocó en parcelas grandes o principal, las diferencias entre bloques, también al mejor y más fácil manejo del factor abono orgánico en sub. Parcelas y en parcela grande el factor densidades (Calzada, 1970).

Modelo lineal aditivo:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \varepsilon_a + \varphi_k + (\alpha \varphi)_{ik} + \varepsilon_{bijk}$$

Donde:

Y_{ij}	= Una observación cualquiera
μ	= Media general
β_j	= Efecto del j-ésimo bloque
α_i	= Efecto del i-ésimo abono orgánico
ε_a	= Error de parcela principal
φ_k	= Efecto del k-ésima densidad de siembra
$(\alpha \varphi)_{ik}$	= Interacción del i-ésimo abono orgánico con el k-ésima densidad de siembra
ε_{bijk}	= Error de sub parcela error principal.

3.5.11 Formulación de tratamientos

El cuadro 2 muestra los tratamientos del ensayo

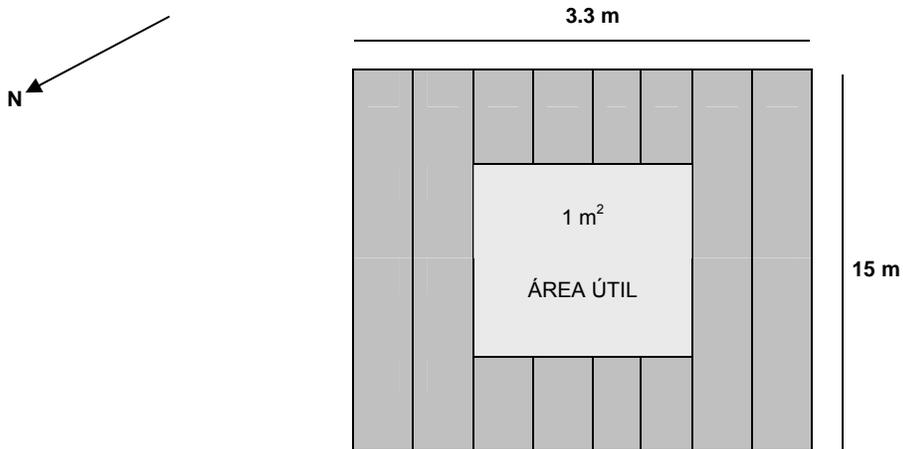
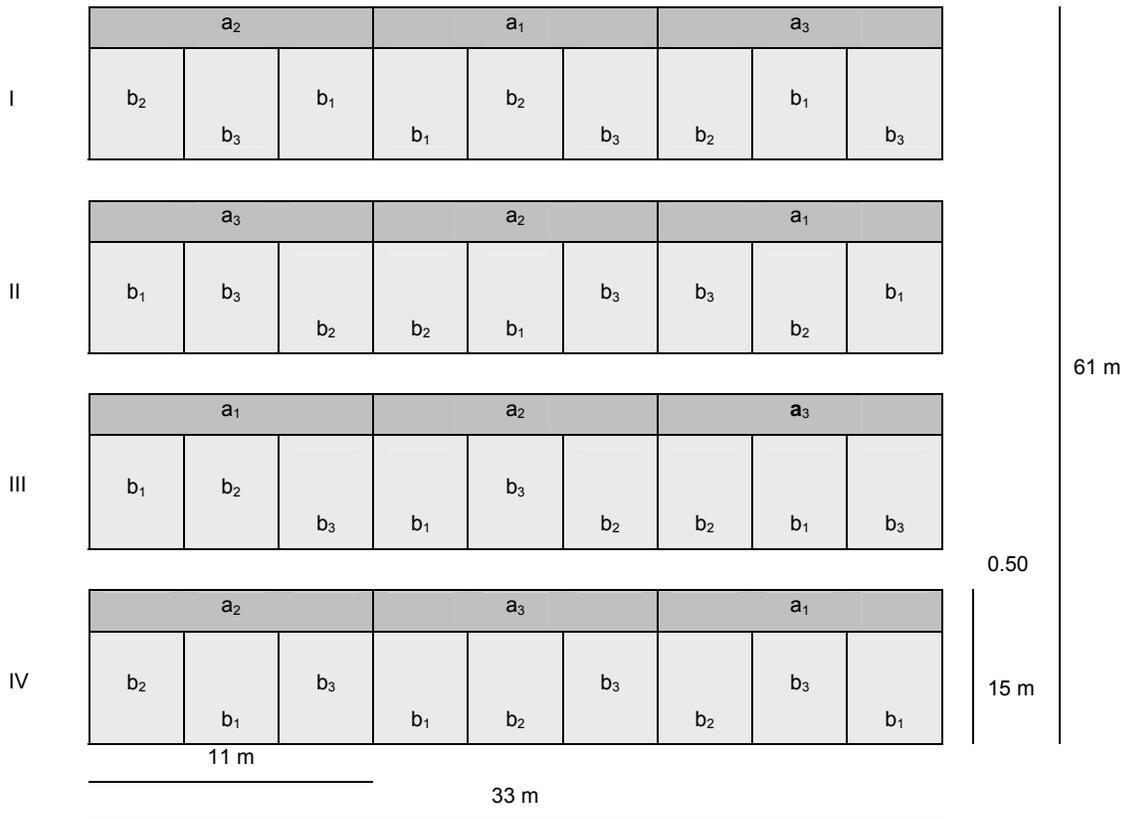
Cuadro 2. Tratamientos resultantes del arreglo en parcelas divididas

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
$T_1 = a_1c_1$	Densidad de siembra 60kg/ha sin la aplicación de abono orgánico (testigo)
$T_2 = a_1c_2$	Densidad de siembra 60 kg/ha con 5 t/ha de abono orgánico, una sola aplicación en la siembra
$T_3 = a_1c_3$	Densidad de siembra 60 kg/ha con 10t/ha de abono orgánico. Una sola aplicación en la siembra
$T_4 = a_2c_1$	Densidad de siembra 100 kg/ha sin la aplicación de abono orgánico
$T_5 = a_2c_2$	Densidad de siembra 100 kg/ha con 5 t/ha de abono orgánico.
$T_6 = a_2c_3$	Densidad de siembra 100 kg/ha con 10t /ha de abono orgánico
$T_7 = a_3c_1$	Densidad de siembra 140 kg/ha sin aplicación de abono orgánico
$T_8 = a_3c_2$	Densidad de siembra 140 kg/ha con 5 t /ha de abono orgánico
$T_9 = a_3c_3$	Densidad de siembra 140 kg/ha con 10t /ha de abono orgánico

3.5.12 Dimensiones de las unidades experimentales

Largo del campo experimental	61 m
Ancho del campo experimental	33 m
Área total experimental	1985 m
Área de cada bloque	495 m ²
Área de unidad experimental	165 m ²
Número de bloques	4
Número de surcos subparcela	10
Número de surcos por parcela grande	30
Número de tratamientos	36
Distancia entre surcos	0.50 m

Croquis de la unidad experimental y área útil



3.5.13 Variables de respuesta

3.5.13.1 Variables agronómicas

Se selecciono cinco plantas al azar de cada sub-parcela de los surcos centrales

Altura de planta (cm)

Esta variable se determino, tomando la longitud en (centímetros) desde la base del tallo principal hasta la punta de la espiguilla, con la ayuda de una cinta métrica, se realizó semanalmente, registrando cinco plantas muestreadas en los diferentes bloques. Dichas medidas se realizaron durante todo el desarrollo del estudio

Número de hojas

Se realizó el conteo de las hojas de todas las muestras escogidas al azar desde el momento de la emergencia, hasta el momento de la cosecha y se calcula el área foliar.

Número de macollos

El recuento de los macollos se realizó en el estadio del crecimiento de la planta, desde la aparición del 50% de macollos en la parcela hasta la cosecha.

Índice de área foliar (cm²/m²)

Las plantas se dispusieron por tamaño pequeños, medianos y grandes donde se extrajo cinco plantas para luego dibujar la hoja de la cebada en el papel milimetrado, que esta graduada y se delimito el contorno.

Rendimiento en materia verde

Para determinar el rendimiento de materia verde fue cosechado un metro cuadrado de todos los tratamientos en cada unidad experimental, se procedió al pesaje de la materia verde, para el mismo se utilizó una balanza de reloj, los pesos obtenidos fueron expresados en términos de t /ha.

$$\% \text{ MS} = \text{MS/MV} \times 100$$

Materia seca

Se determinó el rendimiento de materia seca considerando todas las plantas cosechadas por metro cuadrado de todos tratamientos, para el secado se colocaron a la sombra en un lugar ventilado para obtener un buen secado

3.5.13.2 Variables fenológicas:

Número de días a la emergencia:

Se contabilizó cuando el 50 % de las plantas de los distintos tratamientos emergieron coincidiendo con la aparición de las tres primeras hojas. Esto sucedió a los 8 días

después de la siembra, pero hubo variaciones de acuerdo a los distintos tratamientos.

Número de días al macollamiento

Se tomaron datos en el momento en que el cultivo presentaba un 50 % de macollamiento.

Número de días al espigamiento

Se tomaron datos cuando el 50 % de las plantas tenían formación de la espiguilla, a los 94 días aproximadamente.

3.5.14 Análisis de costos parciales de producción.

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

Beneficio bruto:

Relación que resulta del producto del rendimiento promedio por tratamiento con el precio ajustado, y cuya ecuación esta representada por:

$$BB = R * P$$

Donde:

BB = Beneficio Bruto

R = Rendimiento Promedio por tratamiento

P = Precio del producto Ajustado

Beneficio neto (utilidad del cultivo):

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

$$BN = BB - TC$$

Donde:

BN = Beneficio neto

BB = Beneficio Bruto

TC = Total Costos Variables de producción

Tasa de Retorno Marginal (TRM):

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

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

Donde:

TRM = Tasa de retorno marginal

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

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

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

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

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Datos meteorológicos

Los datos agroclimáticos consisten en la temperatura, precipitación y humedad relativa estos datos meteorológicos de Tiahuanaco años 2005-2006 en el cual se realizó el presente estudio.

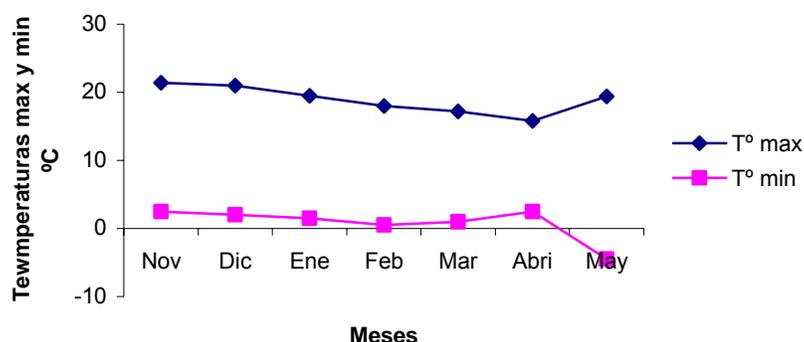


Figura 2. Temperaturas máximas y mínimas del Municipio de Tiahuanaco

En la figura 2, se observa la temperatura máxima de 21.0 y 19.4 °C respectivamente en los meses de Diciembre y Mayo y las temperatura mínima en el mes de mayo con -4 °C como se puede observar que la temperatura favoreció en la germinación del cultivo en la ultima semana de enero, pero luego fue descendiendo en los últimos meses como se puede observar en el mes de abril y mayo presentando heladas lo cual fue perjudicial para el cultivo, dañando las hojas de la planta no dejando así concluir el desarrollo vegetativo de la planta. Al respecto Mariscal (1992), indica que las temperaturas bajas retardan el desarrollo de las plantas, mientras que las altas lo aceleran y acortan el ciclo vegetativo de las plantas.

En la figura 3, se puede observar la precipitación ocurrida durante este periodo la mayor precipitación se registró en los meses de Enero, Febrero con 70.9 y 130.9 mm respectivamente, estas precipitaciones influenciaron para una mayor humedad en el

ambiente, pero fue descendiendo en los meses siguientes, la planta necesita bastante agua durante la formación del grano y la deficiencia de lluvia afecto al desarrollo del cultivo.

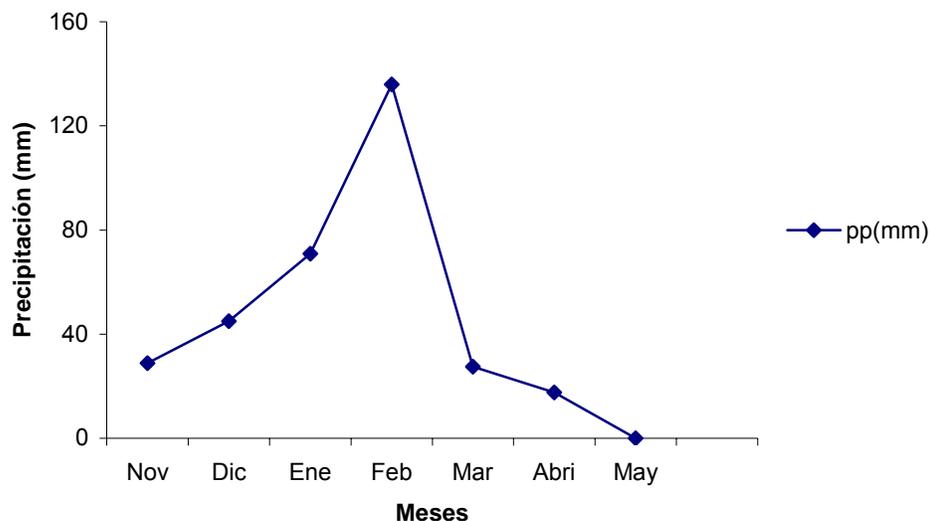


Figura 3 Precipitación (mm) del Municipio de Tiahuanaco

Al respecto Bernal (1986) citado por Quispe (1999), sostiene que una adecuada cantidad de agua de 600 mm de agua durante el año suministrada al suelo favorece a la semilla para iniciar su germinación y posteriormente la emergencia.

4.2 Análisis de suelo

El cuadro 3 muestra las características físico- químico del suelo que se estableció en el ensayo. Nos muestra los rangos de clasificación según (Chilón, 1997), menciona que el área de estudio presenta las siguientes características: textura Franco Arcilloso (FY), con predominancia de limo 47 %, seguido de arcilla 31% y arena 22%.

Cuadro 3. Análisis físico – químico del suelo para el cultivo de cebada

Nº Lab	Codigo	Arena %	Arcilla %	Limo %	Grava %	Clase textura	Carbon. libres	pH agua 1.5	pH Kcl 1.5	C.E. mS/cm 1.5	
270/20	Muestra Sº	22	31	47	0.2	Fy	PP	7.19	7.10	2.50	
	Cationes de cambio (meq/100 gr Sº)										
Perfil	Al + H	Ca ++	Mg ++	Na +	K +	TBI	CIC	Saturación	M.O.	N	P
Cm								Bases		Total	Asimilable
								%	%	%	ppm
0 - 25	0.18	21.02	1.42	0.30	0.62	23.36	23.54	99.24	2.25	0.12	11.78

FUENTE: Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear. IBTEN 2004

El análisis muestra que el suelo posee un pH neutro 7.19, por lo tanto es adecuado para los cultivos. El contenido total de nitrógeno es 0.12 % que es muy bajo y la materia orgánica es 2.25 %, el cual contribuye también aflojar el suelo y retener el agua, tiene un C.I.C. de 23.54 meq/100gr, donde el tipo de arcillas y la materia orgánica generan una alta capacidad de intercambio catiónico, el contenido de materia orgánica presente se atribuye a que el suelo se encontraba en etapa de descanso, esto es bueno para el cultivo proporciona más nutrientes a la planta.

