

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



Tesis de grado

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LOS DIFERENTES
NIVELES DE MATERIA ORGÁNICA EN EL
COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS
VARIETADES DE CEBOLLA (*Allium cepa L.*) EN LA
COMUNIDAD DE KHASA ACHUTA DEL DEPARTAMENTO
DE LA PAZ**

Presentado por:

Marco José Quezada Apaza

LA PAZ – BOLIVIA

2011

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

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LOS DIFERENTES NIVELES DE MATERIA
ORGÁNICA EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS
VARIETADES DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.) EN LA COMUNIDAD DE KHASA
ACHUTA DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ

Tesis de grado presentada como
requisito parcial para optar el
título de Ingeniero Agrónomo

Presentado por:

Marco José Quezada Apaza

ASESORES:

Ing. MSc. Celia Fernandez Ch. -----

Ing. MSc. Jorge Guzman Calla -----

Ing. Hans Mercado Rios -----

TRIBUNAL REVISOR:

Ing. Bernardo Ticona -----

Ing. Freddy Porco Chiri -----

Ing. Rene Calatayud Valdez -----

Presidente -----

APROBADA

U. M. S. A.
LA PAZ – BOLIVIA
2011



DEDICATORIA

*Por el apoyo incondicional a mis queridos padres
Zacarias Quezada Tusco y Julia Apaza Flores*

*A mis queridos hermanos Romer A. Quezada Apaza
y José Manuel Quezada Apaza por su incentivo y
cariño brindado*

*A mi esposa y compañera de vida Wara Q'inita
Yampara Blanco, y a mi futuro hijo que me muestra la
alegría de la vida y el futuro.*

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a las siguientes personas e instituciones:

A la UMSA; Facultad de Agronomía, Carrera de Ingeniería Agronómica.

Al Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas por la provisión del material vegetal (Plantines de cebolla).

A los miembros del comité de asesores: Ing. Jorge W. Guzmán Calla, Ing. Celia Fernández Ch., Hans Mercado Ríos por el aporte valioso y enriquecimiento del presente trabajo.

A los miembros del tribunal revisor: Ing. René Calatayud, Freddy Porco y Bernardo Ticona por sus acertadas observaciones para la conclusión y redacción del trabajo de investigación.

A mis amigos de la facultad de agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, (UMSA), generación 2009, por su amistad y compañía.

RESUMEN

El cultivo de las hortalizas se constituye en un importante alimento humano porque son ricas en vitaminas y sales minerales. Precisamente dentro de este grupo se encuentra a nivel mundial la cebolla, que es una de las hortalizas más antiguas de mayor consumo alimenticio en la dieta diaria de las familias, y una de las pocas especies que tiene de prosperar bajo las circunstancias climáticas adversas de la época de invierno en las que se encuentra la zona del altiplano de Bolivia.

Para la presente investigación se utilizaron dos variedades de cebolla, variedad navideña y perilla, las cuales proceden de los valles de Cochabamba,

Según FDTA-Valles (2007), la materia orgánica es imprescindible en cultivos de hortalizas. En Bolivia en general se recomienda de 10 a 20 t/ha de estiércol de ovino.

Según Cori (2003), De los 8 tratamientos evaluados, la variedad roja arequipeña a una aplicación de 20 y 30 Mg/ha de estiércol, obtuvieron los mejores resultados con 49,76 y 54,16 t/ha.

Evaluar el efecto de los diferentes niveles de materia orgánica en el comportamiento agronómico de dos variedades de cebolla (*Allium cepa L.*) en la comunidad de Khasa Achuta del Departamento de La Paz.

En la presente investigación se plantearon 2 factores de estudio, el primero compuesto por los niveles de materia orgánica (estiércol de ovino) de 0 t/ha, 10 t/ha, 20 t/ha, y el segundo factor representado por las variedades de cebolla: perilla y navideña. Teniendo 6 Tratamientos: T1= 0 t/ha + perilla, T2= 0 t/ha + navideña, T3= 10 t/ha + perilla, T4= 10 t/ha + navideña, T5= 20 t/ha + perilla, T6= 20 t/ha + navideña.

En cuanto a los niveles de materia orgánica de 0 t/ha, 10 t/ha, 20 t/ha hubo diferencias significativas en las variables de diámetro del bulbo (4,17 cm, 4,23 cm, 4,65 cm respectivamente), rendimiento (6,35 t/ha, 7,81 t/ha, 12,62 t/ha). De los tres niveles de materia orgánica, el nivel de 20 t/ha sobresalió en las dos variables anteriores, por lo que al igual que FDTA-Valles (2007), y Cori (2003) se recomienda para diferentes variedades de cebolla, no solo en el altiplano, sino también en valles.

Con relación a las variedades perilla y navideña, se observó una diferencia significativa en la mayoría de las variables como ser: % de prendimiento (40,13%, 80,24%), altura de planta (46,62 cm, 66,22cm), número de hojas (7,33 hojas, 8,81 hojas), diámetro del falso tallo (16,24 mm, 23,67 mm), longitud del bulbo (5,45 cm, 6,54 cm), longitud de la raíz (9,66 cm, 10,67 cm, rendimiento (5,2 t/ha, 12,67 t/ha respectivamente) sobresaliendo en estas variables la variedad Navideña. De las dos variedades estudiadas, la variedad Navideña fue en la que se observó el normal crecimiento y desarrollo, en el altiplano ya que esta presenta cambios bruscos del clima como granizadas y heladas.

Respecto a los beneficios costos se obtuvo beneficios de 0,59 Bs/m² del T1, T2 con 1,28 Bs/m², T3 con 0,69 Bs/m², T4 con 1,27 Bs/m², T5 con 1,10 Bs/m² y T6 con 1,66 Bs/m², obteniendo un mayor beneficio en el tratamiento T6 (20 t/ha + variedad navideña) del cual se gana 0,66 Bs. por cada 1Bs.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	4
2.1. OBJETIVO GENERAL	4
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
3. REVISIÓN DE LITERATURA	5
3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CULTIVO DE CEBOLLA	5
3.1.1. Origen de la cebolla.....	5
3.1.2. Zonas de producción en Bolivia	5
3.1.3. Importancia y valor nutritivo de cebolla.....	6
3.1.4. Clasificación sistemática de la cebolla.....	7
3.1.5. Variedades de cebolla.....	7
3.1.6. Características botánica.....	9
3.1.7. Ciclo vegetativo de la cebolla.....	11
3.1.8. Factores que influyen en la formación del bulbo.....	12
3.1.9. Exigencias edafoclimáticas.....	14
3.1.9.1. Clima.....	14
3.1.9.2. Temperatura.....	14
3.1.9.3. Humedad.....	15
3.1.9.4. Fotoperiodo	15
3.1.9.5. Suelo.....	16
3.1.9.6. Riego	16
3.1.9.7. Requerimientos nutricionales de la cebolla.....	17
3.1.10. Manejo del cultivo de cebolla	19
3.1.10.1. Almacigo.....	19
3.1.10.2. Preparación del suelo.....	21
3.1.10.3. Densidad de siembra.....	21
3.1.10.4. Trasplante.....	21
3.1.10.5. Labores culturales.....	22
3.1.10.6. Cosecha y rendimiento.....	24
3.1.10.7. Plagas y enfermedades en el desarrollo del cultivo	25
3.1.10.9. Daños causados por factores climáticos.....	31

3.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA MATERIA ORGÁNICA (ESTIÉRCOL DE OVINO).....	31
3.2.1. <i>Estiércol</i>	32
3.2.2. <i>Ventajas y desventajas del Materia Orgánica (Estiércol de ovino)</i>	32
3.2.3. <i>Niveles de Materia Orgánica (Estiércol de ovino)</i>	33
3.2.4. <i>Grados de descomposición del estiércol de ovino</i>	34
4. LOCALIZACIÓN	36
4.1. CLIMA	36
4.2. TOPOGRAFÍA.....	37
4.3. SUELOS	37
4.4. FAUNA Y FLORA	37
5. MATERIALES Y MÉTODOS	38
5.1. MATERIALES	38
5.1.1. <i>Material Vegetal</i>	38
5.1.2. <i>Materia orgánica (Estiércol de ovino)</i>	39
5.1.3. <i>Material de Campo</i>	39
5.1.4. <i>Material de escritorio</i>	39
5.2. METODOLOGÍA.....	40
5.2.1. <i>Área de estudio</i>	40
5.2.2. <i>Preparación del terreno</i>	40
5.2.3. <i>Incorporación de la materia orgánica</i>	40
5.2.4. <i>Trasplante</i>	41
5.2.5. <i>Refalle</i>	41
5.2.6. <i>Labores culturales</i>	42
5.2.7. <i>Plagas</i>	42
5.2.8. <i>Enfermedades</i>	43
5.2.9. <i>Daños causados por fenómenos climáticos</i>	43
5.3. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	44
5.4. FACTORES DE ESTUDIO.....	44
5.5. FORMULACION DE LOS TRATAMIENTOS.....	44
5.6. VARIABLES DE ESTUDIO	45
5.6.1. <i>Parámetros edafoclimáticos</i>	45
5.6.2. <i>Variables fenológicas</i>	45
5.6.3. <i>Variables agronomicas</i>	46
5.6.4. <i>Variables de rendimiento</i>	46
5.6.5. <i>Análisis económico</i>	47
5.6.6. <i>Análisis estadístico</i>	48
6.- RESULTADOS Y DISCUSIONES	49
6.1. VARIABLES DE ESTUDIO	49
6.1.1. <i>Temperatura</i>	49
6.1.2. <i>Precipitación</i>	50
6.1.3. <i>Análisis del suelo de la parcela experimental</i>	50
6.1.3.1. <i>Propiedades físicas</i>	50
6.1.3.2. <i>Propiedades químicas</i>	51
6.1.3.3. <i>Estado de la fertilidad del suelo</i>	52

6.2. INCORPORACIÓN DE ESTIÉRCOL DE OVINO (M.O.)	52
6.3 VARIABLES DE RESPUESTA DE LA INVESTIGACIÓN	54
6.3.1. Porcentaje de prendimiento	54
6.3.2. Altura de planta.....	56
6.3.3. Número de hojas	59
6.3.4. Diámetro del falso tallo.....	62
6.3.5. Diámetro del bulbo.....	64
6.3.6. Longitud del bulbo	66
6.3.7. Longitud de la raíz.....	68
6.3.8. Rendimiento en TN/HA	70
6.3.9. Peso por categoría	74
6.3.10. Costos por tratamiento.....	75
6.3.11. Análisis de dominancia	77
7.- CONCLUSIONES	79
8.- RECOMENDACIONES	81
BIBLIOGRAFÍA.....	82
ANEXOS	86

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Variedades de cebolla	8
Figura 2. Principales etapas fenológicas de la cebolla híbrido suprema f1	12
Figura 3: daño causado por peronospora destructor. La hoja de la izquierda presenta el síntoma conocido como cenicilla o mildiu, mientras que la hoja central y la de la derecha todavía se ven sanas.....	28
Figura 4: síntoma de mancha purpura y volteo del tallo floral causado por altemaria porri... 29	
Figura 5. A) porcentaje de incidencia acumulada de la enfermedad pudrición blanca por el hongo <i>sclerotium cepivorum</i> berk, en el cultivo de cebolla híbrido suprema f1 cultivada en tres lotes: con baja densidad del inoculo (0,021 esclerocios gr ⁻¹ de suelo), con media densidad de inoculo (0,052 esclerocios gr ⁻¹ de suelo), y con alta densidad de inoculo (0,044 esclerocios gr ⁻¹ de suelo), y su relación con las etapas fenológicas (ponce, 2007)	30
Figura 6. Ubicación geográfica de <i>khasa achuta</i>	36
Figura 7. Material vegetal las dos variedades, navideña y perilla.....	39
Figura 8. Área donde se llevo a cabo el experimento.....	40
Figura 9. Trasplante de las dos variedades	41
Figura 10. Perdida de las hojas a causa del granizo	43
Figura 11. Medición de ph en campo	45
Figura 12. Comportamiento de la temperatura durante el ciclo vegetativo de la cebolla gestión 2009 – 2010.....	49
Figura 13. Precipitación pluvial ocurrida durante el desarrollo del cultivo en la comunidad de khasa achuta, gestión 2009 – 2010 (mm)	50
Figura 14. Comparación de medias duncan (5%) del porcentaje de prendimiento de las dos variedades	55
Figura 15. Comportamiento de la altura de la planta en los estados de desarrollo	56
Figura 16. Comparación de medias duncan (5%) de la altura de planta.....	58
Figura 17. Comportamiento del número de hojas en los estados de desarrollo.....	59

Figura 18. Comparación de medias duncan (5%) del número de hojas entre variedades	61
Figura 19. Comparación de medias duncan (5%) del diámetro del falso tallo entre variedades	63
Figura 20. Comparación de medias duncan (5%) del diámetro del bulbo entre los niveles de materia orgánica.....	65
Figura 21. Comparación de medias duncan (5%) de la longitud del bulbo (cm) entre variedades de cebolla	67
Figura 22. Comparación de medias duncan (5%) de la longitud de la raíz (cm) entre variedades	69
Figura 23. Comparación de medias duncan (5%) del rendimiento (tn/ha) entre los niveles de materia orgánica.....	71
Figura 24. Comparación de medias duncan (5%) rendimiento (tn/ha) entre variedades	72
Figura 25. Análisis de efecto simple en la interacción materia orgánica x variedades	73
Figura 26. Comparación de medias duncan (5%) del peso por unidad (gr).....	74
Figura 27. Análisis de dominancia	78

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Valor nutricional de la cebolla por cada 100 gr de cebolla.....	7
Cuadro 2. Riego según estadios de crecimiento en el cultivo de cebolla.....	17
Cuadro 3. Estadísticas de producción de cebolla en bolivia (kg/ha).....	25
Cuadro 4. Volumen y peso aproximado de las capas de estiércol en el corral.....	35
Cuadro 5. Análisis físico del suelo.....	51
Cuadro 6. Análisis químico del suelo.....	51
Cuadro 7. Análisis químico del estiércol de ovino (materia orgánica).....	53
Cuadro 8. Cantidad de elementos nutritivos asimilados por el cultivo de cebolla.....	54
Cuadro 9. Análisis de varianza del porcentaje de prendimiento.....	54
Cuadro 10. Análisis de varianza de la altura de planta.....	57
Cuadro 11. Análisis de varianza del número de hojas.....	60
Cuadro 12. Análisis de varianza del diámetro del falso tallo.....	62
Cuadro 13. Análisis de varianza del diámetro del bulbo.....	64
Cuadro 14. Análisis de varianza de la longitud del bulbo.....	66
Cuadro 15. Análisis de varianza de la longitud de la raíz.....	68
Cuadro 16. Análisis de varianza del rendimiento.....	70
Cuadro 17. Costos de producción, relación beneficio costo por tratamiento (1 m ²).....	75
Cuadro 18. Análisis de dominancia para los tratamientos.....	77

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de las hortalizas se constituye en un importante alimento humano porque son ricas en vitaminas y sales minerales. Precisamente la cebolla dentro de este grupo, se encuentra a nivel mundial como una de las hortalizas más antiguas de mayor consumo alimenticio en la dieta diaria de las familias. En el altiplano Boliviano una de las pocas especies de producción a secano, es decir en época de lluvia, es el cultivo de cebolla.

La producción mundial de cebolla se encuentra en constante incremento, habiendo pasado de 43 millones de toneladas en 1996 a casi 65 millones en 2006. El crecimiento acumulado en este periodo fue de casi un 50 %, con una tasa promedio anual del 4,93 %. Este importante aumento en la producción se debe tanto al incremento de las áreas cosechadas como también a la mejora en los rendimientos productivos, que pasaron de 17,6 toneladas por hectárea a 19,55 toneladas. Esta tendencia se muestra más firme a partir del comienzo de esta década. (OTTONE, 2008).

Más del 50% de la producción se concentra entre los 5 principales países productores; China con 19,80 millones de toneladas, que participa con el 31,1 %, le sigue India con un volumen de 6,44 millones (9,9%), luego EE.UU. con 3,34 millones (5,1%), Pakistán 2,05 millones (3,1%) y Rusia con una producción de casi 1,8 millones de toneladas en 2006 representando el 2,75% de la producción mundial. El principal productor cubre prácticamente la tercera parte de la producción mundial (OTTONE, 2008).

La producción de América Latina representa el 9% de la producción mundial, siendo los países más importantes México, Brasil, Argentina, Colombia y Chile. En sud América Brasil produce el 32%, Argentina 21%, Perú 14%, Colombia 13%, Chile 10%, Venezuela 7%, los demás países el 3% (OTTONE, 2008).

Bolivia pasó a ser el primer exportador mundial de cebolla dulce orgánica del mundo, luego de que consolidó la exportación de 9.000 toneladas certificadas de este producto a mercados especializados de Estados Unidos y Brasil (SIBTA, 2006).

La agricultura tradicional en Bolivia, antes de la aparición de los fertilizantes químicos estuvo basado en la aplicación de abonos orgánicos, entre ellos se destacan los estiércoles de ovino, bovino, camélido y otros; lo utilizaban de manera tradicional y empírica en cultivos de mayor rentabilidad como son la papa y las hortalizas.

En el Altiplano Entre los abonos más utilizados como fuente de nutrientes para los cultivos son el estiércol de ovino y vacuno. Este abono tiene vital importancia en la producción de cebolla, ya que este determina el tamaño del bulbo. Además mejoran las propiedades físicas - químicas y biológicas del suelo.

En Cochabamba, la siembra realizada en septiembre de 2006 y destinada a la producción orgánica, ha alcanzado a 16 hectáreas, entre cebolla roja (3) y blanca (13). Por otro lado, hace cinco años, la FDTA-Valles realizó pruebas de adaptación de distintas variedades de cebolla (FDTA-Valles, 2007).

La producción de cebolla blanca no es tan difundida en el Altiplano a pesar que este cultivo es rentable por la demanda que existe actualmente en el mercado, siendo otra alternativa para mejorar los ingresos económicos del campesino. Al respecto Morales (1987), afirma que en el altiplano norte los rendimientos para el cultivo de cebolla varían entre 1500 a 15000 kg/ha dependiendo de las condiciones fitosanitaria.

El cultivo de cebolla, bajo las condiciones climáticas naturales del Altiplano Norte, principalmente a temperaturas bajas nocturnas (época de invierno), tuvo un crecimiento y desarrollo normal en un ciclo de 174 días desde el trasplante hasta la cosecha del cultivo, menciona (Cori, 2003).

La cebolla blanca en nuestro medio es comercializada principalmente como bulbo (Cabeza). Desde el punto de vista nutricional es muy rica en vitamina A y minerales (yodo) que es indispensable en la nutrición cotidiana mediante estudios realizados por INTA.

El presente trabajo está orientado a la producción de cebolla de dos variedades **Navideña y Perilla** (*Allium cepa L.*) bajo el efecto de diferentes niveles de estiércol de ovino. Mediante la investigación se busca un nivel óptimo de abonamiento y la adaptabilidad en condiciones edafoclimáticas para las variedades mencionadas, en altiplano Norte del Departamento de La Paz.

Otra de las causas de la presente investigación, es que no existen estudios de adaptabilidad y niveles de abonamiento de estas dos variedades de cebolla en el altiplano.

2. OBJETIVOS

2.1. *Objetivo General*

- ❖ Evaluar el efecto de los diferentes niveles de materia orgánica en el comportamiento agronómico de dos variedades de cebolla (*Allium cepa L.*) en la comunidad de Khasa Achuta del Departamento de La Paz.

2.2. *Objetivos Específicos*

- ❖ Estudiar el efecto de los niveles de materia orgánica en el comportamiento agronómico de las dos variedades de cebolla.
- ❖ Evaluar el comportamiento agronómico en las dos variedades de cebolla Navideña y Perilla.
- ❖ Analizar la interacción entre materia orgánica y variedades de cebolla.
- ❖ Comparar los costos de producción de los tratamientos propuestos.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. *Características generales del cultivo de cebolla*

3.1.1. Origen de la cebolla

Según (Maroto 1995), la cebolla es una planta originaria probablemente de Asia cuyo cultivo es conocido por el hombre desde hace varios miles de años siendo una hortaliza muy apreciada por los antiguos pobladores del Mediterráneo, en especial por las civilizaciones egipcias, que atribuían a la cebolla características alimenticias, propiedades curativas e incluso mágicas.

El origen primario de la cebolla es el Asia Central y como centro secundario las costas del mediterráneo. Las primeras referencias de remontan hacia 3200 a.C. Fue cultivada por egipcios, griegos y romanos. En la edad media los romanos introdujeron el cultivo en países mediterráneos, donde se seleccionó variedades de bulbo grandes que dieron origen a las variedades modernas. La cebolla llegó a América Central por medio de los primeros colonizadores (FDTA-Valles, 2007).

3.1.2. Zonas de producción en Bolivia

Según PROINPA (2003), las zonas productoras de cebolla más importantes del país son: **Cochabamba:** Valle Bajo (Sipe Sipe, Parotani, Vincuntaya, Playa Ancha, Capinota), Mizque, **Santa Cruz:** Saipina y Comarapa (San Isidro), **Chuquisaca:** Culpina y Las Carreras. **Tarija:** El Puente. Se estima que en Cochabamba, Santa Cruz, Chuquisaca y Tarija, 2.900 familias productoras de cebolla, cultivan alrededor de 2.100 has.

El programa de cebolla de la FDTA-Valles (2007) atiende a 10,070 unidades familiares (5102 en Cochabamba), (2151 en Tarija), (1211 en Chuquisaca), (1304 en Santa Cruz), (151 en Oruro) y (151 en La Paz), un total de 7000 hectáreas de cebolla

son cultivadas anualmente por estas familias, generando un valor superior a los 12 millones de dólares anuales, valor logrado a través de la venta de 126000 toneladas de cebolla roja y blanca.

3.1.3. Importancia y valor nutritivo de cebolla

La producción mundial, para 2003, fue de 52 millones de toneladas; la China y la India con 15,6 y 6,5 millones de toneladas, respectivamente, fueron los principales países productores. En Colombia, su producción anual se estima en 400.000 toneladas y se ubica principalmente en los departamentos de Boyaca, Cundinamarca, Santander y Narino. En lo relativo al consumo de cebolla, Colombia ocupa un lugar importante a nivel americano y su consumo persona- año es de 10,3 kilos frente a 8,3 kilos en el mundo. (SENA ,2010).

La cebolla (*Allium cepa* L.) es una hortaliza que normalmente se produce en superficies pequeñas y que a menudo se encuentra vinculada a la producción de zanahoria. La producción de cebolla en Bolivia está concentrada en pequeños agricultores, localizados en zonas de valles bajo riego. (PROINPA, 2003).

En Bolivia, la producción de cebolla se realiza prácticamente durante todo el año, aunque son los microclimas de cada región los que determinan las fechas adecuadas de siembra y trasplante de este cultivo. (PROINPA, 2003).

Según FDTA-Valles (2007), cada 1000 kilogramos de cebolla contiene 1,70 kg de fosforo, 1,56 kg de potasio y 3,36 kg de calcio, lo cual indica que es una planta con elevadas necesidades nutricionales. La incorporación de abono mineral se realiza con la última labor preparatoria del terreno próxima al trasplante, en una capa de unos 20 cm.

Cuadro 1. Valor nutricional de la cebolla por cada 100 gr de cebolla

Componente	Fuente Maroto (1995)	Fuente INTA (2004) mencionado por FDTA-Valles (2007)	Fuente Pamplona (2003)
Agua	86 - 90 gr	92,0 gr	
Calcio	27 – 62 mg	60,0 mg	20 mg
Hierro	0,5 – 1 mg	1,9 mg	0.22 mg
Fosforo	27 – 73 mg	33.0 mg	33 mg
Potasio	120 – 180 mg	257,0 mg	157 mg
Sodio		4,0 mg	3 mg
Azufre	61 – 73 mg		
Magnesio	16 – 25 mg		10 mg
Yodo	0,03 mg		
Carbohidratos	6 – 11 gr	5,6 gr	6.83 gr
Fibra		0,8 gr	1.8 gr
Grasa	0,1 – 0,6 gr	0,1 gr	0.16 gr
Proteína	0,5 – 1,6 gr	1,7 gr	1.16 gr
Acido ascórbico		45,0 mg	
Vitamina A	Trazas	25,0 UI	

Elaboración propia

3.1.4. Clasificación sistemática de la cebolla

Según SENA (2010), La cebolla de bulbo se sitúa en el siguiente contexto taxonómico:

Clase : Monocotiledoneae
Superorden : Liliiflorae
Orden : Asparagales
Familia : Alliaceae
Tribu : Alliae
Especie : **Allium (Cepa)**

3.1.5. Variedades de cebolla

Las variedades de cebolla son numerosas y presentan bulbos de diversas formas y colores, además pueden ser clasificadas desde diferentes puntos de vista.



Fuente: INFOAGRO, 2010

Figura 1. Variedades de cebolla

A Bolivia se introdujo desde Perú, la Arequipeña roja, primer eco tipo de la red Creole en Sud América, con larga trayectoria en la región de Lousiana que a su vez fue introducida del sur de Francia e Italia. La Red Creole o Arequipeña roja, se diseminó rápidamente por las zonas hortícolas de Bolivia. De ahí se origina la Mizqueña, Criolla Rosada, Vinteña, Caramaqueña, Bola de toro, etc. (FDTA- Valles, 2007).

Desde el punto de vista técnico, la clasificación está dada por el fotoperiodo, o sea, el número de horas de luz necesario para formar los bulbos; en nuestro medio, los materiales (variedades o híbridos) recomendados son los de días cortos e intermedios (SENA, 2010).

En función al fotoperiodo las cebollas se clasifican en:

Variedades de día Corto, son aquellas variedades que necesitan 11 horas luz para un buen desarrollo del bulbo (PNS, 2006).

Las variedades de días cortos bulbifican cuando el día tiene 11,5 a 13 horas luz. Entre estas variedades tenemos: Mizqueña, Camaneja, Rio tinto, Valencianita precoz, Savannah Sweet, Granex 33, Century, Pegasus, Arequipeña (FDTA-Valles, 2007).

Varietades de día intermedio, son aquellas variedades que necesitan 13 horas luz para un buen desarrollo del bulbo. Las variedades de días intermedios bulbifican cuando el día tiene 13 a 14 horas luz. Entre estas variedades tenemos: Rosada criolla, Perilla, San Juanina, Bola de toro, Sivan, Matahari, (FDTA-Valles, 2007).

Varietades de día largo, son aquellas variedades que necesitan más de 14 horas luz para un buen desarrollo del bulbo (PNS, 2006).

Las variedades de días largos bulbifican cuando el día tiene más de 14 horas luz (FDTA-Valles, 2007).

En Bolivia, las horas luz alcanzan su día más largo el 21 de diciembre (13,4 horas) y el día más corto el 21 de junio (11,5 horas) (FDTA-Valles, 2007).