4.3 Variables fenológicas

Utilizando el método y procedimientos experimentales anteriormente descritos, se procedió a la determinación de las características fenológicas y la evaluación estadística de los mismos. Se analizaron las siguientes variables, días a la emergencia, días al macollamiento y días al espigamiento.

4.3.1 Días a la Emergencia

En el cuadro 4 los promedios de días de emergencia por tratamiento con diferentes densidades y niveles de abono orgánico.

Cuadro 4. Promedios de días a la emergencia en el cultivo de cebada

TRAT.	FACTOR A DENSIDADES	FACTOR B NIV. DE ABONO	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	PROMED. x
T ₁	a1 = 60 kg/ha	c1 = 0 t/ha	15	15	14	16	15.0
T ₂		c2 = 5 t/ha	14	16	15	15	15.0
T ₃		c3 = 10 t/ha	16	14	15	14	14.7
T ₄	a2 = 100 kg/ha	c1 = 0 t/ha	16	16	16	14	15.5
T ₅		c2 = 5 t/ha	15	15	15	15	15.0
T ₆		c3 = 10 t/ha	16	15	15	15	15.2
T ₇	a3 = 140 kg/ha	c1 = 0 t/ha	15	16	15	15	15.2
T ₈		c2 = 5 t/ha	15	16	15	16	15.5
T ₉		c3 = 10 t/ha	16	16	16	16	16.0

El cuadro 4 en relación al análisis de días a la emergencia, donde las diferencias de los nueve tratamientos no son notorias con un promedio de 15 días para todo el experimento, esto se debe a las condiciones apropiadas como humedad por las precipitaciones que se dieron durante los meses de enero y febrero (figura 3)

En el cuadro 5 el análisis de varianza para días a la emergencia, muestra que no existen diferencias significativas entre bloques por lo que se puede afirmar que las condiciones de experimentación fueron homogéneas para todo el experimento.

Cuadro 5 Análisis de varianza para días a la Emergencia

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>F	
Bloque	3	0.75	0.25	0.75	0.56	NS
Densidad (A)	2	0.78	0.59	0.75	0.07	NS
Bloque*Densd (Ea)	6	2.00	0.33			
Niv de Abono (C)	2	0.16	0.38	0.16	0.70	NS
Densd*Niv (A*C)	4	1.66	0.41	0.79	0.85	NS
Error (Eb)	18	9.50	0.52			
Total	35					

CV = 4.76

El análisis de varianza en la variable días a la emergencia registro un coeficiente de variación de 4.76 % indicando que los datos son confiables por encontrarse por debajo del 30% que es el rango permitido (Calzada, 1970). Se puede observar que en los valores del análisis realizado de días a la emergencia, muestra que no existen diferencias significativas en densidad de siembra, en nivel de abonamiento ni en interacción densidad por nivel de abono orgánico lo que nos indica que no existe dependencia entre estos dos factores.

4.3.2. Días al Macollamiento

En el cuadro 6 los promedios de días al macollamiento por tratamiento con diferentes densidades y niveles de abono orgánico.

Cuadro 6. Promedios de días al macollamiento en el cultivo de cebada

TRAT.	FACTOR A DENSIDADES	FACTOR B NIV. DE ABONO	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	PROMED. x
T ₁	a1 = 60 kg/ha	c1 = 0 t/ha	18	19	18	18	18.2
T ₂		c2 = 5 t/ha	20	21	19	19	20.0
T ₃		c3 = 10 t/ha	20	19	19	19	19.2
T ₄	a2 = 100 kg/ha	c1 = 0 t/ha	19	18	18	19	18.5
T ₅		c2 = 5 t/ha	21	21	20	20	20.5
T ₆		c3 = 10 t/ha	20	19	20	20	19.7
T ₇	a3 = 140 kg/ha	c1 = 0 t/ha	18	18	18	17	18.0
T ₈		c2 = 5 t/ha	20	20	19	20	19.7
T ₉		c3 = 10 t/ha	19	20	20	20	19.7

En el cuadro 6 en relación al análisis de días al macollamiento donde las diferencias de los nueve tratamientos no son notorias con un promedio de 19 días para todo el experimento, esto se debe a que las densidades y la materia orgánica no influyeron en el inicio del macollamiento debido a que los valores fueron similares para todos los tratamientos.

En el cuadro 7, el análisis de varianza para días al macollamiento, muestra que no existen diferencias significativas entre bloques, por lo que se puede afirmar que las condiciones de experimentación fueron homogéneas para todo el experimento.

Cuadro 7. Análisis de varianza para días al Macollamiento

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>F	
Bloque	3	0.22	0.07	0.35	0.79	NS
Densidad (A)	2	0.38	0.19	0.76	0.05	NS
Bloque*Densd (Ea)	6	1.27	0.21			
Niv de Abono (C)	2	0.38	0.19	0.78	0.47	NS
Densd*Niv (A*C)	4	0.44	0.11	0.44	0.77	NS
Error (Eb)	18	4.50	0.25			
Total	35					

CV = 2.57

El análisis de varianza de la variable días al macollamiento registró un coeficiente de variación de 2.57%, indicando que los datos son confiables por encontrarse por debajo del 30% que es el rango permitido (Calzada, 1970). Se puede observar que en los valores del análisis realizado de días al macollamiento, no existen diferencias significativas en la densidad de siembra, en nivel de abono orgánico ni en la interacción densidad por nivel de abonamiento lo que nos indica que no existe dependencia entre estos dos factores.

4.3.3 Días al Espigamiento

En el cuadro 8 de los días al espigamiento por tratamiento con diferentes densidades y niveles de abono orgánico.

Cuadro 8. Promedios de días al espigamiento en el cultivo de cebada

TRAT.	FACTOR A DENSIDADES	FACTOR B NIV. DE ABONO	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	PROMED. x
T ₁	a1 = 60 kg/ha	c1 = 0 t/ha	85	82	80	79	81.5
T ₂		c2 = 5 t/ha	88	84	82	85	85.0
T ₃		c3 = 10 t/ha	89	85	83	82	85.0
T ₄	a2 = 100 kg/ha	c1 = 0 t/ha	82	88	85	83	84.0
T ₅		c2 = 5 t/ha	87	89	88	88	88.0
T ₆		c3 = 10 t/ha	81	87	90	88	86.5
T ₇	a3 = 140 kg/ha	c1 = 0 t/ha	80	85	80	82	82.0
T ₈		c2 = 5 t/ha	87	85	80	81	83.3
T ₉		c3 = 10 t/ha	80	82	85	81	82.0

En el cuadro 8 en relación al análisis de días al espigamiento, donde las diferencias de los nueve tratamientos no son notorias el número de días al espigamiento fue mayor para los tratamientos con materia orgánica y las diferentes densidades, debido a que alcanzaron mayor grado de desarrollo a diferencia de los tratamientos que no tuvieron materia orgánica.

En el cuadro 9, el análisis de varianza para días al espigamiento, muestra que no existen diferencias significativas entre bloques, por lo que se puede afirmar que las condiciones de experimentación fueron homogéneas para todo el experimento.

Cuadro 9. Análisis de varianza para días al Espigamiento

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>F	
Bloque	3	14.75	4.91	0.31	0.81	NS
Densidad (A)	2	113.38	56.69	3.61	0.09	*
Bloque*Densd (Ea)	6	94.16	15.59			
Niv de Abono (C)	2	54.88	27.49	5.38	0.01	*
Densd*Niv (A*C)	4	14.61	3.65	0.72	0.59	NS
Error (Eb)	18	91.83	5.10			
Total	35					

CV = 2.68 %

El análisis de varianza en la variable días al espigamiento registro un coeficiente de variación de 2.68 % indicando que los datos son confiables por encontrarse por debajo del 30 % que es el rango permitido (Calzada 1970). Se puede observar que

en los valores del análisis realizado de días al espigamiento muestra que existen diferencias significativas en densidad de siembra y nivel de abono orgánico y no así en densidad por nivel de abonamiento por lo que se puede afirmar que no existe dependencia entre estos dos factores.

4.3.3.1 Efecto de las densidades de siembra en días al Espigamiento

En el análisis de varianza de espigamiento presenta diferencias entre densidades de siembra, mediante la Prueba de Duncan se observa diferencias significativas lo que se muestra en el cuadro 10.

Cuadro 10. Prueba de Duncan para días al espigamiento

nivel	Media (días)	Duncan ($\alpha=0.05$)
a ₂ (100kg/ha)	85.5	a
a ₁ (60 kg/ha)	85.0	a
a ₃ (140kg/ha)	82.3	b

Los tratamientos con la densidad de siembra a₁ y a₂ (60 y 100) kg/ha, respectivamente presentó promedios de 85.8 y 86.5 días al espigamiento, la última densidad de a₃ (140 kg/ha) con un promedio de 82.3 días al espigamiento, esta diferencia se debió debido a que las menores densidades por tener un menor número de plantas aprovechó mejor los nutrientes del suelo.

En la figura 4, se observa las diferencias de las densidades de siembra como se puede observar que las menores densidades aprovecharon mejor la disponibilidad de agua, luz y nutrientes.

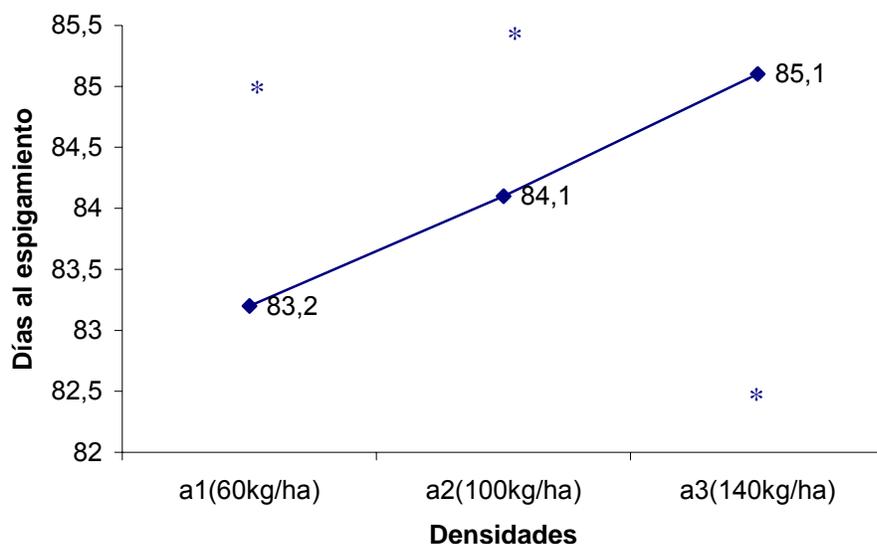


Figura 4, Densidad de siembra en días al espigamiento

SEFO (1990), recomienda una densidad de siembra debido a la precocidad en terrenos de temporal entre 80 a 100 kg/ha aprovechando las precipitaciones de lluvia en suelos donde anteriormente se sembró papa o algún otro cultivo.

La misma figura, muestra el ajuste de días al espigamiento mediante regresión lineal, el coeficiente de correlación es de $r = 0.92$, este valor nos indica que existe una correlación positiva lineal entre días al espigamiento y la densidad de siembra, lo que nos demuestra que a mayores densidades existe un incremento en días al espigamiento, lo que significa un periodo en el cual el espigamiento ocurre mucho más tarde por tener un menor número de plantas y un mejor aprovechamiento.

4.3.3.2 Efecto de los niveles de abono orgánico en días al Espigamiento

El análisis de varianza muestra las diferencias significativas en los niveles de abono orgánico, esto se debió a que los tratamientos con aplicación de materia orgánica que favorecieron al cultivo.

Cuadro 11. Prueba de Duncan para días al espigamiento

nivel	Media (días)	Duncan ($\alpha=0.05$)
c ₂ (5 t /ha)	85.5	a
c ₃ (10 t /ha)	84.4	a
c ₁ (0 t /ha)	82.5	b

El cuadro 11 muestra que el tratamiento con nivel de abono orgánico c₂ (5 t /ha), con un promedio de 85.5 días al espigamiento sobre el tratamiento con nivel de abono orgánico c₁ (0 t/ha) registrando 82.5 días al espigamiento, esta diferencia se debe a la aplicación de la materia orgánica ya que prolongó el espigamiento en la planta y los tratamientos que no contaron con materia orgánica que espigaron en menos días.

En la figura 5, se puede observar diferencias entre los niveles de abono orgánico donde el nivel c₂ se da un espigamiento en más tiempo, lo que confirma que la incorporación de materia orgánica retrasa el desarrollo de la planta. Se puede indicar que las bajas temperaturas y la ocurrencia de las primeras heladas que ocurrieron a finales de mes de abril y principios de mayo, no se pudo llegar a la fase de formación de grano lechoso que era la fase establecida en la cual debería ser cosechada, por que las heladas empezaron a quemar las hojas en el cultivo.

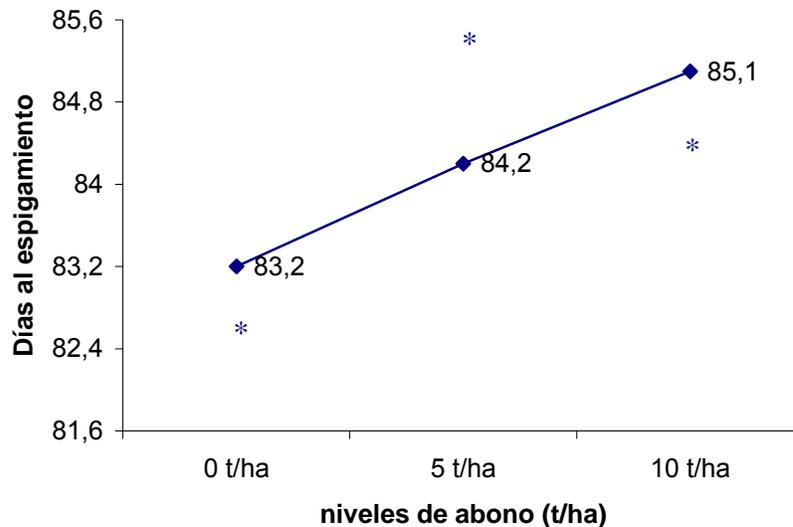


Figura 5, Niveles de abono orgánico en días al espigamiento

Al respecto Rodríguez (1991) mencionado por Ticona (2005), indica que existen algunas reacciones fisiológicas en el ciclo de vida de la planta, que afecta el crecimiento que esta limitado por condiciones desfavorables y la sincronización de la floración es apenas originada por un factor ambiental como el principal controlador, pudiendo modificar su acción (luz, temperatura y agua).