3.1.6. Características botánicas

Según FDTA- Valles (2007), la cebolla pertenece a la familia de las Aliáceas. Es una planta herbácea y bianual. El primer año se cultiva para recolectar bulbo y el segundo año para obtener semilla.

a) Raíces

La planta de cebolla tiene un sistema radicular formado por raíces adventicias que es superficial y se extiende hasta una profundidad de 30 centímetros. Las raíces presentan pocos pelos absorbentes y esto determina una menor capacidad de absorción de la planta y mayores exigencias con respecto al balance de humedad del suelo (SENA, 2010)

Las raíces se presentan en gran número y salen de un mismo sitio dando un aspecto de cabellera, son blancas y fibrosas, carecen de raíz principal. El proceso de la raíz contempla dos tipos de crecimiento: un crecimiento horizontal que luego pasa a vertical (FDTA- Valles, 2007).

b) Tallo

El tallo verdadero de la planta es un disco o plato que se encuentra en el extremo inferior de las plantas jóvenes y de los bulbos. Sobre él se forman las yemas y las hojas y de él crecen las raíces adventicias (SENA, 2010).

Esta presentado por una masa aplastada llamada “Disco basal”, de entrenudos muy cortos, situado en la base del bulbo. El tallo verdadero o base del bulbo de la cebolla es marcadamente corto (FDTA- Valles, 2007).

c) Hojas

Las hojas de la cebolla son tubulares, puntudas en las partes superiores y ensanchadas en la parte central. Cada hoja consta de dos partes: limbo (hoja verdadera) y vaina cilíndrica y crece sucesivamente. De manera que cada hoja joven pasa por la vaina de la hoja ya crecida. Así, las vainas cilíndricas de las hojas se sitúan una dentro de otra, y de esta manera se forma el llamado falso tallo (SENA, 2010).

Insertas sobre el disco basal, están constituidas por dos partes fundamentales, una inferior o “vaina envolvente” y una lamina superior, tubular, hueca, redondeada y con sus bordes unidos. Las hojas crecen sucesivamente, de manera que cada hoja más joven pasa por la vaina de la hoja ya crecida (FDTA- Valles, 2007).

d) Bulbo

El bulbo es el órgano donde se acumulan las sustancias nutritivas de reserva y está formado por túnicas o escamas carnosas, yemas y tallo verdadero. Las escamas carnosas pueden ser abiertas o cerradas. Las abiertas se forman mediante el engrosamiento de la parte inferior de las vainas de las hojas, que normalmente habrán crecido durante el ciclo vegetativo y ellas envuelven completamente el bulbo. Las escamas cerradas se forman de las vainas enteras de las hojas que no han formado limbo y envuelven una o más yemas (SENA, 2010).

Es el órgano donde se acumulan las sustancias nutritivas de reserva durante el primer año para dar lugar a la formación de la umbela y producción de semilla en el segundo año. Consta de un conjunto de vainas envolventes o escamas carnosas (catafilas), yemas y tallo verdadero (FDTA- Valles, 2007).

e) Flores y semilla

La cebolla es una planta de polinización cruzada. En condiciones normales la floración tiene lugar en el segundo año de cultivo tras la emisión de los escapes florales, que llevan en un extremo superior una masa globosa o cónica recubierta por una bráctea membranosa blanquecina, que al rasgarse, da lugar a la aparición de una inflorescencia de tipo umbela simple, en la cual, según la variedad y el tiempo de su formación, se forman de 200 a 1.000 flores que darán lugar a las semillas (FDTA- Valles, 2007).

Las semillas son negras, redondeadas, con cierto aplastamiento. Las semillas van perdiendo su poder de germinación con el tiempo, por eso es importante la siembra al año siguiente de su producción (FDTA- Valles, 2007).

3.1.7. Ciclo vegetativo de la cebolla.

En el ciclo vegetativo de la cebolla se distinguen cuatro fases:

Crecimiento herbáceo: Comienza con la germinación, formándose un tallo muy corto, donde se inserta las raíces en el que se encuentran las células que dan lugar a las hojas. Durante esta fase tiene lugar el desarrollo de raíces y hojas (FDTA- Valles, 2007).

Formación del Bulbo: Se inicia con la paralización del sistema vegetativo aéreo y la movilización y acumulación de las sustancias de reserva en las base de las hojas interiores, que a su vez se engrosan y dan lugar al bulbo. Durante este periodo tiene lugar la producción de azúcares que luego se acumulan en el bulbo. Se requiere

fotoperíodos largos y, si la temperatura se eleva durante este proceso, esta fase se acorta (FDTA- Valles, 2007).

Reposo vegetativo: La dormancia de los bulbos tiene una duración que fluctúa entre pocos días a unos cuantos meses, dependiendo de la variedad. En general la dormancia se asocia a la precocidad de las variedades. De hecho, una cebolla tempranera tiene un periodo de dormancia de no más de un mes; las de media estación entre dos o tres meses y la tardía, más de cuatro meses. Una temperatura de 0 °C mantendrá la dormancia de las cebollas. Sin embargo, una vez que los bulbos han agotado su periodo de dormancia (dependiendo de la variedad), se produce la brotación de las hojas (FDTA-Valles, 2007).

Reproducción sexual: La reproducción sexual se realiza a través de semillas. Estas se producen en el segundo año del cultivo. Gracias a las sustancias de reserva acumuladas, meristemo apical del disco desarrolladas en un tallo floral, localizándose en su parte terminal una flor compuesta de muchas flores pequeñas a manera de umbela o paraguas (FDTA-Valles, 2007).

Según Ponce (2007), las etapas fenológicas son:

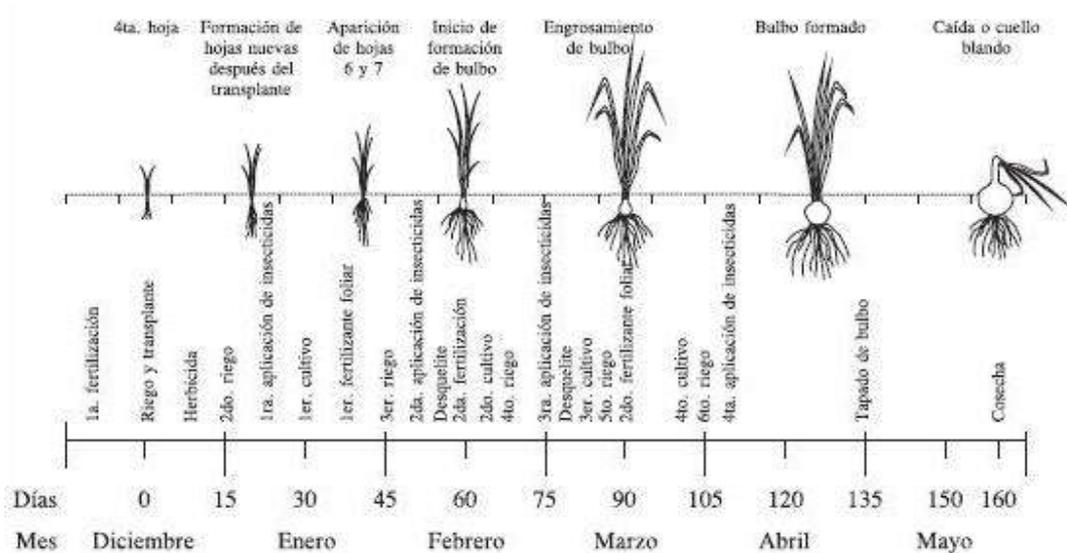


Figura 2. Principales etapas fenológicas de la cebolla híbrida Suprema F1.

3.1.8. Factores que influyen en la formación del bulbo

Según Maroto (1995), Los factores que influyen en la formación de bulbo en el cultivo de *Allium cepa* son:

- ❖ **Fotoperiodo**, La formación de bulbos en la cebolla requiere la incidencia de fotoperiodos largos. Con fotoperiodos cortos no hay formación de bulbos sino que la planta solo forma raíces y hojas (Maroto, 1995).
- ❖ **Temperatura**, Con fotoperiodos largos, la incidencia de temperaturas altas acelera la formación de bulbos, mientras que las temperaturas bajas la retrasan, pudiendo inducir la floración prematura. La acción de las bajas temperaturas sobre plantas muy pequeñas no inducen la floración, pero en plantas de mayor tamaño puede provocar la inducción floral, incluso prematura (Maroto, 1995).
- ❖ **Luminosidad**, Una fuerte incidencia luminosa incrementa el peso de los diversos órganos de la cebolla, pero a partir de un cierto valor los bulbos siguen aumentando en peso y no así los órganos restantes (Maroto, 1995).
- ❖ **Acido Indol acético**, Se cree que la formación de bulbos puede estar regida por mecanismos de naturaleza hormonal, aunque todavía no se conoce con exactitud. Se sabe, por ejemplo que el acido indol acético tiene algún efecto estimulante en la formación del bulbo (Maroto, 1995).
- ❖ **Acido Giberelico**, los bulbos maduros una vez recolectados experimenta una cierta latencia. Las temperaturas extremas (altas o bajas) pueden prolongar la latencia, mientras que las temperatura medias pueden acortarla induciendo la brotación. La aplicación de acido giberelico, puede acortar asimismo la latencia (Maroto, 1995).
- ❖ **Tamaño de la plántula**, pueden tener una cierta influencia en la formación de los bulbos de cebolla (Maroto, 1995).

-
- ❖ **Densidad de la plantación**, a mayores densidades de plantación la formación de bulbos y su maduración es rápida que a densidades bajas, lo que puede estar relacionado con un agotamiento temprano de contenidos en nitratos de los suelos (Maroto, 1995).
 - ❖ **Variedades**, Las variedades de larga duración necesitan días más largos que las variedades que maduran rápidamente. El inicio del proceso de crecimiento de bulbo será mínimo hasta que las temperaturas diarias promedien los 15 °C. Para que este proceso se inicie, es requisito alcanzar los mínimos de temperatura y longitud del día, exigidos por la variedad en particular (Llerena y Pardo, 1984)

3.1.9. Exigencias edafoclimáticas

3.1.9.1. Clima

La cebolla acepta diferentes tipos de temperatura; se desarrolla en clima cálido templado y frío, comprendidos entre los 300 y 3800 m.s.n.m.; produciéndose mejor en altitudes arriba de los 900 msnm, con ambiente seco y luminoso (FDTA-Valles, 2007).

3.1.9.2. Temperatura

La temperatura óptima para el desarrollo del cultivo esta alrededor de 13 °C a 14 °C con una máxima de 30 °C y mínima de 7 °C. La temperatura óptima para la bulcificación oscila entre 18 °C y 25 °C. Temperaturas de 25 °C a 30 °C aceleran el proceso de formación del bulbo cuando el fotoperiodo es el adecuado. En cambio, se produce un retraso progresivo en la medida que incrementa o descende la temperatura (FDTA-Valles, 2007).

La cebolla es una planta resistente al frío aunque para la formación y maduración de los bulbos requiere temperaturas altas y fotoperiodos largos. La temperatura mínima es de 5 °C y la temperatura optima entre 12 y 23 °C (Maroto, 1995).

La cebolla es una hortaliza bianual de clima frio, lo que le permite ser cultivado año redondo, llegando a tolerar temperaturas de hasta - 5 °C en etapa adulta. Las semillas comienzan a germinar a temperaturas de 2 a - 3 °C, pero muy lentamente (Valdez, 1995).

3.1.9.3. Humedad

Un exceso de humedad en el periodo de formación de bulbos, afecta negativamente el proceso de acumulación de sustancias nutritivas en el bulbo. El estrés hídrico provocado por la falta de humedad produce el cierre de estomas dando lugar a una reducción de la fotosíntesis (FDTA-Valles, 2007).

Las variaciones bruscas de humedad en el terreno puede inducir a la formación de grietas en los bulbos emparejados y se han constatado las mayores exigencias en humedad del suelo a partir del engrosamiento de los bulbos (Maroto, 1995).

3.1.9.4. Fotoperiodo

La formación de bulbos está influenciada por varios factores, pero el más importante es el fotoperiodo. El desarrollo de las plantas está influenciado por la fotosíntesis por lo que es imprescindible cuidar la densidad de siembra ya que una mayor densidad, el aprovechamiento de la luz es menor (FDTA-Valles, 2007).

El mayor desarrollo del follaje se produce del día 30 al 60 después del trasplante, por lo que es cuando menos competencia debe existir entre plantas y malezas. Cuando variedades de días largos se cultivan bajo fotoperiodos muy cortos. Las plantas forman hojas indefinidamente y no bulbifican por que no hay suficiente horas luz. Una alta luminosidad generalmente va acompañada por altas temperaturas, por eso que zonas ventosas, con cielos despejados y fuerte radiación son favorables para su cultivo (FDTA-Valles, 2007).

La cebolla es una planta de días largos, para lograr un proceso estable de inducción del bulbo se necesitan 20 días continuos con horas de luz necesarias para un cultivar

determinado. Para el crecimiento normal del sistema de hojas y plantas en general, es necesaria la luz intensa (Zabala y Ojeda, 1988).

3.1.9.5. Suelo

Aunque se ha demostrado que la cebolla es capaz de bulbificar casi en cualquier tipo de suelo, si se quiere lograr bulbos de calidad será necesario trabajar en suelos arenosos a franco – arenosos, los cuales presentan menor contenido de azufre, lo que permite un buen desarrollo de bulbo en cebollas dulces (FDTA-Valles, 2007).

En referente a los suelos, vegeta mejor en terrenos de consistencia media ligera, tan solo puede desarrollarse bien en suelos arcillosos si estos están convenientemente drenados. Es una planta medianamente tolerante a la salinidad y poco tolerantes a la acidez del suelo (Maroto, 1995).

Al respecto Villarroel (1988), indica que las cebollas se desarrollan muy bien en suelos franco, franco arcillosos, franco limosos, de topografía plana y con suficiente contenido de materia orgánica. El pH del afecta en la calidad del bulbo de la cebolla; en suelos ligeros a moderadamente ácidos se produce una cebolla con bulbo de sabor ácido fuerte; en cambio en los suelos alcalinos se produce un bulbo de sabor agradable y comible en estado crudo.

3.1.9.6. Riego

La cebolla, como todas las hortalizas demandan agua de forma permanente y abundante, el agua no debe ser salina y debe tener calidad microbiológica. En Bolivia se aplican dos sistemas de riego para la producción de cebolla, por gravedad y presurizado. El riego por gravedad es el más utilizado con aguas provenientes de fuentes superficiales como atajados, vertientes, ríos o pozos excavados y también de pozos profundos. Los cultivos de exportación utilizan sistemas presurizados como goteo y aspersión (FDTA- Valles, 2007).

Por otro lado un riego excesivo en el periodo de formación de los bulbos afecta el proceso de acumulación de sustancias nutritivas en el bulbo, lo que puede producir el brote de los bulbos durante el almacenamiento (FDTA- Valles, 2007).

**Cuadro 2. Riego según Estadios de crecimiento
en el cultivo de cebolla**

Estadios de crecimiento	Riego por gravedad	Riego presurizado
Pre – trasplante		Se realiza por lo menos dos semanas antes del trasplante de modo que tenga las camas en capacidad de campo el momento del trasplante, para asegurar el prendimiento.
Trasplante	A medida que se trasplanta se larga el agua de riego, para permitir que las plantas no sufran stress. Este riego es abundante y dura hasta completar el trasplante de toda la parcela. En caso de haberse realizado el trasplante en suelo seco, el primer riego se realiza inmediatamente después de la plantación	El primer riego se realiza durante el trasplante o inmediatamente después del mismo. Dependiendo del tipo de suelo, el tiempo de riego varía de 20 a 25 horas continuas.
Desarrollo Vegetativo	El riego se realiza con una frecuencia de 3 a 5 días dependiendo de la zona y las condiciones climáticas.	En los primeros 60 a 80 días después del trasplante mantener el riego en capacidad de campo
Desarrollo del Bulbo	Una vez consolidado el cultivo, los riegos son periódicos, evitando el encharcamiento que favorecen el ataque de hongos y bacterias.	Después de 80 días de trasplantada la cebolla la frecuencia debe ser mayor para el crecimiento del bulbo.

Fuente: FDTA- Valles, 2007

3.1.9.7. Requerimientos nutricionales de la cebolla

Según FDTA-Valles (2007), La cebolla tiene un sistema radicular poco desarrollado y de suficiente capacidad de absorción. No obstante, extrae gran cantidad de sustancias nutritivas durante el periodo en que se desarrolla el follaje. Todo eso exige que el suelo este muy bien provisto de sustancias nutritivas fácilmente absorbibles de manera que durante el periodo de crecimiento intensivo, las plantas no sufran escases de elementos.

Nitrógeno, Cuando se realiza análisis de suelo valores de nitrógeno totales (Nt) que se encuentran por debajo de 600 ppm, se considera bajos; entre 600 y 1000 son considerados medios y por encima de 1000 altos. El exceso de nitrógeno da lugar a

bulbos poco turgentes y con escaso periodo de almacenaje, por lo tanto, si se aplica nitrógeno después de los 60 días del trasplante en zonas de valles, o después de 80 días después del trasplante en zonas del altiplano, las plantas seguirán desarrollando follaje y se retrasa el inicio de la formación de bulbos (FDTA-Valles, 2007).

Fosforo, En caso de fosforo disponible (Pd), los valores menores a 3,5 ppm se consideran bajo; de 3,6 a 8 ppm medios, y superiores a 8 ppm altos. Las deficiencias de fosforo se observan en el desarrollo lento de las plantas, retraso en la madurez y un porcentaje elevado de plantas con cuellos delgados. Las hojas presentan una coloración bronceada o amarillenta. La deficiencia es más común en suelos alcalinos y pobremente drenados. El fosforo es utilizado con más eficiencia por las plantas si es aplicado con la semilla, antes de la siembra o como abonadora de fondo en el trasplante (FDTA-Valles, 2007).

Potasio, en cuanto al potasio disponible (Kd), generalmente en Bolivia los suelos están bien dotados. La aplicación adicional de este elemento se realizará principalmente en las almacigueras. Las cebollas necesitan bastante potasio, ya que favorece el desarrollo y la riqueza en azúcar del bulbo, favoreciendo también a la conservación. Antes de realizar la fertilización potásica, es importante analizar si el potasio existente en el suelo está en forma disponible. Las deficiencias del potasio se observan en las puntas de las hojas que toman una coloración café y mueren. Los bulbos aparecen suaves y con catafilas delgadas, la madurez queda retrasada y la capacidad de almacenamientos disminuye (FDTA-Valles, 2007).

Azufre, Es el elemento que proporciona los compuestos aromáticos de las aliáceas (sulfuro de alilo). Suelos con bajo contenido de este elemento pueden dar lugar a cebolla poco pungentes. Esto puede corregirse utilizando como fuente nitrogenada sulfato de amonio. Lo contrario ocurre con las cebollas dulces, en las cuales es importante trabajar con bajas concentraciones de azufre en el suelo, justamente para disminuir la producción de estos compuestos pungentes (FDTA-Valles, 2007).

Las deficiencias de azufre se encuentran raras veces en cebolla. Los síntomas son: Producción de pocas hojas de color verde pálido. Sin embargo, el desarrollo de bulbos es generalmente normal. Los compuestos de azufre juegan un rol más importante en la determinación del sabor y la pungencia de los bulbos (FDTA-Valles, 2007).

Para el caso de las variedades de cebolla dulce, el manejo del azufre es fundamental. Las cebollas dulces deben cultivarse en suelos con bajo contenido de azufre y utilizar agua también con bajo contenido de este elemento para evitar el aumento de la pungencia (FDTA-Valles, 2007).

Calcio, El suministro de calcio no es por norma necesario, si el terreno responde a las exigencias naturales de la planta, en el caso de la cebolla, el calcio favorece al endurecimiento de las catafilas y la resistencia de los bulbos al manipuleo, evitando la formación de “cascara floja”. La aplicación de calcio deberá iniciarse durante la etapa de bulbificación (FDTA-Valles, 2007).

3.1.10. Manejo del cultivo de cebolla

3.1.10.1. Almacigo

Las almacigueras o semilleros son pequeños terrenos donde se producen los plantines. Estos terrenos deben ser planos libres de sales, baja incidencia de malezas y buena fertilidad natural. Los almacigos deben ubicarse en lo posible en lugares cercanos a la plantación definitiva, a una fuente de agua y deben ser de fácil acceso (FDTA-Valles, 2007).

Se requiere entre 250 a 300 m² de almacigo para el trasplante de 1 ha, en un metro cuadrado entra de 2000 a 2500 semillas de las cuales habrá unas 1000 a 1200 planta útiles, por lo que la dosis que se calcula 1,5 a 2,5 Kg de semilla para una hectárea de trasplante (FDTA-Valles, 2007).

Preparación del sustrato, la almaciguera se prepara con un mes de anticipación. El terreno debe estar mullido y nivelado. Es importante incorporar lama o arena (en una cama de aproximadamente 10 cm de profundidad) para favorecer el desarrollo radicular de los plantines (FDTA-Valles, 2007).

Fertilización, Es importante realizar la fertilización con una buena cantidad de materia orgánica descompuesta (una carretilla por 10 m²) y el fertilizante químico como el fosfato diamónico (18-46-0) en una dosis aproximada de 20 gr/m² en función a una análisis previo del suelo. Cuando los plantines 2 a 3 hojas es recomendable hacer una aplicación de nitrato de potasio (13-0-45), en una dosis de 100 gr/m² (FDTA-Valles, 2007).

Nivelación, es imprescindible que la cama o platabanda este muy bien nivelada y tenga una pendiente de 1 a 3%, que permita que el agua se escurra y no haya problemas de pudrición de raíces por encharcamiento (FDTA-Valles, 2007).

Siembra, distribuir manualmente de 8 a 10 gr de semilla por metro cuadrado, es decir que en 10 surcos de un metro de largo (FDTA-Valles, 2007).

Tapado de semilla, inmediatamente después de la siembra echar lama en una capa uniforme de no más de 2 cm para asegurar una germinación homogénea (FDTA-Valles, 2007).

Riego, el primer riego de la almaciguera es el más importante. Deberá ser lento y pesado, de modo que el suelo se mantenga en capacidad de campo hasta la germinación de la semilla (FDTA-Valles, 2007).

Germinación, se inicia entre los 5 y 8 días después de la siembra en función de la época, temperatura y la variedad. La uniformidad de la emergencia dependerá de la humedad, profundidad de siembra, nivelación del terreno, ataque de pájaro, incidencia de enfermedades, etc. (FDTA-Valles, 2007).

3.1.10.2. Preparación del suelo

La labor de preparación del terreno para la plantación definitiva debe iniciarse el día en que siembre el almacigo. La profundidad efectiva del suelo mullido deberá tener 15 y 20 cm, con cierto grado de humedad (FDTA-Valles, 2007).

Se deben hacer las labores de campo (aradas y rastrilladas) suficientes para obtener un terreno con un suelo suelto. Luego se preparan las aspas, cuyo ancho oscila entre 1-2 metros, dependiendo de la región, 15 centímetros de altura y una longitud que depende de las características del lote (SENA, 2010).

3.1.10.3. Densidad de siembra

Según INTA (2004) mencionado por FDTA-Valles (2007), Los almácigos se realizan en mayo-junio y se trasplanta en septiembre. Para hacer una hectárea por trasplante se necesita aproximadamente 3.5 kilos de semilla, la misma se debe sembrar en 270 metros cuadrados de almacigo. La densidad de trasplante es de 500.000 a 750.000 plantas por ha. La siembra directa se efectúa en julio-agosto y septiembre, con una densidad de 5 a 6 kilos de semilla por ha de acuerdo al tipo de suelo. Las siembras se realizan en surcos de 0.80 cm distanciados unos de otros, en doble hilera.

Utilizando unas distancias de siembra de 10 centímetros entre plantas y una separación entre hileras de 20 centímetros se obtienen 500.000 plantas por hectárea. Bajas densidades de plantas producen bajos rendimientos, debido al escaso número de bulbos medianos y grandes al momento de la cosecha; con densidades mayores se incrementa el número de bulbos pequeños y deformes (SENA, 2010).

3.1.10.4. Trasplante

Cuando los plantines han alcanzado su estado de desarrollo y vigor adecuado, se procede a su extracción para transportarlos a la parcela de producción. Se realiza cuando los plantines tienen entre 45 y 80 días (dependiendo del clima). Un plantin adecuado para un buen trasplante tiene las siguientes características: de 3 a 4 hojas, grosor del falso tallo de 6 mm, sistema radicular largo de 2 cm, cabeza del bulbo

recto, sin inicio de bulbificación longitud del plantin de 15 cm, follaje verde intenso (FDTA-Valles, 2007).

Villarroel (1988), indica que se debe trasplantar entre los 45 y 55 días de la siembra. En el momento del trasplante las plántulas deben presentar un pequeño abultamiento en el futuro bulbo. La densidad de trasplante varía de acuerdo al objetivo de la siembra del agricultor: la producción de cebolla en bulbo requiere que la densidad de trasplante sea de 35 a 40 cm entre surcos y de 8 a 10 cm entre plantas.

3.1.10.5. Labores culturales

Las labores culturales son muy necesarias para el cultivo, al ejecutarlas se incrementa los rendimientos tanto en verde, en bulbo, en semilla, y son los siguientes:

Aporque, el primer aporque se debe realizar entre los 35 y 45 días después del trasplante; esta tarea se la realiza conjuntamente con la segunda fertilización, además de ayudar a un control adecuado de las malas yerbas. El segundo aporque se realiza a los 60 días después del trasplante y consiste en una remoción más profunda del suelo alrededor de la planta, teniendo como objetivo cubrir el bulbo hasta la base de las hojas o cuello (PNS, 2006).

Deshierbe, El control de malezas en la cebolla, se realiza mediante las labores de aporque: como esta hortaliza presenta un follaje delgado y erecto, no tiene la capacidad de competencia con las malezas; es por ello que resulta necesario realizar deshierbes manuales con mucha más frecuencia que en otros cultivos (Villarroel, 1988).

Riego, El primer riego se debe efectuará inmediatamente después del trasplante. A continuación los riegos deberán ser seguidos (cada 3 a 5 días dependiendo de la zona) hasta el prendimiento de la planta. Posteriormente los riegos serán indispensables a intervalos de 7 a 15 días dependiendo de la época del año. Una vez consolidado el cultivo los riegos deben ser periódicos, cuidando que el cultivo tenga

buena humedad y evitando los encharcamientos que favorecen el ataque de hongos y bacterias. Un riego excesivo en el periodo de formación de los bulbos afecta el proceso de acumulación de sustancias nutritivas en el bulbo. Contrariamente la falta de riego en el último periodo del cultivo favorece la conservación del bulbo. Es recomendable suspender el riego 15 a 25 días antes de la cosecha, para evitar una pudrición o rebrote de los bulbos en el almacenaje (PNS, 2006).