La misma figura 5, muestra el ajuste de días al espigamiento mediante regresión lineal el coeficiente de correlación es de $r = 0,90$, este valor nos indica que existe una correlación positiva lineal entre días al espigamiento y niveles de abono orgánico, esto nos muestra que a mayor incremento de materia orgánica mayor será los días al espigamiento

4.4 Variables Agronómicas

4.4.1 Altura de planta

El cuadro 12 presenta los promedios de altura de planta (cm) por tratamiento con diferentes densidades y niveles de abono orgánico

Cuadro 12 Promedios de altura de planta

TRAT.	FACTOR A DENSIDADES	FACTOR B NIV. DE ABONO	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	PROMED. x
T ₁	a1 = 60 kg/ha	c1 = 0 t/ha	59.0	60.0	68.2	57.2	61.1
T ₂		c2 = 5 t/ha	60.2	73.1	69.6	78.3	70.3
T ₃		c3 = 10 t/ha	66.0	68.2	60.4	59.2	63.5
T ₄	a2 = 100 kg/ha	c1 = 0 t/ha	49.1	74.0	64.8	69.0	64.2
T ₅		c2 = 5 t/ha	64.1	69.0	78.2	94.8	76.5
T ₆		c3 = 10 t/ha	75.0	71.0	66.0	65.6	69.4
T ₇	a3 = 140 kg/ha	c1 = 0 t/ha	58.6	53.9	55.8	62.8	57.7
T ₈		c2 = 5 t/ha	59.0	68.0	60.6	70.2	64.5
T ₉		c3 = 10 t/ha	57.0	52.0	55.2	66.5	58.0

En relación al análisis de altura de planta (cm) se encontró que el mayor valor promedio de altura de planta corresponde al tratamiento T₅ con 76.5 cm, seguido del tratamiento T₂ con 70.3 cm, ambos valores responden al empleo de una adecuada densidad de siembra (60 y 100) kg/ha respectivamente y el empleo y aplicación de abono orgánico (5 t/ha) una forma de proporcionar mayores nutrientes a las plantas. La menor altura fue del tratamiento T₇ con 57.7 cm cabe destacar que este tratamiento no se aplica ningún abono orgánico, además de establecer mayores densidades de siembra.

En el cuadro 13, el análisis de varianza para altura de planta muestra que si existen diferencias significativas entre bloques, por lo que se puede afirmar que las condiciones de experimentación no fueron homogéneas.

Cuadro 13. Análisis de Varianza para Altura de Planta

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>F	
Bloque	3	139.68	46.56	1.71	0.20	NS
Densidad (A)	2	999.14	499.57	18.34	0.01	*
Bloque*Densd (Ea)	6	105.51	17.58			
Niv de Abono (C)	2	519.50	259.75	9.53	0.01	*
Densd*Niv (A*C)	4	83.44	30.86	0.77	0.56	NS
Error (Eb)	18	490.39	27.24			
Total	35					

CV = 7.93 %

El análisis de varianza de altura de planta, registra un coeficiente de variación de 7.93 %, esto demuestra que los datos son confiables por encontrarse por debajo del 30 % que es el rango permitido (Calzada, 1970). Se puede observar que en los valores del análisis realizado, presenta significancia en densidades y nivel de abonamiento.

4.4.1.1 Efecto de las densidades de siembra en altura de planta (cm)

Con respecto a las densidades de siembra se encuentran diferencias en la altura de planta, mediante la prueba de Duncan se observa diferencias significativas lo que se muestra en el cuadro 14.

Cuadro 14. Prueba de Duncan para altura de planta

Nivel	Media (cm)	Duncan ($\alpha=0.05$)
a ₁ (60 kg/ha)	70.0	a
a ₂ (100kg/ha)	69.1	a
a ₃ (140kg/ha)	58.3	b

El tratamiento con densidad de a₁ (60kg/ha), se obtuvo una mayor altura por planta alcanzando a la cosecha que logro un media de 70.0 cm, seguida por la densidad a₂ (100 Kg /ha) con una altura de 69.1 cm por planta y con la densidad a₃ (140 Kg./ha) con una altura de 58.3 cm por planta lo que nos demuestra a mayores densidades existe mayor competencia de luz, agua, nutrientes y espacio físico.

En la figura 6, se observa el efecto de la densidad de siembra a menores densidades se obtienen mayores alturas esto se debe a que existe un mayor espacio entre plantas, mayor captación de luz y el efecto competitivo de las plantas es menor que a mayores densidades se produce una menor intensidad lumínica.

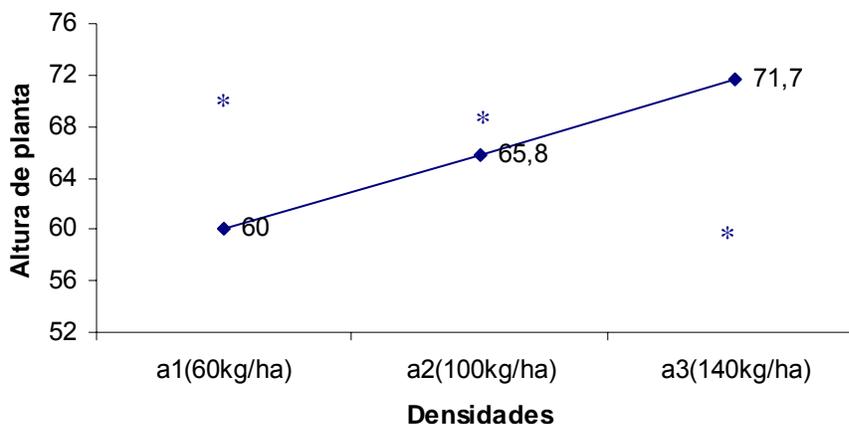


Figura 6. Densidad de siembra en altura de planta cm

Al respecto CIAT- ANAPO (1996) citado por Martínez (2001) menciona que las distancias entre plantas es uno de los factores más importantes para la obtención de altos rendimientos, señalando que a medida que se aumenta el espaciamiento entre plantas aumenta el rendimiento por planta.

La misma figura 6, muestra el ajuste de la altura de planta mediante regresión lineal, el coeficiente de correlación es de $r = 0.81$, este valor nos indica que no existe una correlación positiva lineal entre altura de planta y densidades de siembra, lo que nos demuestra que a medida que se va aumentando la densidad de siembra no existe incremento en la altura de planta

4.4.1.2 Efecto de los niveles de abono orgánico en la altura de planta (cm)

Con respecto a los niveles de abono orgánico se encuentran diferencias en altura de planta, mediante la prueba de Duncan se observa diferencias significativas lo que se demuestra en el Cuadro 15

Cuadro 15. Prueba de Duncan para altura de planta (cm)

Nivel	Media (cm)	Duncan ($\alpha=0.05$)
c ₂ (5 t /ha)	71.09	a
c ₃ (10 t /ha)	63.45	b
c ₁ (0 t /ha)	62.66	b

El tratamiento con nivel de abonamiento c₂ (5 t /ha), se obtuvo una mayor altura promedio de planta a la cosecha que logro 71.09 cm, sobre el tratamiento con nivel de abono orgánico c₁ (0 t /ha), registrando 62.66cm. Lo que se puede afirmar que la aplicación de abonos orgánicos aumenta la altura de planta y el incremento en el rendimiento del cultivo. Al respecto Willard (1992), menciona que la materia orgánica mejora la estructura física del suelo, mejor absorción del agua, mayor capacidad para retener el agua, menor erosión del suelo, menor formación de costras y terrones,

condiciones más favorables para la germinación de las semillas y mejores condiciones para el desarrollo y crecimiento de la raíz y la planta.

En la figura 7, se observa los efectos del abono orgánico obteniendo mayor altura en los tratamientos que se utilizó estiércol y no así en el testigo. La incorporación de materia orgánica al suelo tiene sus ventajas mejora la estructura del suelo, favorece a la aireación, existe mayor actividad biológica lo que incrementa la fertilidad del suelo.

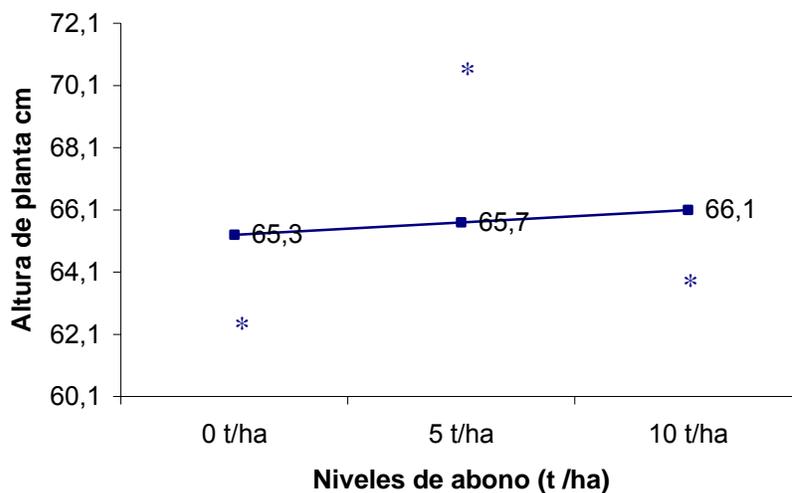


Figura 7. Niveles de abono orgánico en altura de planta cm

Al respecto Inra (2003), indica que mediante el abonado aumenta la fertilidad del suelo y se restituye los nutrientes extraídos por los cultivos y se quedan en el suelo mucho más tiempo que los artificiales

La misma figura 7, muestra el ajuste de altura de planta mediante regresión lineal, el coeficiente de correlación es de $r = 0.93$, este valor nos indica que existe una correlación positiva lineal entre la altura de planta y los niveles de abono, esto nos demuestra que a medida que se va aplicando mayor cantidad de materia orgánica mayor será la altura

4.4.2 Número de Hojas

El cuadro 16 presenta los promedios de número de hojas por tratamiento con diferentes densidades y niveles de abono orgánico.

Cuadro 16 Promedios de número de hojas del cultivo de cebada

TRAT.	FACTOR A DENSIDADES	FACTOR B NIV. DE ABONO	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	PROMED. x
T ₁	a1 = 60 kg/ha	c1 = 0 t/ha	21	21.4	15.8	13.0	17.8
T ₂		c2 = 5 t/ha	28	21.6	19.8	20.5	22.5
T ₃		c3 = 10 t/ha	20	19.6	19.0	21.2	19.9
T ₄	a2 = 100 kg/ha	c1 = 0 t/ha	29.0	22.2	17.5	19.4	22.0
T ₅		c2 = 5 t/ha	20.0	29.2	27.0	26.6	25.7
T ₆		c3 = 10 t/ha	19.0	20.2	27.6	20.6	21.8
T ₇	a3 = 140 kg/ha	c1 = 0 t/ha	15.0	21.8	16.2	18.6	17.9
T ₈		c2 = 5 t/ha	16.0	17.0	20.8	19.4	18.3
T ₉		c3 = 10 t/ha	13.6	13.4	19.1	15.5	15.4

En el cuadro 16 en relación al análisis de número de hojas, se encontró que el mayor valor promedio de número de hojas corresponde al tratamiento T₅ con 25.7 por planta, seguido del tratamiento T₂ con 22.5 hojas estos valores corresponde a una adecuada densidad de siembra de (60 y 100) kg/ha respectivamente, el número de hojas se atribuye a la característica de a densidades menores utilizadas tienen un mayor espaciamiento entre las plantas y se reduce la competencia para la captación de luz con disponibilidad de agua y nutrientes la planta es estimulada a una mayor formación de hojas y no así en las mayores densidades debido a que estas están más juntas y existe mayor competencia de espacio y alcanzarla luz para su proceso fotosintético

Se observa en el Cuadro 17, el análisis de varianza para el número de hojas muestra que no existen diferencias significativas entre bloques, por lo que se puede afirmar que las condiciones de experimentación fueron homogéneas para todo el experimento.

Cuadro 17, Análisis de varianza en número de hojas

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>F	
Bloque	3	0.14	0.04	0.29	0.82	NS
Densidad (A)	2	1.12	0.56	3.35	0.05	*
Bloque*Densd (Ea)	6	1.52	0.25			
Niv de Abono (C)	2	0.30	0.15	0.59	0.41	NS
Densd*Niv (A*C)	4	0.58	0.14	0.86	0.50	NS
Error (Eb)	18	3.03	0.16			
Total	35					

CV = 9.13 %

El análisis de varianza de número de hojas, registro un coeficiente de variación de 9.13 %, esto demuestra que los datos son confiables por encontrarse por debajo del 30 % que es el rango permitido (Calzada, 1970). Se puede observar que los valores del análisis realizado solo se encontraron significancia en densidad de siembra.

4.4.2.1 Efecto de las densidades de siembra en número de hojas

Con respecto a las densidades de siembra se encuentran diferencias en número de hojas por planta, mediante la prueba de Duncan se observan diferencias significativas lo que nos demuestra en el cuadro 18

Cuadro 18. Prueba de Duncan para número de hojas

nivel	Media	Duncan ($\alpha=0.05$)
a ₂ (100kg/ha)	22.6	a
a ₁ (60 kg/ha)	21.0	a
a ₃ (140kg/ha)	18.0	b

El tratamiento con densidad de a₂ (100 kg/ha), se obtuvo un mayor número de hojas por planta alcanzando a la cosecha que logro 22.6 hojas, seguida por la densidad a₁ (60 kg/ha) con 21 hojas por planta, y con la densidad de a₃ (140 kg/ha) con 18 hojas por planta. Así Mejia (2006) recomienda utilizar densidades de 70-100 kg/ha para trabajos con cebada, lo que se puede afirmar que a menores densidades se puede obtener mayor cantidad de hojas. Al respecto Serrano (1979), indica que la luz

favorece a la fotosíntesis fenómeno responsable del número de masa vegetal, actuando negativamente sobre el crecimiento en longitud de los tallos, favoreciendo en cambio al desarrollo de las hojas.

En la figura 8, se observa el efecto de las densidades de siembra a menores densidades se puede obtener un incremento mayor en el rendimiento del cultivo, con mayor densidad de semilla será mayor el número de plantas y tiene un espacio físico aéreo menor y mayor competencia de luz y agua y en densidades menores se aprovecha mejor los nutrientes.

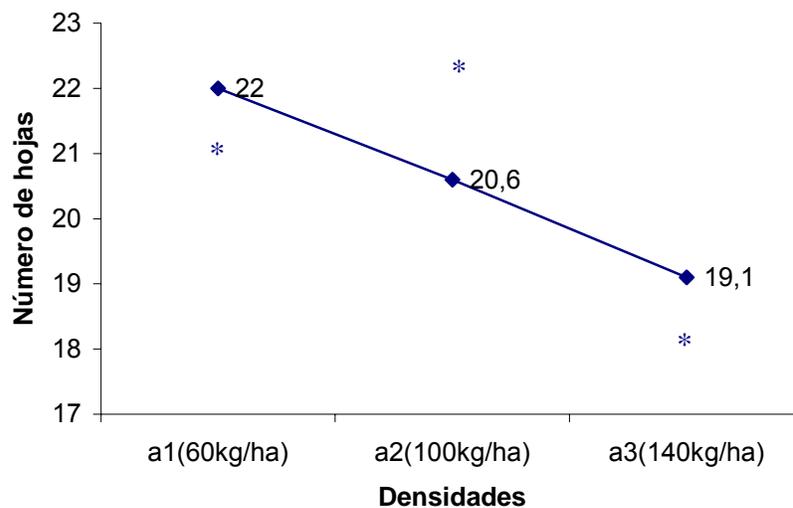


Figura 8. Densidad de siembra en número de hojas

Al respecto Ruiz (1993) citado por Tamayo (2002), indica que una alta población significa un efecto competitivo entre plantas por: luz, agua, nutrientes y espacio físico, tanto sobre la superficie como debajo, esta competencia se refleja en el tamaño de la planta así como en el número de frutos por planta.