Abonamiento y fertilización, Es necesario, realizar un análisis de suelo que permita orientar el manejo y las recomendaciones de fertilización. En muchos suelos donde se siembra cebolla de bulbo se presentan bajos contenidos de materia orgánica, lo cual está asociado a los problemas físicos de los suelos cebolleros (sellamiento superficial y encostramiento, infiltración reducida y mala aireación y dificultad para la emergencia de las plántulas en semillero). Es recomendable por lo tanto un sistema de rotación que genere residuos orgánicos; se puede rotar con abonos verdes (nabo forrajero o avena), maíz, etc. El maíz y el abono verde deben ser triturados con desbrozadoras e incorporados. Los agricultores en general aplican el abonamiento muy tarde después del trasplante y los cultivos presentan deficiencias de Nitrógeno y lento crecimiento en las etapas iniciales (SENA, 2010).

En general, y de acuerdo al análisis del suelo, las recomendaciones son: para suelos bajos en Potasio y Fosforo colocar todo o la mitad del fertilizante al voleo, antes del trasplante y preferiblemente con la Última rastrillada. El resto del fertilizante puede aplicarse con la primera o segunda aporque (afloje del suelo). En suelos con alto contenido de Potasio y Fosforo es posible sacar buenas producciones con la sola aplicación de Nitrógeno (en forma de urea, nitrato de amonio o nitrato de magnesio) y otros nutrientes limitantes como Magnesio, Azufre y micronutrientes (SENA, 2010).

Doblamiento de las hojas en el cuello de la cebolla, cuando la cebolla es destinada para la producción en bulbo, es recomendable realizar el doblado de las hojas por el cuello de la planta. Esta operación se la realiza, cuando la cebolla inicia su madurez fisiológica. Con el doblamiento de la cebolla, se acelera la maduración

del cultivo y se tiende a facilitar la cosecha. Esta operación se realiza pisando la cebolla con el pie (SENA, 2010).

3.1.10.6. Cosecha y rendimiento

En Bolivia está arraigado el hábito de consumo de las hojas de la cebolla, que se utilizan como aderezo o condimentos en comidas. Las prácticas agronómicas para la producción de cebolla de verdeo son similares a la producción de bulbos, con la única diferencia que la cosecha para el aprovechamiento de las hojas se realiza cuando la cebolla inicia la fase de bulbificación (FDTA-Valles, 2007).

Para los mercados de Cochabamba y La Paz, la cosecha debe realizarse cuando el bulbo alcanza entre 2 a 2,5 pulgadas de diámetro y para Santa Cruz, las plantas se cosechan cuando los bulbos han alcanzado un diámetro de 1,5 a 2 pulgadas (FDTA-Valles, 2007).

Se considera que el punto de cosecha de la cebolla de bulbo está dado cuando el falso tallo se ablanda, se dobla fácilmente y cae al suelo bajo el peso de sus hojas. Como se dijo anteriormente, para favorecer la maduración de los bulbos es aconsejable suspender los riegos aproximadamente 15 días antes de la fecha probable de cosecha (SENA, 2010).

Se realiza la cosecha de acuerdo al propósito, es decir si se trata de cebolla verde, la cosecha se realiza de 45 a 90 días posteriores al trasplante y de 90 a 150 días para bulbos maduros, dependiendo de la variedad. Los bulbos están maduros cuando los tejidos del cuello empiezan a ablandarse y las hojas comienzan a doblarse hacia el suelo. Es decir con un 20 % de las plantas en esta situación (López, 2001).

Con las variedades de polinización abierta se obtienen rendimientos de 15 a 25 t/ha, con híbridos se pueden obtener de 30 a 70 t/ha (FDTA-Valles, 2007).

Cuadro 3. Estadísticas de producción de cebolla en Bolivia (kg/ha)

Año	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009(p)
Producción (t)	54.909	61.789	71.030	80.300	78.585
Sup. Cultivada (ha)	7.749	8.119	8.605	9.052	9.177
Rendimiento (t/ha)	7.086	7.610	8.255	8.871	8.563

Fuente INE, 2010

3.1.10.7. Plagas y enfermedades en el desarrollo del cultivo

a) Enfermedades en Almacigueras

Según PROINPA (2003), El productor de cebolla no siempre utiliza semilla certificada, más bien utiliza semilla que es producida por él mismo, sin el cuidado necesario para evitar la mezcla varietal. Frecuentemente se presenta la enfermedad conocida como “mal de almaciguera” o “damping off” debido a que la semilla no recibe ningún tratamiento de desinfección. Cuando el precio de la cebolla como hortaliza está bajo en el mercado, el agricultor deja florecer la parcela para producir semilla, que presenta bajo porcentaje de germinación y da lugar a plantas débiles.

En el país, tradicionalmente los agricultores realizan sus almácigos en el mismo sitio cada año, no desinfectan el suelo y la siembra la realizan al voleo. Esta situación da lugar a que los hongos causantes del damping off (*Fusarium* sp., *Pythium* sp. y *Rhizoctonia* s) persistan en el suelo, causando pérdidas de 50% a 60% y en algunos casos del 100%. Frecuentemente los agricultores desconocen productos y técnicas para desinfectar el suelo o estos no se encuentran dentro de sus posibilidades económicas (PROINPA, 2003).

Por otro lado, la siembra al voleo presenta una serie de desventajas frente a la siembra en surcos; entre ellas la desuniformidad de las plántulas y el uso de mayor cantidad de semilla, que como consecuencia trae un mayor costo de producción (PROINPA, 2003).

El almácigo en surcos tiene la ventaja de utilizar de 1.5 a 2.5 kg/ha de semilla frente a 5-6 kg/ha que se utiliza en la siembra al voleo. Dentro de las enfermedades de

suelo, la “Raíz Rosada” es una de las más importantes y difíciles de erradicar. Esto debido a que el agricultor no realiza una adecuada rotación de cultivos. Esta enfermedad está bastante difundida en zonas de climas cálidos como Mizque, Saipina y Comarapa. El síntoma de coloración rosada de la raíz es causado por *Fusarium* sp. (PROINPA, 2003).

b) Plagas durante en el desarrollo del cultivo

b.1. Insectos plaga

- **Trips**, El insecto-plaga más importante de este cultivo son los trips (*Thrips* sp.), conocidos también como “llaja”, que están presentes en todas las zonas cebolleras del país, especialmente en épocas secas y zonas cálidas (PROINPA, 2003).

Este insecto es sumamente polífago, ya que puede infestar más de 300 especies de plantas, su presencia se comprueba en todos los lugares donde se cultiva cebolla y otras albaceas. Los trips producen los mayores daños durante la etapa de prebulbificación y bulbificación del cultivo, por la acción de ninfas y adultos, que son los responsables de producir lesiones, consistentes en manchas o estrías, distribuidas en todo el follaje. A inicio del ataque, en las hojas aparecen manchas de color verde oscuro (PNS, 2006).

Una práctica cultural importante es la destrucción y quemado de plantas muy infestadas y rastrojos, por otro lado se puede realizar el control biológico con el uso de enemigos naturales como: depredadores (chinches, ácaros fitoseidos, tisanopteros y neuropteros), parasitoides (microhimenopteros, especies de de trichogrammatidae) y entomopatógenos (*Verticillium* sp., *Bauveria basiana* y *Entomophthora* sp) (PNS, 2006).

- **Mosca de la cebolla**, agente causal (*Dhelia antiqua*), conocida como mosca de la semilla, porque ataca semillas en germinación y plántulas en crecimiento. Es de color gris-amarillento, con 5 líneas oscuras sobre el tórax, alas amarillentas, patas y antenas negras (FDTA Valles, 2007).

b.2. Enfermedades

- **Nematodo de la agalla**, El nematodo *Ditylenchus dipsaci* está reportado como el más común en este cultivo, causando serios daños especialmente si ataca en plantas jóvenes, provocando amarillamiento, poco desarrollo radicular y agrietamiento del disco radicular. En el país se ha encontrado este nematodo causando daño en Culpina, sin embargo, en muestras tomadas en otras zonas, no se lo ha encontrado causando enfermedades de manera significativa. Este no es el caso del bajo, donde este nematodo sí es un problema importante en el país (PROINPA, 2003).

- **Virus**, El virus del enanismo amarillo de la cebolla (*Onion Yellow Dwarf*) está presente en el país pero afortunadamente poco difundido. Se transmite de manera no persistente a través de áfidos. Los primeros síntomas son líneas amarillas delgadas a lo largo de la hoja con un posterior amarillamiento completo de la planta (PROINPA, 2003).

- **Fusarium**, Otra enfermedad de suelo de importancia significativa y que se encuentra bastante difundida en la zona de Culpina, es la "Pudrición Basal", conocida también como Kalicha, que es causada por *Fusarium* sp. y cuya incidencia está relacionada con la presencia del nematodo *Ditylenchus dipsaci* que se encuentra causando daño en esta zona. El daño causado por el nematodo en la raíz permite el ingreso del hongo causante de la pudrición (PROINPA, 2003).

- **Peronospora**, La enfermedad foliar más importante del cultivo de cebolla y que se encuentra difundida en todas las zonas productoras del país es el "Mildiu", conocido también como Cenicilla o Camanchaca, causada por el hongo *peronospora*

destructor que ataca principalmente el follaje de las plantas y puede ser muy destructivo especialmente en zonas frías y húmedas (PROINPA, 2003).



Figura 3: Daño causado por *Peronospora destructor* La hoja de la izquierda presenta el síntoma conocido como cenicilla o mildiu, mientras que la hoja central y la de la derecha todavía se ven sanas.

Para el manejo adecuado de esta enfermedad se recomienda la aplicación de fungicidas en cuanto aparecen los primeros síntomas dando énfasis a la combinación de fungicidas sistémicos y de contacto (iniciando los tratamientos con productos sistémicos en zonas endémicas de la enfermedad) el riego de las parcelas a tempranas horas del día, para que haya una buena ventilación del follaje ya que el riego nocturno proporciona al patógeno condiciones adecuadas de temperatura y humedad para su desarrollo (PROINPA, 2003).

- **Alternaria**, “Mancha Púrpura” o Alternariosis, causada por el hongo *Alternaria porri*, los daños causados por *Alternaria* sp. son serios sobre todo en parcelas semilleras, ya que ataca al tallo floral y lo voltea, evitando así que la semilla llegue a su madurez (PROINPA, 2003).



Figura 4: Síntoma de mancha purpura y volteo del tallo floral causado por *Alternaria porri*.

En las hojas aparece en un principio lesiones blanquecinas de forma ovalada a irregular con el centro blanco que rápidamente se torna de color café con el centro purpura. Las hojas viejas tienden a ser más susceptibles que las jóvenes. Para el control se realizan rotaciones largas con cultivos que no estén relacionados con la cebolla, buen drenaje, baja densidad de plantas (FDTA Valles, 2007).

- **Tizón de la hoja (*Stemphyllium sp.*)**, presenta lesiones pequeñas de color amarillo a café, de una apariencia acuosa. A medida que las lesiones se expanden, van juntándose provocando manchas ovaladas grandes a lo largo de la hoja y a menudo alcanzan la punta de la hoja. Las prácticas culturales y el control químico recomendados para el manejo de la mancha purpura son recomendables también para el control de esta enfermedad (FDTA Valles, 2007).

- **Pudrición basal o del disco**, En zonas más altas y frías, como algunos valles del departamento de Oruro, se ha encontrado el hongo *Sclerotium cepivorum* que causa la enfermedad conocida como "Pudrición Blanca". El hongo sobrevive en esclerotes en el suelo por muchos años. La enfermedad conocida como "Pudrición de Cuello" causada por el hongo *Botrytis sp.* Rara vez muestra síntomas de la enfermedad

hasta el momento de la cosecha. La pudrición del cuello ocurre principalmente en bulbos almacenados (PROINPA, 2003).

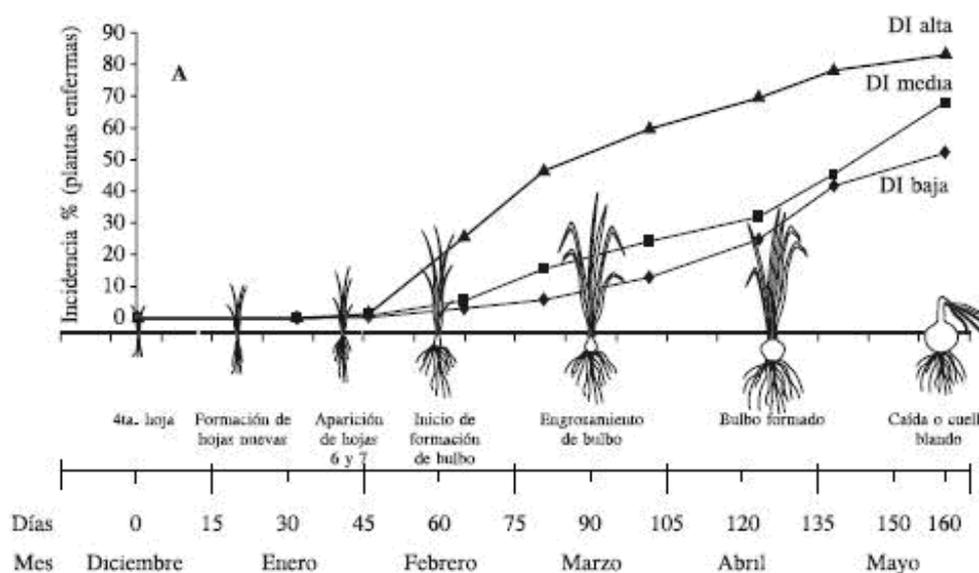


Figura 5. A) Porcentaje de incidencia acumulada de la enfermedad pudrición blanca por el hongo *Sclerotium cepivorum* Berk, en el cultivo de cebolla híbrido Suprema F1 cultivada en tres lotes: con baja densidad del inóculo (0,021 esclerocios gr^{-1} de suelo), con media densidad de inóculo (0,052 esclerocios gr^{-1} de suelo), y con alta densidad de inóculo (0,044 esclerocios gr^{-1} de suelo), y su relación con las etapas fenológicas (Ponce, 2007).

b.3. Malezas

La cebolla de bulbo posee una tasa de crecimiento muy baja, si a ello se agrega que la semilla es muy pequeña y liviana, su sistema radicular escaso, se puede concluir que es un cultivo muy susceptible a la competencia de las malezas y este aspecto es importante durante todo el ciclo del cultivo, independiente de la densidad de siembra utilizada. Existe una amplia gama de herbicidas químicos en el mercado y su aplicación oscila entre los 5- 30 días después del trasplante. Alrededor de los 70 días se hace una desyerba manual para, además, airear el suelo (SENA, 2010).

3.1.10.8. Daños causados por factores climáticos

Debido a fenómenos climatológicos como granizo o heladas se producen daños en el cultivo. Pueden ser daños leves o provocar pérdida total de la cosecha.

Heladas, Temperaturas por debajo de -5°C provocan quemaduras en el área foliar, que en los casos más severos se expresan como necrosamiento en la punta de las hojas o de la totalidad del área foliar. Este daño retrasa el ciclo vegetativo y provoca bajo calibre de producto (FDTA-Valles, 2007).

Granizo, En situaciones de daño leve por granizo el área foliar presenta manchas en forma de lunares blancos uniformemente distribuidos y de diámetro variable con o sin relieve. Un daño severo provoca la pérdida de hojas, e incluso pseudotallos y los bulbos presentan lesiones graves que dificultan su comercialización (FDTA-Valles, 2007).

3.2. Características generales de la Materia Orgánica (Estiércol de ovino)

Según Valdez (1995), bajo la denominación de abonos orgánicos, se incluyen todas las sustancias orgánicas de origen animal, vegetal o una mezcla de ambos que se añade en el suelo con el objeto de mejorar la fertilidad. El abono orgánico constituye una de las técnicas tradicionales y eficientes para mejorar los cultivos, por ello los agricultores lo emplean desde tiempo inmemorial.

Morales (1987), afirma que se denomina abonos a aquellas sustancias que desempeñan diversas funciones, directas o indirectas, que influyen sobre el crecimiento de las plantas y sus cosechas, obrando como nutrientes, agentes movilizador de sustancias, catalizador de los procesos vitales, modificador de la flora microbiana útil enmienda mejorada de las propiedades físicas del suelo y otras.

Es muy recomendable la aplicación del *wanu*, principalmente por la acción física que los mismos tienen sobre los suelos. En aquellos que está muy compactos, el *wanu* favorece la estructuración y la aireación, hechos que permiten una mejor

absorción de nutrientes, En los suelos de baja fertilidad (1% de materia orgánica), se puede producir cebollas que se conservan bien, pero de calibres pequeños y con rendimientos bajos. Para obtener bulbos grandes se necesita tierras bien fertilizadas (3% de materia orgánica) (Morales, 1987).

Según FDTA-Valles (2007), la materia orgánica es imprescindible en cultivos de hortalizas. En Bolivia en general se recomienda de 25 a 30 tn/ha de estiércol de vacuno.

3.2.1. Estiércol

El estiércol es una mezcla de deyecciones animales con camas, variando en su composición ampliamente debido a factores tales como: clase de animal, edad, condición e individualidad de los animales, alimento consumido, cama usada manejo y almacenamiento del estiércol (Valdez, 1995).

3.2.2. Ventajas y desventajas del Materia Orgánica (Estiércol de ovino)

Según Valdez, 1995 las ventajas y desventajas de la materia orgánica son:

Ventajas

- Los abonos orgánicos ejercen multilateral efecto sobre las propiedades orgánicas de su utilización correcta elevan de manera acusada la cosecha de los cultivos agrícolas.
- Los abonos orgánicos al ser incorporados al suelo, sirven de fuente de nutrientes (macro y micro), indispensable para las plantas, por lo tanto estos abonos se denominan completos.
- El estiércol y otros abonos orgánicos son las plantas no solo fuente de sustancias nutritivas minerales, sino que también de anhídrido carbónico.

-
- Los abonos orgánicos son material energético y fuente nutritiva para los microorganismos del suelo. Además, tales abonos orgánicos como el estiércol y los excrementos son de por sí muy ricos en microflora, y junto con ello entra al suelo gran cantidad de microorganismos. Debido a esto, el estiércol intensifica en el suelo las actividades de las bacterias fijadoras de nitrógeno, amonificadores, nitrificador y otros.
 - Favorece en el uso más eficiente del agua, mejorando la infiltración del agua en el suelo, reduce la pérdida del agua por evaporación del suelo, estimula el desarrollo de un sistema de raíces más profundo, al mejorar el drenaje y la estructurase intensifica la aeración del suelo, por lo que ayuda a un mejor crecimiento y funcionamiento más eficaz de las raíces que aprovechan mejor el agua.
 - Bajo la influencia de los abonos orgánicos los suelos arcillosos se hacen menos pegajosos y los ligeros aumenten su capacidad de retención de humedad y de adsorción.
 - La materia nutritiva del estiércol y de los abonos minerales que se aplican en cantidad equivalente, es en la mayoría de los casos de igual valor para la cosecha de los cultivos.

Desventajas

- A diferencia de los fertilizantes minerales, los abonos orgánicos por el contenido de sustancias nutritivas son mucho menos concentrados.
- Los abonos orgánicos son poco transportables y conviene emplearlos mejor en los campos y los lotes más cercanos a los establos.
- Con el empleo solo de abonos orgánicos la correlación entre los nutrientes en ellos puede ser no la que se necesita para el crecimiento y desarrollo normal de las plantas.

3.2.3. Niveles de Materia Orgánica (Estiércol de ovino)

En el estudio realizado por Cori (2003) se evaluó el abonamiento orgánico de cuatro niveles de estiércol (0 Mg/ha, 10Mg/ha, 20 Mg/ha, 30 Mg/ha), en dos variedades de cebolla (Roja arequipeña, rosada criolla) en la localidad de Escoma, Provincia Camacho, Departamento de La Paz. Los resultados de este estudio se detallan a continuación.

Según Cori (2003), la variedad roja arequipeña a una dosis de 30 Mg/ha de estiércol obtuvo los mejores valores de altura de planta con 76, 68 cm, diámetro del falso tallo con 2,88 cm, peso del bulbo con 177, 54 gr por su parte, la variedad criolla rosada a un nivel de 30 Mg/ha obtuvo resultados sobresalientes para el número de hojas con 11, 56 hojas por planta, para el diámetro del bulbo con 6,74 cm.

Según Cori (2003), de los 8 tratamientos evaluados, la variedad roja arequipeña a una aplicación de 20 y 30 Mg/ha de estiércol, obtuvieron los mejores resultados con 49,76 y 54,16 t/ha. La variedad roja arequipeña a una dosis de 30 Mg/ha de estiércol obtuvo un mayor porcentaje de calidad primera con un valor de 21,66%. El mayor porcentaje de calidad segunda de bulbo fue obtenida por la variedad rosada con 67,29%, mientras que los niveles de 20 y 30 Mg/ha de estiércol obtuvieron los mayores porcentajes de calidad segunda con valores de 84,58% y 75,83%. La variedad roja arequipeña obtuvo el mayor porcentaje de calidad tercera con 32,29%, a su vez el nivel 0 Mg/ha de estiércol alcanzó el mayor porcentaje de variedad tercera con 62,92%, por el nivel 10 Mg/ha de estiércol con 42,49%.

3.2.4. Grados de descomposición del estiércol de ovino

En el marco general de la producción de estiércol en el corral de ovino generalmente se encuentran 4 diferentes capas de estiércol, cada una con diferentes características. Empezando por la parte inferior, se encuentra el *wanu* más claro con tierra, seguido por el *jiri*, posteriormente viene la capa del *wanu* que es cubierto por una capa de *thaja*, el volumen de cada una de estas capas se detalla en el siguiente cuadro (Valdez, 1995)

Cuadro 4. Volumen y peso aproximado de las capas de estiércol en el corral

Capas de estiércol	Volumen %	Peso %
<i>Thaja</i>	30 – 40	10-20
<i>Wanu</i>	50-60	60-70
<i>Jiri</i>	10-20	20-30

Fuente: Valdez (1995)

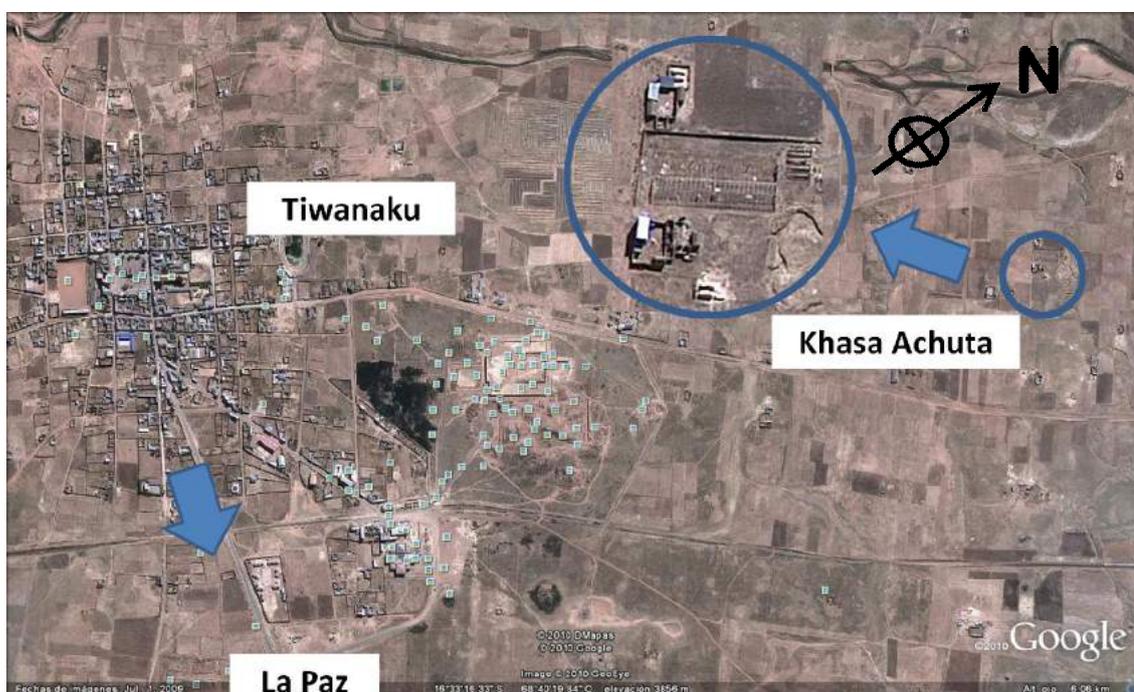
Thaja: es el estiércol sumamente granulado de forma ovoide; por fuera es de color negro, cuando se corta en la parte central se nota el pasto seco triturado que es de color amarillo. Cuando las ovejas la pisotean no sufre ninguna transformación, la thaja es acumulada durante los meses más secos del año desde agosto hasta inicios de noviembre. Muy raras veces es utilizado para el abonamiento, debido a que es muy pobre en N, P y K (Valdez, 1995).

Wanu: Se caracteriza por su color amarillento oscuro hasta café, siendo medianamente húmedo (30%). Cuando las heces son pisoteadas por los ovinos estas se desmenuzan y forman una capa de color café – amarillento, de consistencia medianamente compacta. Siendo la capa de mayor proporción en el corral. El uso en cuanto a cantidades oscila entre un rango de 5 – 10 t/ha, pero a veces abonan con 15 t/ha (Valdez, 1995).

Jiri: llamado también jira, es una capa compacta y pastosa, de color verde oscuro, con un olor bastante penetrante, el contenido de humedad es de 50%. La compactación se debe al pisoteado de las ovejas que mezclan con las heces con el agua de lluvia y las deyecciones líquidas. Las cantidades de uso oscilan entre 80 a 120 Kg/ha (Valdez, 1995).

4. LOCALIZACIÓN

El presente trabajo se realizó en la comunidad de *Khasa Achuta* a 70 Km de distancia de la ciudad de La Paz. Geográficamente el área de ensayo se encuentra a 16°33' de latitud Sur y 68°40' de latitud Oeste a una altitud de 3880 m.s.n.m. La comunidad de *Khasa Achuta* es una comunidad que forma parte del municipio de Tiwanaku, cuyas características agroecológicas se describen a continuación.



Fuente: Googlearth

Figura 6. Ubicación geográfica de *Khasa Achuta*

4.1. Clima

El clima de la comunidad *Khasa Achuta* es característico del altiplano, con una temperatura media anual de 7,17 °C, donde la mayor precipitación se registra en los meses de diciembre, enero, febrero y marzo; de mayo a septiembre es la época seca y la precipitación media anual es de 447,79 m.m. Sin embargo, existen riesgos climáticos como heladas esporádicas, granizos intempestivos, inundaciones y sequías inesperadas en ciertos periodos (Patty, 2006).