La misma figura 8, muestra el ajuste de número de hojas mediante regresión lineal, el coeficiente de correlación es de $r = 0.95$, este valor nos indica que existe una correlación positiva lineal entre el número de hojas y la densidad de siembra, esto nos demuestra que a medida que se va aumentando la densidad menor será el número de hojas esto debido a que existe menor espacio físico y mayor competencia por luz y nutrientes

4.4.3 Numero de macollos por planta

El cuadro 19. Presenta los promedios de número de macollos por tratamiento con diferentes densidades y niveles de abono orgánico.

Cuadro 19. Promedios de número de macollos del cultivo de cebada

TRAT.	FACTOR A DENSIDADES	FACTOR B NIV. DE ABONO	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	PROMED. x
T ₁	a1 = 60 kg/ha	c1 = 0 t/ha	3.6	3.0	3.5	2.6	3.5
T ₂		c2 = 5 t/ha	4.5	3.9	3.8	3.7	4.1
T ₃		c3 = 10 t/ha	4.0	3.8	3.7	4.0	3.8
T ₄	a2 = 100 kg/ha	c1 = 0 t/ha	5.6	4.2	3.5	3.6	3.9
T ₅		c2 = 5 t/ha	3.9	5.5	5.1	5.0	4.8
T ₆		c3 = 10 t/ha	3.9	4.0	5.2	3.8	4.0
T ₇	a3 = 140 kg/ha	c1 = 0 t/ha	3.2	3.0	3.0	3.6	3.2
T ₈		c2 = 5 t/ha	3.0	2.8	3.8	3.9	3.3
T ₉		c3 = 10 t/ha	2.9	2.7	3.7	3.0	3.1

En el cuadro 19 en relación al análisis de número de hojas se encontró que el mayor valor promedio de número de hojas corresponde al tratamiento T₅ con 4.8 macollos por planta, seguido del tratamiento T₂ con 4.1 macollos por planta, estos valores responden a una adecuada densidad de siembra de (60 y 100) kg/ha respectivamente, esto se atribuye que a densidades menores existe mayor espacio físico y aéreo y existe menor competencia y a la adecuada incorporación de materia orgánica (5 t/ha), aquellos tratamiento que fueron aplicados materia orgánica tuvieron mayor número de macollos.

Se observa en el cuadro 20, el análisis de varianza para número de macollos por planta muestra que no existe diferencias significativas entre bloques por lo que se puede afirmar que las condiciones de experimentación fueron homogéneas para todo el experimento, pero si existe significancia en densidad y nivel de abono orgánico.

Cuadro 20. Análisis de varianza para número de macollos

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>F	
Bloque	3	0.27	0.09	0.22	0.88	NS
Densidad (A)	2	7.92	3.96	9.45	0.01	*
Bloque*Densd (Ea)	6	1.26	0.21			
Niv de Abono (C)	2	1.05	0.52	1.26	0.30	*
Densd*Niv (A*C)	4	1.07	0.26	0.64	0.64	NS
Error (Eb)	18	7.54	0.64			
Total	35					

CV = 16.88%

El análisis de varianza para numero de macollos por planta, registro un coeficiente de variación de 16.88 % esto demuestra que los datos son confiables por encontrarse por debajo del 30 % que es el rango permitido (Calzada, 1970).

4.4.3.1 Efecto de las densidades de siembra en el número de macollos por planta.

De acuerdo a las densidades de siembra se encuentran diferencias en el número de macollos por planta, mediante la prueba de Duncan se observa diferencias significativas lo que se muestra en el cuadro 21.

Cuadro 21. Prueba de Duncan para número de macollos por planta

Nivel	Media	Duncan ($\alpha=0.05$)
a ₂ (100kg/ha)	4.44	a
a ₁ (60 kg/ha)	3.95	a
a ₃ (140kg/ha)	3.30	b

El tratamiento con la densidad de siembra a_2 (100 kg/ha) con un promedio mayor de 4.44 macollos por planta, seguido de la densidad a_1 (60 kg/ha) con un promedio de 3.95 macollos por planta y un número menor con la densidad a_3 (140 kg/ha), registrando 3.30 macollos, lo que nos demuestra que a menores densidades de siembra, las plantas están más dispersas por lo que tienen mayor espacio físico, mayor área por planta por lo cual el aprovechamiento de radiación solar y nutrientes lo que induce a mayor número de macollos.

Se observa en la figura 9, claramente el efecto de la densidad de siembra, registrando diferencias entre los tratamientos en los que se tiene mayor densidad se obtuvo una menor cantidad de macollos con respecto a las menores densidades.

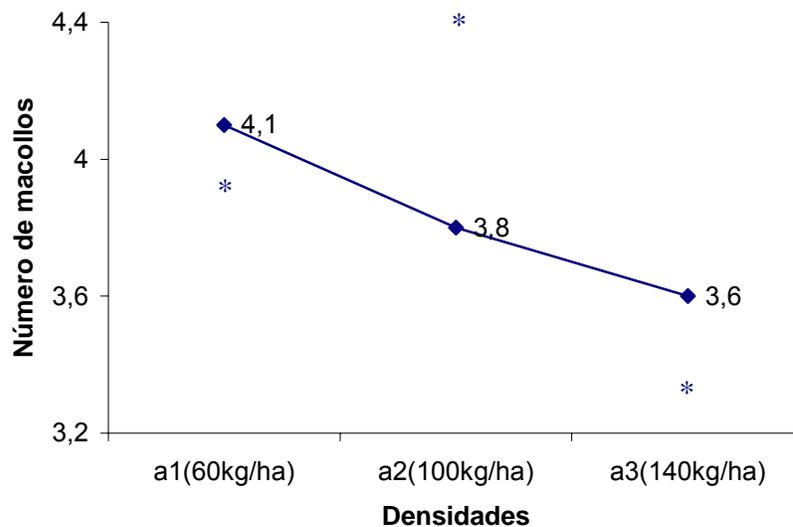


Figura 9. Densidad de siembra en número de macollos

Al respecto Kaiser (1968), indica que la alta probación significa un efecto competitivo entre las plantas, por luz, agua, nutrientes, espacio físico tanto sobre la superficie como por debajo, esta competencia se refleja en el rendimiento.

La misma figura 9, muestra el ajuste de el número de macollos mediante regresión lineal, el coeficiente de correlación es de $r = 0.94$, este valor nos indica que existe una correlación positiva lineal entre número de macollos y densidad de siembra, los que nos demuestra que a medida que se va incrementa la densidad menor será el número de macollos, a mayor espacio físico entre plantas existe menor competencia entre las mismas mayor es la disposición de los nutrientes lo que induce a mayor número de macollos.

4.4.3.2 Efecto de los niveles de abono orgánico en el número de macollos por planta.

Con respecto a la prueba de Duncan se encuentran diferencias significativas en el número de macollos en los niveles de abono orgánico, lo que muestra en el Cuadro 22

Cuadro 22. Prueba de Duncan para el número de macollos

nivel	Media	Duncan ($\alpha=0.05$)
c ₂ (5 t /ha)	4.07	a
c ₃ (10 t /ha)	3.72	b
c ₁ (0 t /ha)	3.70	b

El tratamiento con nivel de abono orgánico c₂ (5 t /ha), se obtuvo un número mayor de 4.07 macollos por planta, sobre el tratamiento con nivel de abono orgánico c₁ (0 t /ha), registrando 3.70 macollos por planta, estas diferencias existentes en el número de macollos se debe a la aplicación de la materia orgánica. Al respecto FAO (1990), señala que la poca disponibilidad de los nutrientes, exclusivamente orgánicas pueden limitar el estado nutricional de las plantas si estas no satisfacen sus necesidades.

En la figura 10, se observa los efectos de los niveles de abono orgánico mostrando las diferencias en los diferentes niveles, esto se debe a la incorporación del estiércol que mejora la estructura del suelo, existe mayor porosidad y por lo tanto mayor aireación.

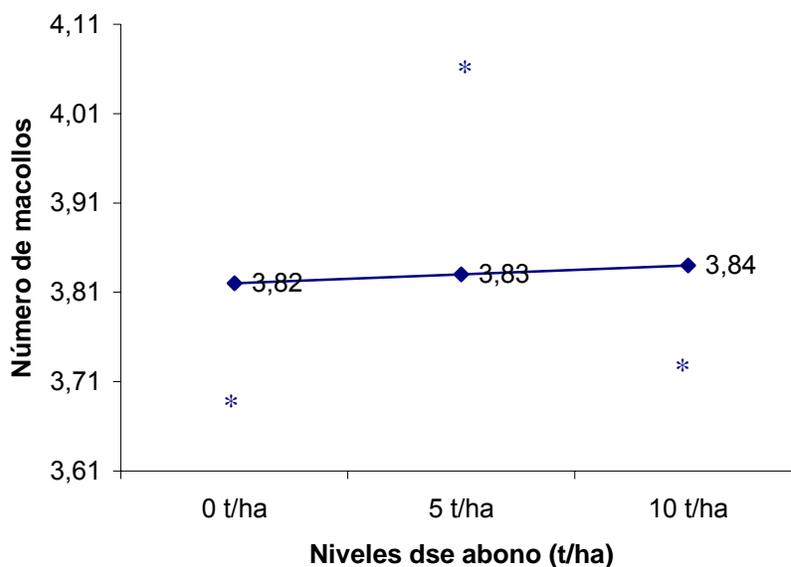


Figura 10. Niveles de abono en número de macollos

Al respecto Bruckman y Brady (1993), indica que el estiércol es uno de los residuos agrícolas más importantes por su uso, puede entrar en el suelo para ejercer allí una acción mucho más importante por su contenido de nutrientes.

La misma figura 10, muestra el ajuste de número de macollos mediante regresión lineal, el coeficiente de correlación es de $r = 0,90$, este valor nos indica que existe una correlación positiva lineal entre el número de macollos y los niveles de abono orgánico, esto nos demuestra a mayor incremento de materia orgánica mayor es el número de macollos

4.4.4 Índice de Área Foliar (IAF)

El cuadro 23. Presenta los promedios del índice de area foliar por tratamiento con diferentes densidades y niveles de abono organico.

Cuadro 23. Promedios del índice de area foliar (cm^2/m^2)

TRAT.	FACTOR A DENSIDADES	FACTOR B NIV. DE ABONO	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	PROMED. x
T ₁	a1 = 60 kg/ha	c1 = 0 t/ha	57.1	58.1	65.2	55.5	58.9
T ₂		c2 = 5 t/ha	58.2	71.1	67.6	76.1	68.2
T ₃		c3 =10 t/ha	64.1	66.2	58.2	57.1	61.4
T ₄	a2 =100 kg/ha	c1 = 0 t/ha	53.1	72.4	62.8	66.9	63.8
T ₅		c2 = 5 t/ha	62.2	87.1	75.9	92.1	79.3
T ₆		c3 =10 t/ha	73.3	68.1	64.1	63.6	67.3
T ₇	a3 =140 kg/ha	c1 = 0 t/ha	56.6	51.9	53.1	60.1	55.4
T ₈		c2 = 5 t/ha	57.7	66.1	58.9	68.1	62.7
T ₉		c3 =10 t/ha	55.1	50.0	53.9	64.1	55.7

En el cuadro 23 en relación al análisis de Índice de área foliar (cm^2/m^2) se encontró que el mayor valor promedio de IAF corresponde al tratamiento T₅ con $79.3 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ seguido del tratamiento T₂ con $68.2 \text{ cm}^2/\text{m}^2$, ambos valores responden al empleo de una adecuada densidad de siembra (60 y 100) kg/ha respectivamente, así mismo estos valores también se justifican por el empleo y la aplicación de abono orgánico (5 t/ha) esto nos indica que las densidades menores tuvieron mayor espacio físico y menor competencia de luz y nutrientes, el menor IAF fue con el tratamiento T₉ con 55.7 esto se debe a que se utilizó mayor densidad de siembra.

En el cuadro 24, el análisis de varianza para índice de área foliar muestra que no existe diferencias significativas entre bloques, por lo que se puede apreciar que las condiciones fueron homogéneas para el experimento.

Cuadro 24. Análisis de varianza para el índice de área foliar

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>F	
Bloque	3	172.58	57.52	2,45	0,09	NS
Densidad (A)	2	1144.45	572.22	24.39	0,01	**
Bloque*Densd (Ea)	6	56.04	9.34			
Niv de Abono (C)	2	542.57	271.28	11.56	0,02	*
Densd*Niv (A*C)	4	50.34	12.58	0,54	0,71	NS
Error (Eb)	18	422.36	23.46			
Total	35					

CV = 7.6 %

El análisis de varianza para índice de área foliar, registro un coeficiente de variación de 7.6 %, esto demuestra que los datos son confiables por encontrarse por debajo del 30 % que es el rango permitido (Calzada, 1970). Se puede observar que en valores del análisis realizado se presenta diferencias altamente significativas en densidad y nivel de abono orgánico

4.4.4.1 Efecto de las densidades de siembra en el Índice de Área Foliar (cm^2/m^2).

Con respecto a las densidades de siembra se encuentran diferencias en el índice de área foliar, mediante la prueba de Duncan se observa diferencias altamente significativas lo que se muestra en el cuadro 25.

Cuadro 25. Prueba de Duncan para IAF (cm^2/m^2)

nivel	Media	Duncan ($\alpha=0.05$)
a ₂ (100kg/ha)	67.92	a
a ₁ (60 kg/ha)	67.65	a
a ₃ (140kg/ha)	55.82	b

El tratamiento con densidad a₂ (100 kg/ha) se obtuvo un promedio mayor de índice de área foliar alcanzada a la cosecha con $67.92 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ seguida por la densidad a₁ (60 kg/ha) con $67.65 \text{ cm}^2/\text{m}^2$, sobre el tratamiento con la mayor densidad a₃ (140

kg/ha) con $55.82 \text{ cm}^2/\text{m}^2$. Lo que se puede afirmar que a mayores densidades se obtiene menor área foliar en la planta. Al respecto Parsons (1981), recomienda utilizar densidades entre 70 – 200 kg/ha de semilla para cereales y para el cultivo de cebada lo recomendable es 100 kg/ha de semilla.

En la figura 11, se observa, que con densidades menores de siembra se obtiene mayor índice de área foliar y con una densidad mayor se tiene menor índice de área foliar debido al espaciamiento, mayor espacio físico aéreo y mayor área por planta por lo que se aprovecha mejor los nutrientes en el suelo.

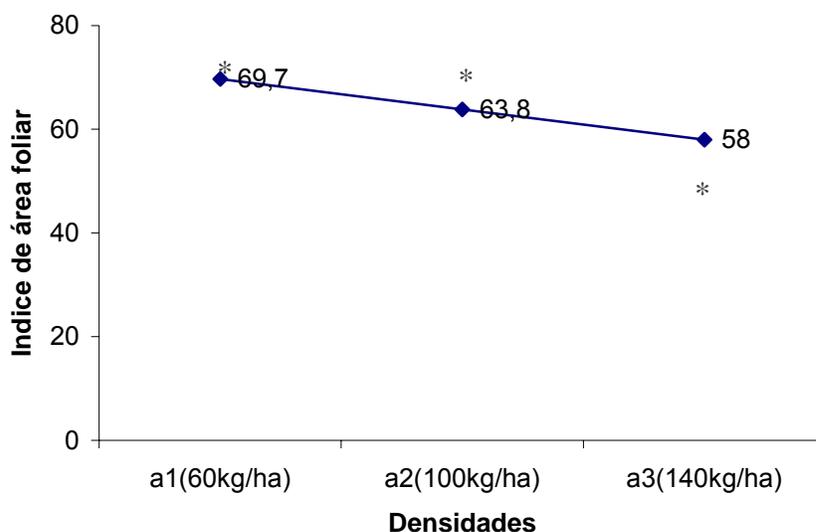


Figura 11. Densidad de siembra en Índice de área foliar

Al respecto Robles (1986), menciona que la población óptima por unidad de superficie estará de acuerdo con cada región agrícola con sus condiciones ecológicas y edáficas y también la variedad para producir el máximo de rendimiento.

La misma figura 11, muestra el ajuste del Índice de área mediante regresión lineal, el coeficiente de correlación es de $r = 0.90$, este valor nos indica que existe una correlación positiva entre el índice de área foliar y las densidades de siembra, esto nos demuestra que a medida que se va aumentando la densidad de siembra menor

será el IAF debido a que existe menor espacio entre plantas y mayor competencia de nutrientes.

4.4.4.2 Efecto del nivel de abono orgánico en Índice de área foliar (cm^2/m^2)

Con respecto a los niveles de abono orgánico se encuentran diferencias en índice de área foliar, mediante la prueba de Duncan se observa diferencias significativas lo que se muestra en el cuadro 26.

Cuadro 26. Prueba de Duncan para IAF (cm^2/m^2)

nivel	Media	Duncan ($\alpha=0.05$)
c_2 (5 t /ha)	69.23	a
c_3 (10 t /ha)	61.83	b
c_1 (0 t /ha)	60.34	b

El tratamiento con nivel de abono orgánico c_2 (5 t /ha) que obtuvo un mayor índice de área foliar promedio alcanzada a la cosecha que logro $65.23 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ sobre el nivel con tratamiento c_1 (0 t /ha) registrado $62.34 \text{ cm}^2/\text{m}^2$. Lo que se puede afirmar que la aplicación de abonos orgánicos aumenta el área foliar de las hojas. Al respecto Augstburger (1990) citado por Centellas (1999), señala que el estiércol es una fuente de macronutrientes, micronutrientes, hormonas que ayudan a enriquecer el suelo a demás proporciona a la planta cierta concentración de nitrógeno y fósforo que acelera la elongación y división celular que va relacionada con un aumento de auxinas, influyendo en la producción de las hojas.

En la figura 12, se observa los que los tratamientos con abono orgánico tienen un mayor índice de área foliar debido a que el estiércol mejora la estructura de suelo, mayor porosidad y mayor cantidad de nutrientes.

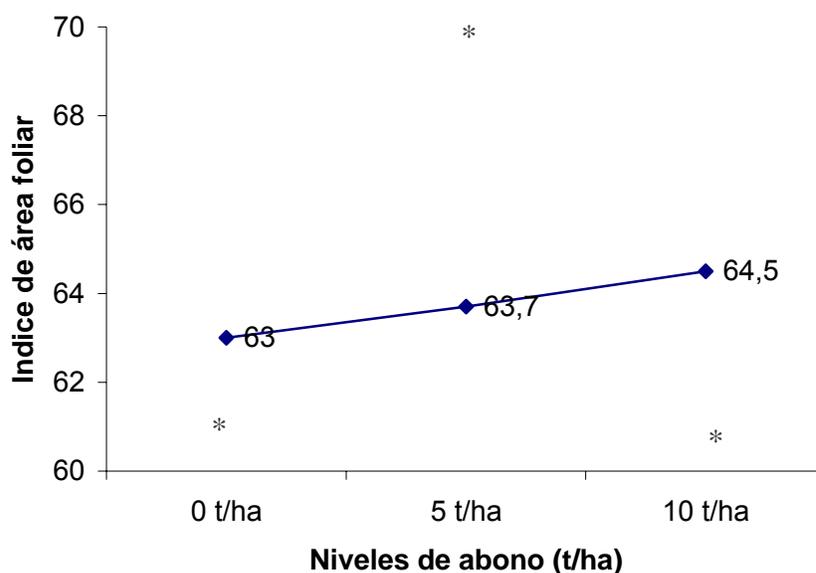


Figura 12. Niveles de abono orgánico en Índice de área foliar

Al respecto Vigliola (1992), indica que la fuente más importante en los cultivos es el estiércol que por su aporte de materia orgánica posee una acción física pues favorece la agregación, una acción biológica por el aporte de microorganismos y también una acción química que ayuda a la descomposición de materia orgánica libera ácidos que solubilizan nutrientes.

La misma figura 12, muestra el ajuste de Índice de área foliar mediante regresión lineal, el coeficiente de correlación es de $r = 0.89$, este valor nos indica que existe una correlación positiva lineal entre el índice de área foliar y los niveles de materia orgánica, esto nos demuestra a mayor incremento de materia orgánica mayor es el IAF, la incorporación de abono mejora la textura del suelo, existe mayor porosidad.

4.4.5 Rendimiento de materia seca

En el cuadro 27 presenta promedios del rendimiento de materia seca por tratamiento con diferentes densidades y niveles de abono orgánico

Cuadro 27. Promedios de rendimiento de materia seca t/ha

TRAT.	FACTOR A DENSIDADES	FACTOR B NIV. DE ABONO	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	PROMED. x
T ₁	a1 = 60 kg/ha	c1 = 0 t/ha	2.48	2.94	2.50	2.45	2.60
T ₂		c2 = 5 t/ha	3.5	3.18	2.98	3.41	3.26
T ₃		c3 = 10 t/ha	3.70	2.70	2.75	2.94	3.02
T ₄	a2 = 100 kg/ha	c1 = 0 t/ha	2.01	3.65	2.60	3.0	2.90
T ₅		c2 = 5 t/ha	2.54	3.50	3.25	3.95	3.91
T ₆		c3 = 10 t/ha	2.29	3.25	3.65	4.23	3.40
T ₇	a3 = 140 kg/ha	c1 = 0 t/ha	2.45	4.0	2.45	2.45	2.85
T ₈		c2 = 5 t/ha	3.84	3.60	2.29	2.29	3.00
T ₉		c3 = 10 t/ha	2.58	3.95	3.95	3.95	3.60

En el cuadro 27 en relación al análisis del rendimiento de materia seca, se encontró que el mayor valor promedio corresponde al tratamiento T₅ con 3.91 t/ha seguido del tratamiento T₉ con 3.60 t/ha estos valores corresponden al empleo y la aplicación de abono orgánico de (5 y 10) t/ha respectivamente, el menor rendimiento en materia seca fue del tratamiento T₁ con 2.60 t/ha cabe destacar que este tratamiento no se aplicó abono orgánico y con menores densidades.

En el cuadro 28, el análisis de varianza para altura de planta muestra que no existen diferencias significativas entre bloques, por lo que se puede afirmar que las condiciones de experimentación fueron homogéneas para todo el experimento.

Cuadro 28. Análisis de varianza para el rendimiento de materia seca

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>F	
Bloque	3	0.15	0.05	2.42	0.09	NS
Densidad (A)	2	0.03	0.01	0.89	0.42	NS
Bloque*Densd (Ea)	6	0.35	0.05			
Niv de Abono (C)	2	0.17	0.08	4.10	0.03	*
Densd*Niv (A*C)	4	0.07	0.01	0.89	0.49	NS
Error (Eb)	18	0.37	0.02			
Total	35					

CV = 7.12 %

El análisis de varianza del rendimiento de materia seca, se registro un coeficiente de variación de 7.12 %, esto demuestra que los datos son confiables por encontrarse por debajo del 30 % que es el rango permitido (Calzada, 1970). Se puede observar que en los valores del análisis realizado solo el nivel de abono orgánico presentado significancia.

4.4.5.1 Efecto del abono orgánico en el rendimiento de Materia Seca

Con respecto a los niveles de abono orgánico se encuentran diferencias en el rendimiento de materia seca, mediante la prueba de Duncan se observa diferencias significativas lo que se muestra en el cuadro 29.

Cuadro 29. Prueba de Duncan para rendimiento de materia seca

nivel	Media	Duncan ($\alpha=0.05$)
c ₂ (5 t /ha)	3.26	a
c ₃ (10 t /ha)	3.02	a
c ₁ (0 t /ha)	2..83	b

El tratamiento con nivel de abonamiento c₂ (5 t /ha) se obtuvo un mayor promedio de materia seca que logro 3.26 t /ha sobre el tratamiento c₃ (10 t /ha) registrando 3.02 t /ha que no existe mucha diferencia con el primer tratamiento y por ultimo el tratamiento c₁ (0 t /ha) que fue el testigo con un rendimiento de 2.83 t /ha de materia seca, lo que se puede afirmar que la aplicación de materia orgánica aumenta el rendimiento

En la figura 14, se puede observar que tratamiento c₂ obtuvo un mayor rendimiento debido a la aplicación de materia orgánica, lo que no se puede decir lo mismo con el tratamiento c₁ que fue el testigo con ninguna aplicación de materia orgánica lo que no favoreció al crecimiento y desarrollo vegetativo de las plantas y obtuvo un menor peso de materia seca.

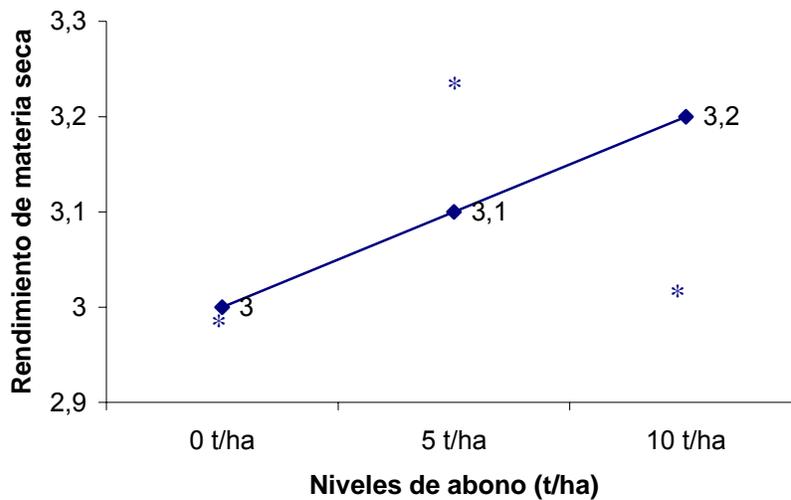


Figura 13. Niveles de abono orgánico en el rendimiento de materia seca

Al respecto Guerrero (1993), quien sostiene que existe gran diferencia en los diferentes tipos de estiércoles de la especie animal y por tanto su efecto en los cultivos y suelo son variables, lo que favoreció el buen crecimiento y desarrollo vegetativo de las plantas y se obtiene un peso superior de materia seca

La misma figura 13, muestra el ajuste del rendimiento de materia seca mediante regresión lineal el coeficiente de correlación es de $r = 0.93$ este valor nos indica que existe una correlación positiva lineal entre el rendimiento de materia seca, esto nos demuestra a mayor incremento de abono orgánica mayor será el incremento en el rendimiento

4.5 Análisis de Relación entre variables

Para las variables ya estudiadas se tiene promedios de las variables materia seca, número de hojas, número de macollos, altura de planta, índice de área foliar y peso de materia seca de un metro cuadrado.

Se observa en el cuadro 30, la matriz de correlación y regresión, pares de las asociaciones de las variables de estudio, de estas asociaciones se seleccionan las variables que tienen alta influencia en el rendimiento de materia seca

Cuadro 30. Matriz de correlación lineal entre variables

	MS	NH	NM	ALT	IAF
MS	100.000	0.66960	0.73356	0.63150	0.49468
NH	0.66960	100.000	0.49346	0.27322	0.34783
NM	0.53356	0.49346	100.000	0.62026	0.67504
ALT	0.73150	0.27322	0.62028	100.000	0.95188
IAF	0.49468	0.34783	0.65504	0.95188	100.000

MS = Materia seca NM = Número de macollos IAF = Índice de área foliar
NH = Número de hojas ALT = Altura de la planta

Relación número hojas y peso seco $r = 0.669$

Relación número de macollos y peso seco $r = 0.739$

Relación altura y peso seco $r = 0.631$

Relación Índice de área foliar y peso seco $r = 0.494$

$$r^2 = 0.934677$$

$a = -0.389$ intercepto

$b_1 = 0.005$ (coeficiente de regresión)

$b_2 = -0.053$ (coeficiente de regresión)

$b_3 = 0.003$ (coeficiente de regresión)

$b_4 = 0.003$ (coeficiente de regresión)

$b_5 = 0.275$ (coeficiente de regresión)

$$Y = - 0.389 + 0.001x_1 - 0.053x_2 + 0.001x_3 + 0.003x_4 + 0.275x_5$$

Como se observa en el cuadro 30 la variable número de hojas presenta una correlación significativa con el rendimiento de materia seca ($r = 0.669$) este coeficiente indica que a medida que un mayor número de hojas producirá un incremento en el peso de materia seca , el coeficiente de determinación ($r^2 = 0.443$) explica que el 44.3 % de la variación en la MS fue debido al número de hojas, el coeficiente de regresión no presenta significancia estadística, el cual indica que el incremento del número de hojas no producirá cambios en el rendimiento de materia seca

Se puede observar una relación directa de materia seca y número de macollos presenta una correlación significativa ($r = 0.739$), lo que nos indica que el número de macollos es importante en el rendimiento de materia seca. Donde el coeficiente de determinación ($r^2 = 0.546$), lo que indica que el 54.6 % del rendimiento de materia seca se debe al número de macollos, además el número de macollos significancia significativa ($b_2 = 0.053$), lo que nos indica que el incremento de número de macollos producirá cambios importantes en el rendimiento de materia seca.

Se registra en la variable altura de planta (cm) una correlación significativa con el rendimiento de materia seca presenta una correlación significativa ($r = 0.631$), este coeficiente indica que a medida que aumenta la altura producirá cambios considerables en el rendimiento, donde el coeficiente de determinación ($r^2 = 0.408$), lo que nos indica que el 40.8% de la variación en el rendimiento de materia seca fue por efecto de la altura de planta. Donde el coeficiente de regresión no presenta significancia estadística, lo que indica que la altura no producirá cambios en el rendimiento.

Se puede apreciar los resultados obtenidos, que existe significancia entre el rendimiento de materia seca y el índice de área foliar ($r = 0.494$), es así que a un aumento en el IAF se producirá un aumento en el rendimiento de materia seca, el coeficiente de determinación ($r^2 = 0.253$), lo que nos indica que el 25.3 % del rendimiento de materia seca se debe al índice de área foliar y el coeficiente de regresión no presenta significancia estadística lo que indica que el IAF no produce cambios en el rendimiento de materia seca.

4.6 Análisis de crecimiento del cultivo de cebada

Para el cálculo de análisis de crecimiento se tomo en cuenta la densidad de siembra y la aplicación de abono orgánico y explicar la influencia de ambos factores en estudio sobre el crecimiento de la planta. Para analizar el comportamiento de las variables estudiadas, se realizo una regresión múltiple en función de los días.