4.2. Topografía

La comunidad de *khasa achuta*, presenta una topografía plana en la mayor parte de su superficie territorial, mientras que serranías y colinas ocupan menor extensión. Según la clasificación de Montes de Oca (1989), la zona es considerada como Bosque Húmedo Montana Tropical (Patty, 2006).

4.3. Suelos

El suelo de la comunidad *Khasa Achuta* es de origen Fluvio-lacustre, profundo, con horizonte Bw (en formación) diferenciado, en algunos sitios con drenaje imperfecto, con pH ligeramente alcalino y con valores de conductividades eléctrica menores a 4 mmhos/cc. La clase textural predominante va desde arenosa, franco arcilloso hasta arcillosa. Según su clasificación taxonómica corresponde al orden Aridisols (Chilón, 1996).

4.4. Fauna y flora

Entre las especies vegetales existentes en la hoja de ensayo, están; *Paja (Stipa Ichu)*, *T'ula (Bacharis incarum)*, *Ch'iji (Mullenbergia fastigiata)*, *Qhuta (Junelia minima)*, *Layu layu (Trifolium amabile)*, *Sillu sillu (Lachimeleia pinnata)*. Entre la fauna existente se puede mencionar a: Zorro, Zorrino, Pato Silvestre, Gorrion, Halcon, Perdiz (Patty, 2006).

En cuanto a cultivos existentes, predomina las especies forrajeras como la Avena (*Avena sativa L. A.*), Alfalfa (*Medicago sativa*), Festuca (*Festuca alta*), Pasto ovillo (*Dactylis glomerata*), Echard (*Eragrostis curvula*), Pasto lloron (*Nees*), debido a la producción lechera que es característica de la zona. Sin embargo, como cultivos de subsistencia familiar se tiene: cañahua (*Chenopodium pallidicaule*), quinua (*Chenopodium quinoa*), haba (*Vicia faba*), cebada (*Ordeum vulgare*), papa (*solanun tuberosum*) (Patty, 2006).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Materiales

5.1.1. Material Vegetal

Para la presente investigación se utilizaron dos variedades de cebolla, variedad navideña y perilla, las cuales proceden de los valles de Cochabamba, sus características más sobresalientes observadas durante el ensayo son:

Variedad navideña: Es de polinización abierta, su ciclo productivo es de 140 a 150 días, con un fotoperiodo de día intermedio, con tendencia de las hojas a doblarse fácilmente por el viento, de color verde claro, el bulbo es de color amarillo, color de la pulpa blanca, catáfila externa amarilla, forma elíptica, grado de pungencia ligeramente pungente (FDTA-Valles, 2007).

Variedad Perilla: Es de polinización abierta, su ciclo productivo es de 180 a 200 días, con un fotoperiodo de día intermedio, Porte de las hojas erectas de color verde oscuro, el bulbo es de color rosado a morado, color de la pulpa rosada, catáfila externa rosada, forma cónica, grado de pungencia muy pungente (FDTA-Valles, 2007).



Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Material vegetal las dos variedades: Navideña y Perilla

5.1.2. Materia orgánica (Estiércol de ovino)

Los Materiales que se utilizaron en la presente investigación son: Estiércol de ovino (Ver Anexos).

5.1.3. Material de Campo

- Pala, picota, chontilla, carretilla, termómetro, pH metro, flexómetro, balanza, marbetes, cuaderno de campo.

5.1.4. Material de escritorio

- Computadora, cámara fotográfica, planillas, bolígrafos, cinta adhesiva, marcadores

5.2. Metodología

5.2.1. Área de estudio

La presente investigación se realizó en una superficie de 500 m² las cuales se dividieron en 3 bloques y 18 unidades experimentales (Ver croquis en anexos)



Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Área donde se llevo a cabo el experimento

5.2.2. Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó el 14 de octubre de 2009, donde se hizo el roturado del suelo de forma manual (con los implementos de picotas), como también el nivelado y el desterronado. Terminada la preparación del terreno se procedió a la delimitación de los bloques de acuerdo al croquis de campo.

5.2.3. Incorporación de la materia orgánica

La materia orgánica (estiércol de ovino) se incorporó en forma localizada distribuyendo de manera uniforme de acuerdo a los niveles de: 0, 10, 20 t/ha respectivamente. Previo a ello se realizó cálculos para cada unidad experimental de

138 m². La incorporación de la materia orgánica se realizó con la ayuda de una picota a una profundidad de 15 a 20 cm. Luego se procedió a la nivelación del terreno.

5.2.4. Trasplante

El trasplante se realizó los días 3, 4 y 5 de noviembre del 2009, un día por bloque. Los plantines de cebolla de ambas variedades tenían un diámetro aproximado de 5 mm a 10 mm, y una altura promedio de 15 a 25 cm, posteriormente la parte basal de los plantines fueron cortados 2/3 de su longitud, para estimular su crecimiento. La distancia de trasplante entre plantas fue de 20 cm y entre surcos 25 cm.



Fuente: Elaboración propia

Figura 9. Trasplante de las dos variedades

5.2.5. Refalle

El refalle se realizó a los 15 días después del trasplante, con la finalidad de reponer los plantines de cebolla muertos y más débiles en las unidades experimentales.

5.2.6. Labores culturales

a) Desmalezado

El primer deshierbe se realizó en forma manual utilizando chontilla a los 70 días después del trasplante, con la finalidad de eliminar las malezas.

b) Aporque

El aporque se realizó en forma manual, utilizando chontilla a los 100 días después del trasplante, con el objetivo de favorecer la formación del bulbo.

c) Doblamiento de hojas en el cuello de la cebolla

El doblamiento de las hojas, que consiste en pisar cuidadosamente el cuello de la cebolla, se realizó a los 125 días del trasplante con el objetivo de acelerar el traslocamiento de los nutrientes de las hojas hacia los bulbos y así tener mayor peso de bulbos.

Al respecto Villarroel (1988), afirma que en diferentes trabajos realizados doblando el cuello de cebolla, ha encontrado incrementos significativos en el tamaño del bulbo, comparados con otros no doblados, el aumento de los rendimientos, en muchos casos alcanzo a oscilar entre 35 a 50 %.

d) Cosecha

La cosecha fue de manera manual a los 145 días después del trasplante, es decir a los 20 días del doblado del cuello de la cebolla, cuando ha completado su ciclo vegetativo y formación del bulbo, al respecto López (2001) indica que los bulbos están maduros cuando los tejidos del cuello empiezan a ablandarse y las hojas se caen.

5.2.7. Plagas

En la presente investigación, no se observó presencia de insectos plaga en ninguna fase fenológica del cultivo, esto se debe a que las condiciones medioambientales no

son las adecuadas para la multiplicación y diseminación de insectos, además en el sector no se cultiva la cebolla a gran escala.

5.2.8. Enfermedades

No se presentaron enfermedades que causen daños durante el desarrollo del cultivo, más que en la última fase de bulbificación, poco antes de la cosecha, la enfermedad que se pudo identificar fue *Peronospora destructor*, pero la incidencia fue mínima, no causó daños considerables.

5.2.9. Daños causados por fenómenos climáticos

a) Granizo

La caída de granizo causó daños al cultivo, sobre todo en las hojas que fueron los órganos que estuvieron más expuestos a estas inclemencias climáticas, aspecto que ocasionó la pérdida de muchas plantas.



Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Perdida de las hojas a causa del granizo

5.3. Diseño Experimental

El diseño que se aplicó para el presente trabajo de investigación, fue Bloques al Azar, con arreglo en parcelas divididas (Calzada, 1982). Se utilizó este diseño debido a la pendiente del terreno y la parcela dividida para facilitar el manejo del experimento. En la parcela principal se incorporó materia orgánica y en la sub parcela se trasplantaron las dos variedades de cebolla.

El modelo lineal aditivo, fue de la siguiente manera:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \alpha_j + \varepsilon_{ij} + \gamma_k + \alpha\gamma_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = Observación cualquiera

μ = Media general del experimento

β_i = Efecto del i-ésimo bloque

α_j = Efecto del j-ésimo nivel del factor A

ε_{ij} = Error experimental para la parcela mayor (Ea)

γ_k = Efecto del k-ésimo nivel del factor B

$\alpha\gamma_{jk}$ = Efecto de interacción del j-ésimo nivel del factor A, con el K-ésimo nivel del factor B

ε_{ijk} = Error experimental para la parcela menor (Eb)

5.4. Factores de estudio

**Factor A: Niveles de Materia
Orgánica**

a1 : 0 t/ha

a2 : 10 t/ha

a3 : 20 t/ha

Factor B: Variedades de Cebolla

b1 : Var. Navideña

b2 : Var. Perilla

5.5. Formulación de los tratamientos

T1 : a1b1

T2 : a1b2

T3 : a2b1

T4 : a2b2

T5 : a3b1

T6 : a3b2

5.6. Variables de estudio

Para evaluar los resultados se efectuaron mediciones de variables de respuesta: para una mejor comprensión se diferenciaron las variables de respuesta en: parámetros edafoclimáticos, variables fenológicas, variables agronómicas, variables de rendimiento y análisis económico.

5.6.1. Parámetros edafoclimáticos

a) Temperatura: Según la estación meteorológica de la Universidad Católica de Tihuanacu, se registro en toda la etapa de producción.

b) pH el suelo: La medición del pH se realizó a los dos meses después del trasplante, con al ayuda de un pH metro.



Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Medición de pH en campo

5.6.2. Variables fenológicas

a) Porcentaje de prendimiento: La evaluación del prendimiento de los plantines, se realizó dos semanas después del trasplante y consistió en contar el número de

plantas que murieron del total de las plantas trasplantadas, resultados expresados en porcentaje.

b) Velocidad de crecimiento: Esta variable, se calculo según la altura de la plantas, es decir el promedio de la división de la altura de la planta sobre el número de días.

5.6.3. Variables agronómicas

a) Altura de planta: La altura de la planta se midió con ayuda de un flexómetro desde la base hasta la parte apical en cada fase fenológica.

b) Número de hojas: Se procedió a contar las hojas en cada fase fenológica.

c) Diámetro del cuello del falso tallo: Se midió el diámetro con vernier graduado en milímetros, en la base del cuello del falso tallo.

d) Diámetro del bulbo: Se realizo la medición con la ayuda de un vernier, una vez realizada la cosecha.

e) Longitud del bulbo: De todas las 180 muestras, se realizó la medición de la longitud del bulbo con ayuda de un vernier. Después de la cosecha.

f) Longitud de la raíz: Con la ayuda de un flexómetro se realizó la medición de la longitud de la raíz. Se tomo este dato una sola vez después de la cosecha.

5.6.4. Variables de rendimiento

a) Peso del bulbo: Se procedió a tomar el peso de la planta completa de las 180 muestras, con ayuda de una balanza analítica.

b) Peso total por tratamiento: Esta variable se peso con la ayuda de romanilla arrobera después de la cosecha.

c) Peso por categoría: Se realizó la selección por categorías para la cual se clasifico en tres tamaños: 1ra de tamaño grande, 2da de tamaño mediano y 3ra de tamaño pequeño.

5.6.5. Análisis económico

Para el análisis económico del presente trabajo se realizó un cuadro de costos de producción donde presenta los costos variables, beneficio bruto, beneficios netos y un análisis de beneficio/costo para cada tratamiento.

a) Costos variables (CV): Se calcularon dichos costos por tratamiento, los mismos fueron basados en precios de mercado. Teniendo estos valores, se procedió a sumar los costos totales.

b) Beneficio Bruto (Bb): El beneficio bruto se calculo multiplicando el precio por rendimiento obtenido de cada tratamiento, con la siguiente fórmula:

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

Donde: Bb = Beneficio Bruto (Bs/m²)
P = Precio del producto (Bs/Kg)
R = Rendimiento (Kg/m²)

d) Beneficio neto (Bn): Este valor se obtiene restando el total de los costos variables del beneficio bruto.

$$\mathbf{Bn = Bb - CV}$$

Donde: Bn = Beneficio neto (Bs/m²)
Bb = Beneficio Bruto (Bs/m²)
CV = Costo variable (Bs/m²)

e) Relación beneficio / costo (B/C): Este valor se obtiene dividiendo el beneficio bruto con el total de los costos.

$$\mathbf{B/C = \frac{Bb}{CV}}$$

Donde: B/C = Beneficio/Costo
Bb = Beneficio Bruto (Bs/m²)
CV = Costo variable (Bs/m²)

5.6.6. Análisis estadístico

En función al modelo lineal del diseño de Bloques al Azar, con arreglo en parcelas divididas (Calzada, 1982), se realizo el análisis de varianza correspondiente a las

variables de estudio, con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ ó 5 %. Donde las decisiones de significancia se tomaron según la siguiente regla:

Pr > 0.05 No presenta diferencias significativas (NS)	Se acepta la hipótesis nula (H_0)
Pr < 0.05 Presenta diferencias significativas (*)	Se acepta la hipótesis alterna (H_a)
Pr < 0.05 Presenta diferencias altamente significativas (**)	Se acepta la hipótesis alterna (H_a)

Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Duncan (5%) (Steel y Torrie, 1996).

Además se realizó el análisis de varianza con el paquete estadístico SAS 11,12.

6.- RESULTADOS Y DISCUSIONES

Con los datos obtenidos en la investigación a continuación se presentan los resultados para cada variable de respuesta.