4.6.1 Altura de planta

En el cálculo de altura de planta se utilizo los datos obtenidos durante el crecimiento de la planta

4.6.1.1 Altura de planta para densidad de siembra

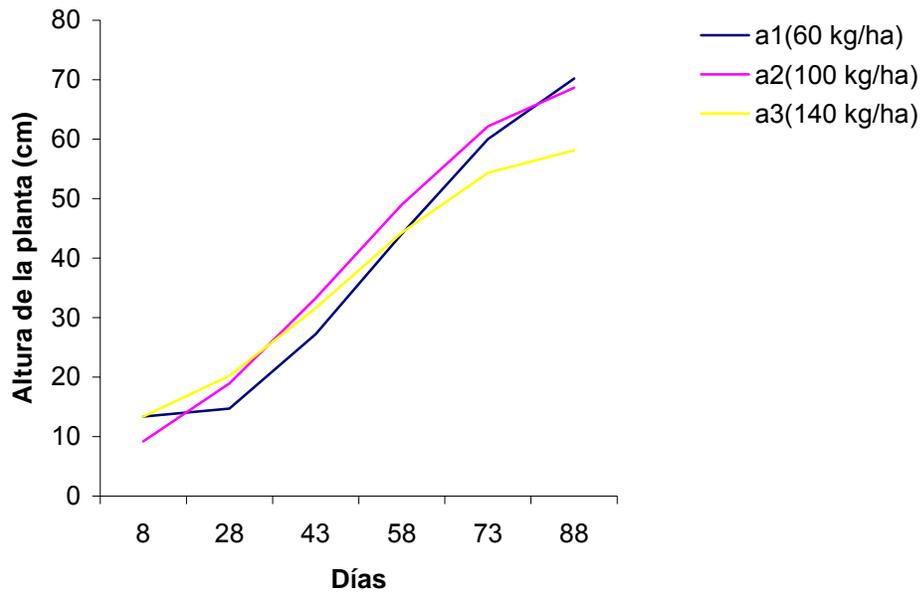


Figura 14. Curvas de crecimiento de altura de planta en el cultivo de cebada para densidad de siembra en función de los días

En la figura 14, se puede observar en la curva de crecimiento que con la primera densidad a_1 (60 kg/ha) con una altura de 70.2 cm durante todo el desarrollo de la planta, seguido de la segunda densidad a_2 (100 kg/ha), con una altura de 68.7 como se puede observar el grafico anterior no presenta grandes diferencias entre estos dos densidades de siembra y si existe diferencia en la densidad a_3 (140 kg/ha) con una altura de 58.2 cm , esta diferencia se debió al menor espacio entre plantas en las menores densidades donde no existió competencia de luz, agua y nutrientes.

4.6.1. 2 Altura de planta para niveles de abono orgánico

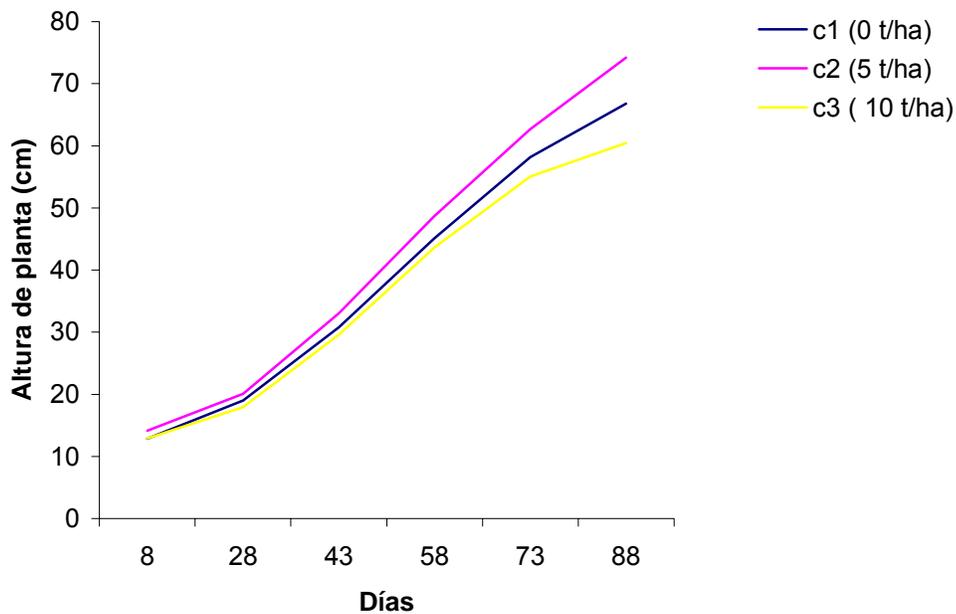


Figura 15, Curva de crecimiento de altura de planta en el cultivo de cebada para niveles de abono orgánico en función de los días

Se puede observar en la figura 15, que las mayores alturas que se registraron fueron con el nivel c_2 (5 t/ha), con una altura promedio de 71.2 cm, seguido por el nivel c_3 (10 t/ha) con una altura de 66.8 cm, y por último el nivel c_1 (0 t/ha), que es el testigo que no tiene ninguna aplicación de estiércol con una altura de 60.5 cm esta diferencia nos indica que a mayor incorporación de materia orgánica mayor será la altura de planta. Al respecto Terán (1989), que el estiércol fundamentalmente mejora la condición física del suelo, muelle los suelos compactos, da cohesión a los suelos sueltos e introduce gran variedad de productos nutritivos.

4.6.2 Número de macollos por planta

4.6.2.1 Número de macollos por planta para densidad de siembra

De acuerdo al análisis de crecimiento realizado en base a los datos registrados durante el periodo de crecimiento y desarrollo de la planta.

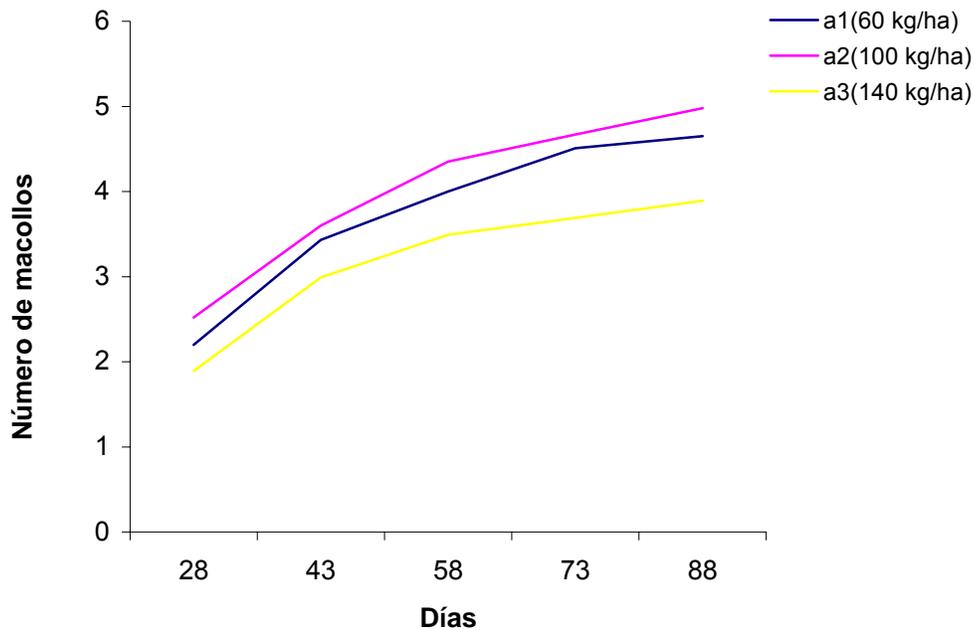


Figura 16, curva de crecimiento para número de macollos por planta en el cultivo de cebada para densidad de siembra en función de los días

De acuerdo con la figura 16, se observa que el mayor número de macollos por planta fue con la densidad a_2 (100kg/ha) con un promedio de 5.0 macollos por planta, seguida por la densidad a_1 (60 kg/ha), con 4.5 macollos por planta entre estas dos densidades no existe mucha diferencia por que en las dos existe mayor espacio físico aéreo de la que dispone las plantas, con la densidad c_3 (140kg/ha) registro 3.9 macollos por planta en esta densidad existe menos espacio físico entre plantas lo que nos muestra que existe mayor competencia de luz. Al respecto Kaiser (1968) menciona que la alta población significa un efecto competitivo entre las plantas

sembradas, por luz, agua, nutrientes, espacio físico sobre la superficie como por debajo esta competencia se refleja en el rendimiento del cultivo.

4.6.2.2 Número de macollos por planta para niveles de abono orgánico.

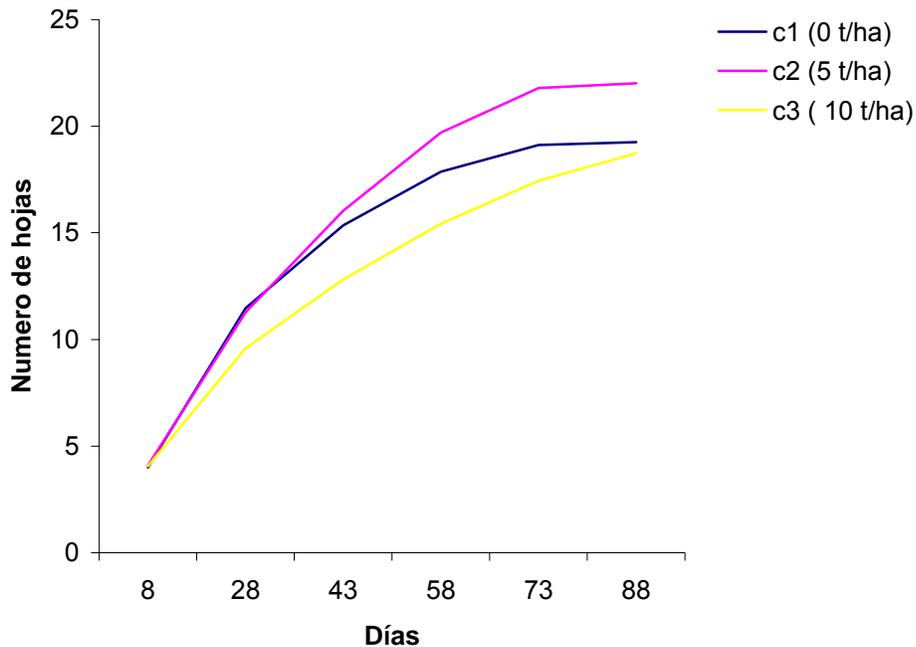


Figura 17, curva de crecimiento para número de macollos por planta en el cultivo de cebada para niveles de abono orgánico en función de los días

De acuerdo a la figura 17, se observa que el mayor número de macollos se registro con el tratamiento c_2 (5 t/ha), con 4.8 macollos por planta, entre los niveles c_3 y c_1 no existe mucha diferencia en el número de macollos durante todo el desarrollo de la planta registrando un promedio de 4.2 y 3.9 macollos por planta respectivamente.,esta diferencia se debe a la aplicación de abono orgánico y al espacio físico de la planta a mayores espacios en las plantas y dándole los requerimientos para su desarrollo. Al respecto Terán (1989), menciona que el estiércol mejora la condición física del suelo y da gran variedad de nutrientes.

4.6.3 Materia seca por planta

3.6.3.1 Materia seca (g/planta) para densidad de siembra

El análisis de crecimiento se realizó en cinco plantas del cultivo para observar el efecto de la densidad de siembra y niveles de abono orgánico en el peso de materia seca, expresado en términos de peso.

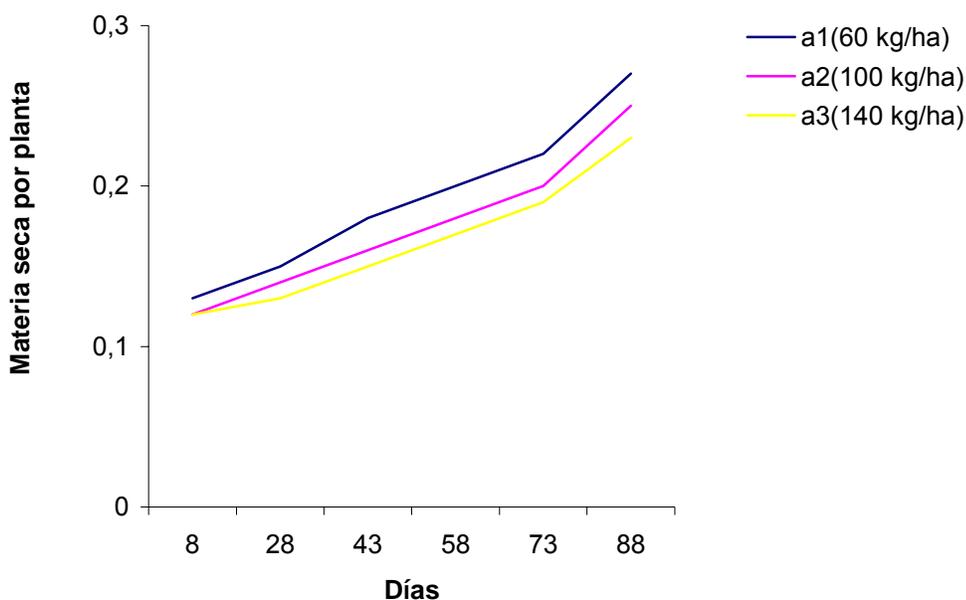


Figura 18, curva de crecimiento para materia seca (g/planta) en el cultivo de cebada para densidades de siembra en función de los días

Como se observa en la figura 18, el análisis de crecimiento para materia seca, la curva de crecimiento de las plantas, se muestra que la acumulación de materia seca por planta fue mayor para la densidad a_1 (60 kg/ha), con 0.27g MS/planta/día, seguida por la densidad a_2 (100 kg/ha) registrando 0.25 g MS/planta/día no existe mucha diferencia entre estas dos densidades de siembra debido a que tuvieron espacio suficiente para su desarrollo. Al respecto Rodríguez (1991), indica que la acumulación de materia seca se encuentra ligado al desarrollo de los órganos de asimilación (raíces, tallos y hojas), los mismos que dependerán de las condiciones de

cultivo e influencias externas en los que el vegetal se desarrolla. Así mismo Ruiz (1993) citado por Tamayo (2002), menciona que una alta población significa un efecto competitivo entre plantas por Luz, agua, nutrientes y espacio físico.

4.6.3. 2 Materia seca g/planta para niveles de abono orgánico

De acuerdo al análisis de crecimiento para niveles de abono orgánico en el rendimiento de materia seca en función de los días, expresado en términos de peso.

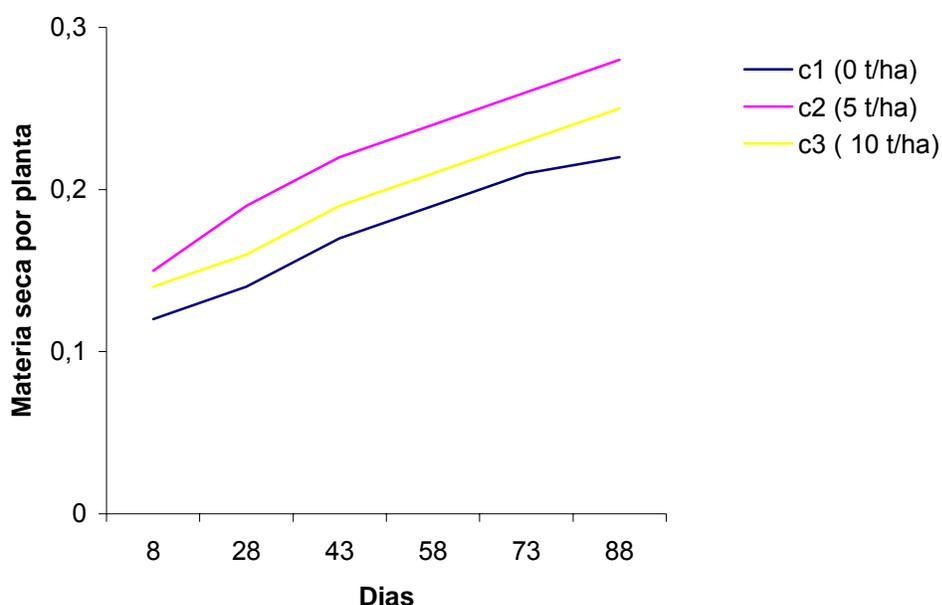


Figura 19, curva de crecimiento para materia seca (g/planta) en el cultivo de cebada en niveles de abono orgánico en función de los días

Se puede apreciar en la figura 19, que el tratamiento c_2 (5 t /ha) tuvo una acumulación de materia seca de 0.28 g MS/planta/día, seguido por el otro tratamiento con 0.25 g MS/planta/día y por ultimo el tratamiento c_1 (0 t /ha) que estuvo como testigo obteniendo una menor acumulación de materia seca. El tratamiento c_2 desarrollo mejor y mayor asimilación de nutrientes. Al respecto FAO (1990), señala que la poca disponibilidad de los nutrientes exclusivamente orgánicos

puede limitar el estado nutricional de las plantas si estos no satisfacen sus necesidades lo cual se refleja en el rendimiento del cultivo

4.7 Análisis de costos parciales

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

Cuadro 31. Presupuesto parcial de la producción para una hectárea en Bs.

Tratamiento	Rendto. medio (t /ha)	Rendto. Ajustado (t /ha)	Rendto Bruto (Bs/ha)	Costos Var. (Bs/ha)	Beneficio Neto (Bs/ha)
T1(60kg/ha*0 t /ha)	2.60	2.34	2.106.0	240	1.966.0
T2(60kg/ha*5 t /ha)	3.01	2.93	2.637.0	460.1	2.305.3
T3(60kg/ha*10 t /ha)	3.52	2.71	2.439.0	564.9	1.974.1
T4(100kg/ha*0 t /ha)	3.30	2.95	2.655.0	331.0	2.235.0
T5(100kg/ha*5 t /ha)	4.91	3.51	3.159.0	551.7	2.507.3
T6(100kg/ha*10 t /ha)	3.88	3.06	2.754.0	664.4	1.969.6
T7(140kg/ha*0 t /ha)	2.85	2.56	2.304.0	431.7	1.844.0
T8(140kg/ha*5 t /ha)	3.66	2.70	2.430.0	671.3	1.858.3
T9(140kg/ha*10 t /ha)	3.61	3.24	2.789.0	815.6	1.784.6

En el cuadro 28, se muestra el presupuesto parcial para todo el ensayo donde en su primera columna se observa los tratamientos, producto de la combinación de tres densidades de siembra (60,100 y 140) kg/ha, respectivamente y la aplicación de tres niveles de abono orgánico de 0 t /ha de estiércol (testigo), (5 y 10) t /ha, respectivamente con una sola aplicación en la siembra.

La segunda columna muestra el rendimiento medio de materia seca obteniendo para cada tratamiento donde se puede apreciar que existe un mayor rendimiento medio del tratamiento T₅ (a₂C₂), con un rendimiento 4.91 t /ha, seguido por los demás rendimientos medios de los otros tratamientos: T₆ (a₂C₃), con 3. 88 t /ha, T₈ (a₃C₂), con

3.66 t /ha, T₉ (a₃c₃), con 3.61 t /ha, T₃ (a₁c₃), con 3.52 t /ha, T₄ (a₂c₁), con 3.30 t /ha, T₂ (a₁c₂), con 3.01t /ha, T₇ (a₃c₁), con 2.85 t /ha y por ultimo el tratamiento con menor rendimiento medio T₁ (a₁c₁), con 2.60 t /ha.

En la tercera columna se observa el rendimiento ajustado donde se realiza un ajuste del rendimiento medio para todos los tratamientos con un 10 % de decremento al rendimiento medio eliminando la sobre estimación del ensayo y reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y del agricultor los cuales siempre van a ser superiores a los de este, recomendaciones del CIMMYT (1988).

La cuarta columna presenta los beneficios brutos de campo que se obtuvo de los rendimientos ajustados por el precio de venta del forraje una vez descontados los gastos de cosecha donde obtuvo un mayor beneficio bruto el tratamiento que presento mayor rendimiento (T₅), siendo el precio de venta para todos los tratamientos de 0.80 Bs/kg.

En la siguiente columna el total de los costos variables para cada tratamiento, para ello se tomo en cuenta los costos que varían por cada tratamiento.

En la ultima columna muestra el beneficio neto para cada tratamiento donde se puede observar que el máximo beneficio neto se obtuvo en el tratamiento T₅ (100kg/ha y 5 t /ha) que logro un beneficio neto de 2,507.3 Bs/ha. En el cuadro 32, se observa a los tratamientos establecidos en orden ascendentes de costos totales que varían.

Cuadro 32. Análisis de dominancia

Tratamientos	Costo Variable (Bs/ha)	Beneficio Neto (Bs/ha)	Dominancia
T ₁	240	1.966.0	
T ₄	331.0	2.235.0	
T ₇	431.7	1.844.0	D
T ₂	460.1	2.395.3	
T ₅	551.7	2.507.3	
T ₃	564.9	1.974.1	D
T ₆	664.4	1.969.6	D
T ₈	671.3	1.858.3	D
T ₉	815.6	1.784.6	D

De acuerdo al cuadro 32, de análisis de dominancia y la figura 20, nos permitió seleccionar los tratamientos de acuerdo al criterio propuesto por el CIMMYT (1988), el mismo que señala que se considera tratamiento dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costo variable más bajo. En el análisis de presupuestos parciales recomparamos las alternativas de producción con las técnicas tradicionales del agricultor, si el beneficio permanece igual o disminuye la nueva tecnología debe ser rechazada por que no es más rentable que la del agricultor.

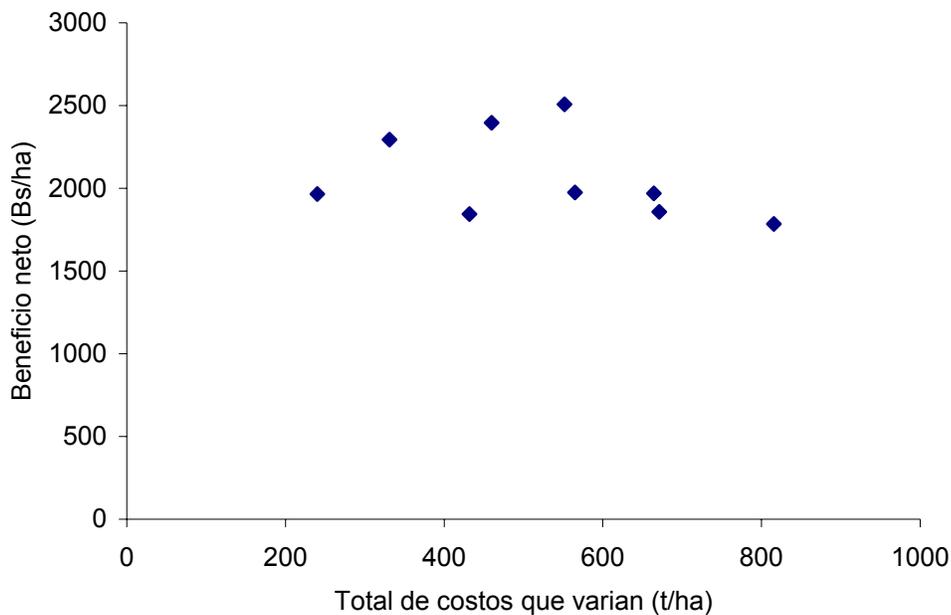


Figura 20. Curva de los beneficios netos

Cuadro 33, análisis marginal de los costos variables

Tratamiento	Costo Variable (Bs/ha)	Costos Marginales (Bs/ha)	Beneficio Neto(Bs/ha)	Beneficio Marginal (Bs/ha)	Tasa de retorno Marginal (%)
T ₁	240	120	1.986.0	149.0	118.0%
T ₄	360	125	2.235.0	116.0	92.0%
T ₂	460	91.7	2.395.0	112.3	123.0%
T ₅	551.7		2.507.3		

La tasa de retorno marginal indica lo que el agricultor puede esperar ganar, con su inversión (cuando decide) cambiar una práctica (o un conjunto de practicas) se puede observar en la tasa de retorno marginal donde el agricultor de cambiar el tratamiento T₂ (60 kg/ha y 5 t /ha) de estiércol por el T₅ (100 kg/ha y 5 t /ha) es de 123.0 % muy por encima del 100% lo que significa que por cada boliviano invertido de pasar del tratamiento T₂ al tratamiento T₅ el agricultor puede esperar ganar lo invertido y obtener 1.23 bolivianos adicionales por lo tanto el T₅ es una alternativa para el agricultor, en los demás tratamientos será lo mismo de cambiar del T₁ (60kg/ha y 0 t /ha) de estiércol al T₄ (100kg/ha y 5 t /ha) es de 118.0 % por encima de la tasa mínima que es el 100%, por cada boliviano invertido, el agricultor puede esperar recobrar lo invertido y obtener un 1.18 bolivianos adicional, y si la tasa de retorno marginal de cambiar del tratamiento T₄(100kg/ha y 0 t /ha) a T₂(60 kg/ha y 5 t /ha) es del 92.0% el agricultor esperara recobrar lo invertido y obtener un 0.92 bolivianos adicional.

5. CONCLUSIONES

- El presente trabajo de investigación, efecto de la densidad de siembra y abono orgánico en el comportamiento agronómico de la cebada (*Hordeum vulgare L*) en el altiplano norte, se llegaron a las siguientes conclusiones:
- Respecto a las densidades de siembra, la mejor producción reporta la densidad de 100kg/ha con un rendimiento promedio de 4.91 t MS/ha seguido por la densidad de 140 kg/ha con 3.66 t MS/ha y la densidad de menos producción en materia seca fue la de 60 kg/ha con 2.60 t MS/ha.
- Las diferentes densidades de siembra que se utilizaron no afectaron de manera significativa en las variables fenológicas, pero si en las variables agronómicas donde se presento mayor producción de macollos con la densidad a_2 , con 4.44 macollos por planta y densidad a_3 con 3.30 macollos por planta, esta variable es la que más influencia tuvo en el rendimiento de materia seca a mayor cantidad de macollos se tiene mayor número de hojas y existirá mayor índice de área foliar.
- Respecto a los niveles de abono orgánico, la mejor producción reporto el nivel de abono orgánico c_2 (5 t /ha) con un rendimiento promedio de 4.91 kg/ha de materia seca con una densidad 100 kg/ha y la menor producción con el nivel c_1 (0 t /ha) con un rendimiento promedio de 2.60 kg/ha con una densidad de 60 kg/ha.
- La variable altura de planta fue afectada por los diferentes niveles de abono orgánico con el nivel c_2 obtuvo una mayor altura, con un promedio de 71.04 cm y con el nivel c_1 se obtuvo una altura menor con un promedio de 62.86 cm, donde a mayores alturas hubo mayor producción de materia seca.

- En los factores de estudio no se tuvo interacción en ninguna de las variables agronómicas entre densidad de siembra y niveles de abono orgánico, esto nos indica que no existe dependencia entre estos dos factores.
- En el análisis de crecimiento los tratamientos con nivel de abono orgánico c_2 (5 t /ha) registran buen crecimiento durante su desarrollo y no así en el testigo c_1 (0 t /ha), produciendo un crecimiento menor, pero no muy lejano del otro tratamiento. En el factor densidad de siembra en el tratamiento que tiene menor densidad de siembra a_1 y a_2 (60 y 100) kg/ha respectivamente, registrando mejor crecimiento seguida por los otros dos tratamientos a_3 (kg/ha).
- En el análisis de correlación múltiple existe una alta relación ($r = 0.73$) entre las variables materia seca, número de macollos, también en materia verde existe una relación ($r = 0.96$), también existe relación con estas variables índice de área foliar y el número de hojas.
- El análisis económico de presupuesto parcial, indica que los tratamientos con mayor beneficios netos es la densidad y el nivel de abono orgánico, $a_2 c_2$ (100 kg/ha y 5 t /ha), seguida por la otra densidad a_1 estas son las más recomendables para la producción de cebada y no así la otra densidad de a_3 (140 kg/ha).

6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda trabajos de investigación con diferentes tipos de abonos orgánicos en la producción de cebada para encontrar un punto máximo que genere mayor rendimiento.
- Se recomienda realizar el ensayo con una sola densidad de siembra y con diferentes niveles de abono orgánico
- Incentivar mayor incorporación de abono orgánico a los productores para mejor obtención de mayores rendimientos en el cultivo de la cebada.

7. BIBLIOGRAFÍA

Atlas Estadístico de municipios de Bolivia. 2000. Municipios e Infraestructura de Bolivia. Bolivia. pp 114 – 115

Buckman. H y Braddy. N (1993). Naturaleza y propiedades de los suelos .Solard, R. 5^{ta} ed. México, D, F. Ed. Limusa p 565.

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

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

Carambula, M. (1981). Producción de semillas de plantas forrajeras. Editorial Hemisferio Sur. Montevideo (UR). pp 518 – 519

Corporación Regional Nacional de Desarrollo de La Paz (1992). Programa de Mejoramiento de producción de Semilla de Avena y Cebada. La Paz-Bolivia pp 47-52

Chillón, E. (1994). Efecto de la fertilización sobre el rendimiento, la cantidad y la calidad de los cultivos. UMSA. Práctica N° 5. La Paz Bolivia. pp 1 – 1 4.

Domínguez, A. (1984). Tratado de fertilización. Editorial MUNDI PRENSA. Madrid España. pp 585 - 589.

FAO (1999). Proyecto- Fertilisuelos el manejo de la materia orgánica. Ministerio de agricultura ganadería y desarrollo. Bolivia pp. 1-3

FAO (1990). Agricultura de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación) 1^{er} seminario Nacional sobre fertilidad de suelos y uso de fertilizantes en Bolivia p. 82

Flores, J. (2004). Evaluación de la dosis de aplicación al suelo de hidroaborrentes Stockosub en el cultivo de la cebada a diferentes densidades de siembra. Tesis Ing. Agro. UMSA. Facultad de Agronomía La Paz Bolivia pp 26-29.

García V. (1996) “Efecto de épocas de deshierbe manual y uso de herbicidas en el cultivo de lechuga bajo carpa solar”. La Paz – Bolivia pp 30 – 50

Gross, A. (1986). Abonos guía práctica de fertilización. 7 ed. Editorial Mundi Prensa. Madrid España. p 560.

Huerre, C. y Carballo, N. (1991). Horticultura. Editorial Pueblo y Educación. Habana p 25

Inra (2003) ENESAD/univ. Bourgogne – Biologie et Gestion des Adventices. 2p.

Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial. (1988). Fenología de Cultivos Andinos y Uso de la información Agrometeorológica. Curso Taller. ANDINOS PISA. Puno Perú. pp 47-51.

Johan. D. Berlijn, (1997). Pastizales Naturales de Producción Vegetal. Editorial Trillas, México p 35.

Kaiser, O. (1968). Densidades optimas de plantas de quinua en el Altiplano central. Tesis de grado. UMSS Cochabamba-Bolivia pp 49-50

López, L. (1991) Cultivos herbáceos-Cereales 2ed. Madrid España pp 245-277.

Mamani, C. (1996). Comportamiento agronómico de la quinua (*Chenopodium quinoa, wila*) en asociación con cebada para ensilaje, en el Altiplano Central. Tesis Ing. Agr. UMSA Facultad de Agronomía. La Paz Bolivia. pp 15 - 16.

Martínez, M (2001). Efecto de la densidad de siembra en el cultivo asociado de Maiz-Soya en la localidad de San Buen Aventura. Tesis de grado. Fac.Agr. UMSA p 14

Mariscal, A. (1992). UNIVERSIDAD TOMAS FRIAS Agroclimatología. Potosí-Bolivia. p 47.

Migliorine, F. (1984). Forrajes. Ed. DIAGAFIC. Barcelona España. pp 66 -167.

Montes de Oca, I. (1997). Geografía y recursos naturales de Bolivia. 3 ed. La Paz Bolivia.

Nicolai, A. (1952). Fisiología vegetal. Segunda ed. Culpada. Buenos Aires. Argentina p. 135.

Parsons, D. B. (1981). Trigo, cebada y avena, In: Manuales para educación Agropecuaria, Área Vegetal. Ed. trillas. México. p 267.

Robles R. (1986). Producción de grano en forrajes, 4 ed, México, Limusa. 135-168p.

Rodríguez, M. (1991). Fisiología vegetal. Editorial los amigos del Libro. Cochabamba-Bolivia p 429.

Rojas F. 2000. Botánica sistemática. UMSA Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia p 285.

SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología). 2003-04. Datos Climáticos de la zona de Tiahuanaco.

SEFO (1990). Hojas divulgativas de cultivos centro de investigación de forrajes la violeta. Facultad de Ciencias Agrícolas Pecuarias. UMSS, Cochabamba p 23.

Serrano, C. (1979). Cultivo de hortalizas en Invernaderos. Premio Agrícola Aedos. Editorial Aedos Barcelona pp.33-35.

Terán, R. (1989) Camas orgánicas protegidas la Paz – Bolivia Edición Elena Gallardo

Valadez, A. (1996). Producción de hortalizas. 3^{ra} Edición. Limusa. México D.F. p 295.

Vigliola, M. I. (1992) Manual de Horticultura. Editorial Hemisferio Sur S.A. pp. 81-85

ANEXO

Anexo 1. Altura de la Planta de cebada

Altura de planta (cm) de la cebada promedios

Tratamientos	promedios
T1 a1 * c1	61.1
T2 a1 * c2	70.3
T3 a1 * c3	63.5
T4 a2 * c1	64.2
T5 a2 * c2	76.5
T6 a2 * c3	69.4
T7 a3 * c1	57.7
T8 a3 * c2	64.5
T9 a3 * c3	57.7

Tabla de doble entrada de Altura de planta de la cebada

Densidad	niveles de abono			
	c1	c2	c3	
a1	244.4	281.2	253.8	779.4
a2	256.9	306.1	277.6	840.6
a3	231.1	257.8	230.7	719.6
	732.4	845.1	762.1	2339.6

Programa del SAS

```
Data AT;
input bloq densd niv AT;
cards;
```

```
1 1 1 59.0 2 1 1 72.0 3 1 1 68.2 4 1 1 68.2
1 1 2 70.2 2 1 2 73.1 3 1 2 79.6 4 1 2 78.3
1 1 3 66.0 2 1 2 68.2 3 1 3 69.4 4 1 3 65.6
1 2 1 55.1 2 1 2 64.0 3 2 1 64.8 4 2 1 68.6
1 2 2 64.1 2 2 2 79.0 3 2 2 76.2 4 2 2 84.8
1 2 3 75.0 2 2 3 71.0 3 2 3 60.0 4 2 3 65.6
1 3 1 58.6 2 3 1 53.9 3 3 1 55.8 4 2 3 62.8
1 3 2 59.0 2 3 2 68.0 3 3 2 60.6 4 3 2 60.2
1 3 3 57.0 2 3 3 52.0 3 3 3 55.2 4 3 3 56.5
```

```

;
proc glm;
class bloq densd niv;
model AT=bloq densd bloq*densd niv densd*niv;
test h=bloq e=bloq*densd;
test h=densd e=bloq*densd;
means densd / duncan e=bloq*densd;
means niv / duncan;
means densd niv densd*niv;
run;

```

Anexo 2. Número de hojas de cebada

Promedios Número de hojas de la cebada

Tratamientos	promedios
T1 a1 * c1	17.8
T2 a1 * c2	22.5
T3 a1 * c3	19.9
T4 a2 * c1	22.0
T5 a2 * c2	25.7
T6 a2 * c3	21.8
T7 a3 * c1	17.9
T8 a3 * c2	18.3
T9 a3 * c3	15.4

Tabla de doble entrada de de número de hojas de la cebada

Densidad	niveles de abono			
	c1	c2	c3	
a1	71.2	89.9	79.8	240.9
a2	88.1	102.8	87.4	278.3
a3	71.6	73.2	61.6	206.4
	230.9	265.9	228.8	725.6

Programa del SAS

```
Data NH;  
input bloq densd niv NH;  
cards;
```

```
1 1 1 4.69 2 1 1 4.73 3 1 1 4.09 4 1 1 3.74  
1 1 2 5.38 2 1 2 4.75 3 1 2 4.56 4 1 2 4.63  
1 1 3 4.58 2 1 2 4.53 3 1 3 4.47 4 1 3 4.71  
1 2 1 4.69 2 1 2 4.81 3 2 1 4.30 4 2 1 4.51  
1 2 2 4.58 2 2 2 3.49 3 2 2 5.29 4 2 2 5.25  
1 2 3 4.47 2 2 3 4.60 3 2 3 5.34 4 2 3 4.64  
1 3 1 4.00 2 3 1 4.77 3 3 1 4.14 4 2 3 4.42  
1 3 2 4.12 2 3 2 4.24 3 3 2 4.66 4 3 2 4.51  
1 3 3 3.82 2 3 3 3.79 3 3 3 4.48 4 3 3 4.06
```

```
;  
proc glm;  
class bloq densd niv;  
model NH=bloq densd bloq*densd niv densd*niv;  
test h=bloq e=bloq*densd;  
test h=densd e=bloq*densd;  
means densd / duncan e=bloq*densd;  
means niv / duncan;
```

Anexo 3. Número de macollos

Promedios Número de macollos de la cebada

Tratamientos	promedios
T1 a1 * c1	3.2
T2 a1 * c2	3.9
T3 a1 * c3	3.8
T4 a2 * c1	4.2
T5 a2 * c2	4.8
T6 a2 * c3	4.2
T7 a3 * c1	3.2
T8 a3 * c2	3.3
T9 a3 * c3	3.1

Tabla de doble entrada de número de macollos de la cebada

Densidad	niveles de abono			
	c1	c2	c3	
a1	12.7	15.9	15.5	44.1
a2	16.9	19.5	16.9	53.3
a3	12.8	13.5	12.3	38.6
	42.4	48.9	44.7	136

Programa del SAS

```
Data NM;
input bloq densd niv NM;
cards;
```

```
1 1 1 3.6 2 1 1 3.0 3 1 1 3.1 4 1 1 2.6
1 1 2 4.5 2 1 2 4.9 3 1 2 3.8 4 1 2 4.7
1 1 3 4.1 2 1 2 4.8 3 1 3 4.7 4 1 3 4.0
1 2 1 4.6 2 1 2 4.2 3 2 1 3.5 4 2 1 3.6
1 2 2 3.9 2 2 2 5.0 3 2 2 5.1 4 2 2 5.0
1 2 3 3.9 2 2 3 4.0 3 2 3 4.0 4 2 3 3.8
1 3 1 3.2 2 3 1 3.0 3 3 1 3.0 4 2 3 3.1
1 3 2 3.0 2 3 2 2.8 3 3 2 2.8 4 3 2 3.9
1 3 3 2.9 2 3 3 2.7 3 3 3 2.7 4 3 3 3.0
```

```
;
proc glm;
class bloq densd niv;
model NM=bloq densd bloq*densd niv densd*niv;
test h=bloq e=bloq*densd;
test h=densd e=bloq*densd;
means densd / duncan e=bloq*densd;
means niv / duncan;
means densd niv densd*niv;
run;
```

Anexo 4. Índice de área foliar

Promedios Índice de área foliar (dm²/m²) de la cebada

Tratamientos	promedios
T1 a1 * c1	58.9
T2 a1 * c2	68.2
T3 a1 * c3	61.4
T4 a2 * c1	63.8
T5 a2 * c2	79.3
T6 a2 * c3	67.3
T7 a3 * c1	55.4
T8 a3 * c2	62.7
T9 a3 * c3	55.7

Tabla de doble entrada de rendimiento de Índice de Área foliar de la cebada

Densidad	niveles de abono			
	c1	c2	c3	
a1	235.9	273.0	245.6	754.5
a2	255.0	317.5	269.2	841.7
a3	221.8	250.9	223.1	695.8
	712.7	841.4	737.9	2292

Programa del SAS

```
Data IAF;
input bloq densd niv IAF;
cards;
```

```
1 1 1 57.12 2 1 1 68.11 3 1 1 66.23 4 1 1 66.51
1 1 2 68.26 2 1 2 71.14 3 1 2 77.68 4 1 2 76.13
1 1 3 64.11 2 1 2 65.20 3 1 3 68.21 4 1 3 63.12
1 2 1 53.11 2 1 2 63.40 3 2 1 65.80 4 2 1 66.92
1 2 2 62.23 2 2 3 77.12 3 2 2 75.99 4 2 2 62.18
1 2 3 72.27 2 2 3 68.14 3 2 3 64.10 4 2 3 63.62
1 3 1 51.60 2 3 1 51.91 3 3 1 53.19 4 2 3 60.13
1 3 2 50.71 2 3 2 56.13 3 3 2 58.98 4 3 2 58.12
1 3 3 55.12 2 3 3 50.02 3 3 3 53.91 4 3 3 54.12
```

```

;
proc glm;
class bloq densd niv;
model IAF=bloq densd bloq*densd niv densd*niv;
test h=bloq e=bloq*densd;
test h=densd e=bloq*densd;
means densd / duncan e=bloq*densd;
means niv / duncan;
means densd niv densd*niv;
run;

```

Anexo 5. Materia verde (t/ha)

Promedios de materia verde del cultivo de cebada

Tratamientos	promedios
T1 a1 * c1	10.12
T2 a1 * c2	13.14
T3 a1 * c3	12.05
T4 a2 * c1	11.26
T5 a2 * c2	14.13
T6 a2 * c3	13.46
T7 a3 * c1	10.75
T8 a3 * c2	12.27
T9 a3 * c3	13.51

Tabla de doble entrada de rendimiento de material verde de la cebada

Densidad	niveles de abono			
	c1	c2	c3	
a1	40.48	52.57	48.23	141.28
a2	45.06	56.53	53.86	155.45
a3	43.03	49.08	54.06	146.16
	128.57	158.18	156.15	442.89

Programa del SAS

```
Data RMV;  
input bloq densd niv RMV;  
cards;
```

```
1 1 1 9.92 2 1 1 11.8 3 1 1 9.98 4 1 1 8.80  
1 1 2 14.0 2 1 2 13.0 3 1 2 12.0 4 1 2 13.6  
1 1 3 14.8 2 1 2 10.6 3 1 3 11.0 4 1 3 11.8  
1 2 1 8.06 2 1 2 13.0 3 2 1 10.4 4 2 1 11.8  
1 2 2 10.2 2 2 2 14.0 3 2 2 13.0 4 2 2 19.3  
1 2 3 9.17 2 2 3 13.0 3 2 3 14.8 4 2 3 17.0  
1 3 1 9.80 2 3 1 15.6 3 3 1 8.80 4 2 3 8.80  
1 3 2 15.3 2 3 2 15.3 3 3 2 9.17 4 3 2 9.17  
1 3 3 10.3 2 3 3 14.6 3 3 3 14.6 4 3 3 14.6
```

```
;  
proc glm;  
class bloq densd niv;  
model RMV=bloq densd bloq*densd niv densd*niv;  
test h=bloq e=bloq*densd;  
test h=densd e=bloq*densd;  
means densd / duncan e=bloq*densd;  
means niv / duncan;  
means densd niv densd*niv;
```

Anexo 6. Rendimiento de materia seca (t/ha)

Promedios rendimiento de materia seca de la cebada

Tratamientos	promedios
T1 a1 * c1	2.60
T2 a1 * c2	3.26
T3 a1 * c3	3.02
T4 a2 * c1	2.90
T5 a2 * c2	3.91
T6 a2 * c3	3.40
T7 a3 * c1	2.85
T8 a3 * c2	3.00
T9 a3 * c3	3.60

Tabla de doble entrada de rendimiento de material seca de la cebada

Densidad	niveles de abono			
	c1	c2	c3	
a1	2.60	3.26	3.02	8.88
a2	2.90	3.91	3.40	10.21
a3	2.85	3.00	6.60	8.45
	8.35	10.17	13.02	27.46

Programadel SAS

```
Data MS;
input bloq densd niv MS;
cards;
```

```
1 1 1 1.86 2 1 1 1.98 3 1 1 1.87 4 1 1 1.85
1 1 2 2.12 2 1 2 2.04 3 1 2 1.99 4 1 2 2.10
1 1 3 2.16 2 1 2 1.92 3 1 3 1.93 4 1 3 1.98
1 2 1 1.73 2 1 2 2.15 3 2 1 1.89 4 2 1 2.00
1 2 2 1.88 2 2 2 2.12 3 2 2 2.06 4 2 2 2.61
1 2 3 1.81 2 2 3 2.06 3 2 3 2.15 4 2 3 2.28
1 3 1 1.85 2 3 1 2.23 3 3 1 1.85 4 2 3 1.85
1 3 2 2.20 2 3 2 2.14 3 3 2 1.81 4 3 2 1.81
1 3 3 1.89 2 3 3 2.22 3 3 3 2.22 4 3 3 2.22
```

```
;
proc glm;
class bloq densd niv;
model MS=bloq densd bloq*densd niv densd*niv;
test h=bloq e=bloq*densd;
test h=densd e=bloq*densd;
means densd / duncan e=bloq*densd;
means niv / duncan;
means densd niv densd*niv;
run;
```

Anexo 7. Cronograma de actividades

Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.
Preparación del terreno	-----				
Siembra		-----			
Aplicación de abono orgánico		-----			
Labores culturales			-----	-----	
Cosecha					-----
Toma de datos		-----	-----	-----	
Trabajo de gabinete					

Anexo 8. Resumen de la variación climática del municipio de tiahuanaco 2004-2005

Mes	Temperatura (°C)			Humedad Relativa %	Precipitación (mm)
	Max	Min	Media		
AGO	17.4	-8.4	6.2	62.2	23.9
SEP	18.2	-6.4	8.1	68.0	15.4
OCT	20.5	-4.6	9.2	56.0	15.5
NOV	21.4	-2.5	10.7	57.0	28.8
DIC	21.0	-0.5	21.0	69.6	45.0
ENE	20.0	2.0	10.7	69.6	70.9
FEB	18.0	0.5	10.0	75.3	130.9
MAR	20.2	-1.4	10.5	63.0	28.5
ABR	19.8	-3.0	9.1	58.7	17.6
MAY	19.4	-4.0	5.7	40.0	1.6
JUN	19.4	-9.5	6.6	41.1	0.0
JUL	18.5	-9.0	4.4	43.0	0.0

Anexo10. Fotografías del trabajo de campo



Emergencia del cultivo de cebada



Crecimiento y comienzo del macollamiento



macollamiento



Entallecimiento



Cosecha del la unidad experimental