6.1. Variables de estudio

6.1.1 Temperatura

En la figura 12, se observa las temperaturas en la comunidad de *Khasa Achuta*, donde la más baja temperatura se registro en Junio y Julio con $-14\text{ }^{\circ}\text{C}$ y la máxima en el mes de octubre con $22,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Obteniendo una temperatura promedio de $2,7^{\circ}\text{C}$ a $11,7^{\circ}\text{C}$ durante todo el ciclo del cultivo (Noviembre a Abril con un promedio de $7,2\text{ }^{\circ}\text{C}$). Lo que indica que hubo una variación de temperatura, por tanto existió efecto en el desarrollo del cultivo de cebolla.

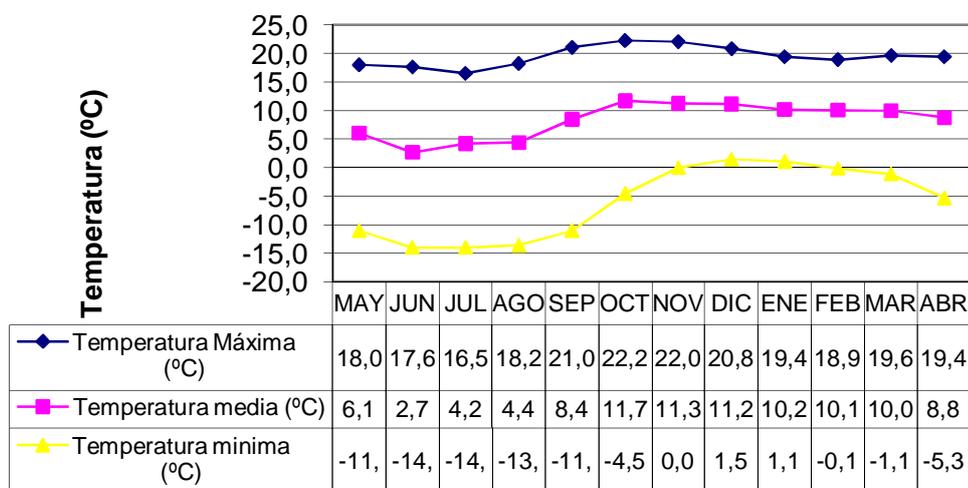


Figura 12. Comportamiento de la temperatura durante el ciclo vegetativo de la cebolla gestión 2009 – 2010

Como se observa en la figura, el cultivo de cebolla es resistente a temperaturas menores a $-4,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ en las primeras etapas de su desarrollo, sin embargo necesita de temperaturas altas para la formación de bulbos durante la fase final.

Maroto (1995), indica que es una planta resistente al frío, aunque para la formación y maduración de los bulbos, requiere temperaturas altas y fotoperiodos largos.

6.1.2. Precipitación

En la figura 13, se observa los datos de precipitación obtenidos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, ocurridos en los meses de octubre de 2009 a abril de 2010 en el desarrollo del cultivo de cebolla.

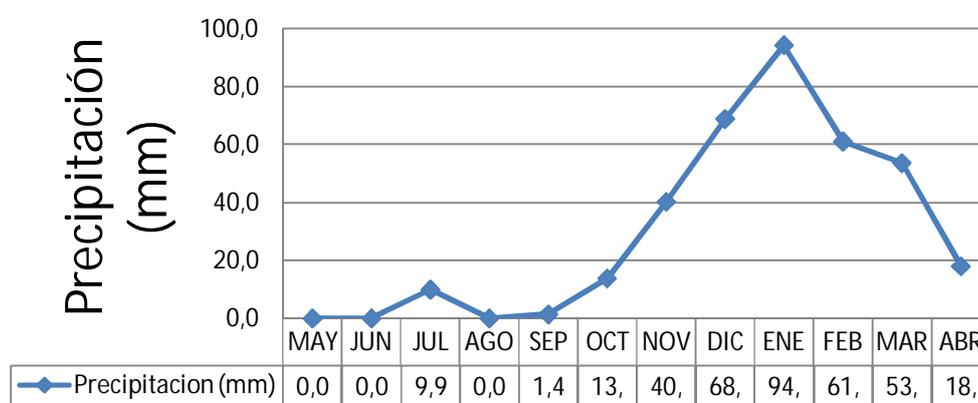


Figura 13. Precipitación pluvial ocurrida durante el desarrollo del cultivo en la comunidad de *Khasa Achuta*, gestión 2009 – 2010 (mm)

Al mismo tiempo en la figura 13, se observa el comportamiento de la precipitación pluvial durante el desarrollo del cultivo de cebolla, donde en el mes de Enero se tuvo la mayor cantidad de precipitación con 94,3 mm, la mínima precipitación en el mes de octubre con 13,8 mm, mes que se realizó la preparación del terreno. Esta precipitación se atribuye a las características climáticas propias del Altiplano Norte.

6.1.3. Análisis del suelo de la parcela experimental

6.1.3.1. Propiedades físicas

Los resultados del análisis físico de suelos de la parcela experimental se muestran en el cuadro 5.

Cuadro 5. Análisis físico del suelo

Muestra	Perfil (cm)	Arena (%)	Arcilla (%)	Limo (%)	Grava (%)	Clase textural
1	0-30	63	22	15	2,1	Franco arcilloso arenoso (FYA)

Fuente: Análisis realizado por IBTEN (2011)

El cuadro 5 nos muestra los resultados de las características físicas de la capa arable (0 a 30 cm) de la parcela experimental, en el cual presento textura franco arcillosa arenosa, que corresponde a 63% de arena, 22% de arcilla, 15% de limo, con presencia de grava de 2,1 %. El tipo de textura que presenta el suelo de la capa arable es adecuado para el cultivo de cebolla como afirma Maroto (1995).

6.1.3.2. Propiedades químicas

En el cuadro 6 se muestran los resultados del análisis químico del suelo.

Cuadro 6. Análisis químico del suelo

Características	Resultados
Profundidad	0-30 cm
PH en el agua (1:5)	6,27
PH en KCl 1 N (1:5)	6,21
C.E. (dsm^{-1}) (1:5)	0,022
% de materia orgánica	0,77
% de nitrógeno total	0,05
Fosforo asimilable ppm	77,27
Cationes de cambio (meq/100 g de suelo)	
K	0,23
Ca	4,02
Mg	0,55
Na	0,12
Al + H	0,05
CIC	4,977
TBI	4,93
% de saturación de bases	99,0
Carbonatos libres	A

Fuente: Análisis realizado por IBTEN (2011).

En los resultados de análisis de suelo cuadro 6, se observa que la capa arable de la parcela experimental presentó un pH ligeramente ácido de 6.27, valor que se encuentra dentro del rango óptimo de 6,0 a 7,9 recomendados por Valdez (1995).

Presenta una conductividad eléctrica baja de 0.022 dsm^{-1} , valor que indica que no existe problema de sales que puedan causar daño al cultivo. Con capacidades de intercambio catiónico muy bajo de $4.977 \text{ meq}/100 \text{ g}$ de suelo. Con bajo contenido de total de bases intercambiables de $4,93 \text{ meq}/100 \text{ g}$ de suelo. Con presencia muy alta de % de saturación de bases de $99 \text{ meq}/100 \text{ g}$ de suelo, y ausencia de carbonatos libres.

La capacidad de intercambio catiónico muy bajo, puede ser debido al mayor contenido de arena de 63% frente al 22% de arcilla, debido a que la arcilla tiene mayor capacidad de retención e intercambio de cationes, agua que de la arena; al contenido bajo de materia orgánica de 0,77%. En general el tipo y la cantidad de arcilla, más materia orgánica, influye enormemente el CIC de los suelos.

6.1.3.3. Estado de la fertilidad del suelo

En el cuadro 6, se observa que el contenido de materia orgánica es de 0,77 % considerando que son suelos de contenido bajo de materia orgánica. Con un contenido bajo de nitrógeno total de 0,05%. Estos valores bajos se deben a la escasa vegetación. El mismo está directamente relacionado con la baja precipitación pluvial.

Presencia de fósforo asimilable de 77,27 ppm, valor que cubrió el déficit de este nutriente en el estiércol de ovino. Con un contenido de potasio de $0,23 \text{ meq}/100\text{g}$ de suelo que significa presencia moderada de potasio intercambiable para el cultivo. Presencia baja de calcio con 4,02 con contenido bajo de magnesio de 0,55 y presencia baja de sodio de $0,12 \text{ meq}/100\text{g}$ de suelo respectivamente. En general es un suelo de baja fertilidad.

6.2. Incorporación de estiércol de ovino (M.O.)

Los resultados obtenidos del análisis químico del estiércol de ovino, se muestran en el cuadro 7.

Cuadro 7. Análisis químico del estiércol de ovino (materia orgánica)

Elementos	Estiércol ovino
Humedad %	27,74
Nitrógeno Total %	1,59
Fosforo %	0,31
Potasio %	1,78
Calcio %	1,45
Magnesio %	0,18
Materia orgánica %	25,89
pH en agua (1:10)	8,93
C.E. en agua (1:10) mS/cm	3,65

Fuente: Análisis realizado por IBTEN (2011)

En el cuadro 7, se observa que estiércol de ovino presento pH muy fuertemente alcalino de 8,93 con una conductividad eléctrica de 3,65 mS/cm y una humedad de 27,74%.

Por otro lado en el cuadro 7 se aprecia que el estiércol tiene presencia muy alta de nitrógeno total de 1,59%, con un contenido pobre de fosforo de 0,31% y presencia muy alta de potasio de 1,78%.

Para Yagodin (1986), el potasio del estiércol y de los fertilizantes minerales es asimilado por el primer cultivo de manera semejante entre 60-70 % de la cantidad aplicada. El % de asimilación del fosforo es de 35 % para el estiércol de oveja y mas del contenido total de fósforo frente al 15-20 % en los fertilizantes minerales. El % de utilización del nitrógeno del estiércol de ovino esta cerca de un 30 % del contenido total de nitrógeno.

Por lo tanto, considerando el coeficiente o porcentaje de utilización por las plantas para nitrógeno de 30%, para fósforo de 28% y para el potasio de 60% del total presentes en el estiércol, se llego a los siguientes resultados, los mismos se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 8. Cantidad de elementos nutritivos asimilados por el cultivo de cebolla

Elementos nutritivos (TN/HA)	Niveles de estiércol de ovino (TN/HA)	
	10	20
Nitrógeno	34,5	68,9
Fosforo	6,27	12,54
Potasio	77,16	154,38

6.3. Variables de respuesta de la investigación

6.3.1. Porcentaje de prendimiento

Para la presente investigación se tomo como una variable fenológica de respuesta al porcentaje de prendimiento. A continuación se presenta el cuadro de análisis de varianza de la variable mencionada.

Cuadro 9. Análisis de Varianza del porcentaje de prendimiento

Factores de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	Fc	Pr>F
Bloque	2	1954.49	977.245	2,91	0.1657 NS
Materia Orgánica	2	40.28	20.14	0.06	0.9426 NS
Error a	4	1342.13	335.532	3.30	
Variedad	1	7240.06	7240.06	71.15	0.0002 *
M.O.*Var	2	35.37	17.685	0.17	0.8445 NS
Error b	6	610.57	101.762		
Total	17	11222.90			

CV= 16.76

En el cuadro 9, podemos apreciar que en el porcentaje de prendimiento no existen diferencias significativas entre bloques esto puede deberse a que no se realizo un buen bloqueo.

En cuanto a las dosis de materia orgánica aplicada en la investigación no existen diferencias significativas, lo que nos indica que los niveles no influyeron en el prendimiento de cebolla. Contrariamente existen diferencias significativas entre variedades, por lo que se realizo una comparación de medias.

Sin embargo la interacción materia orgánica X variedad no fue significativa lo cual indica que cada factor tuvo un efecto independiente en los resultados obtenidos en ambas variables. El coeficiente de variación es de 16.76 %, porcentaje que está dentro de los rangos de una investigación agrícola, Calzada (1982), afirma un rango de 9 a 30 % de CV como aceptable para trabajo de campo.

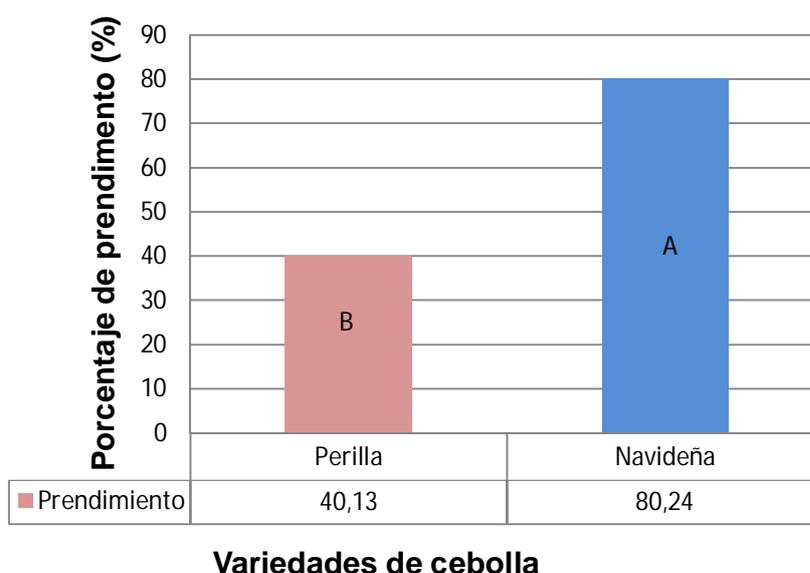


Figura 14. Comparación de medias Duncan (5%) del porcentaje de prendimiento de las dos variedades

En la figura 14, podemos diferenciar dos grupos, el primer grupo representados por la variedad perilla con un promedio de 40.13% de prendimiento y el segundo grupo por la variedad navideña que tuvieron un promedio del 80.24% de prendimiento.

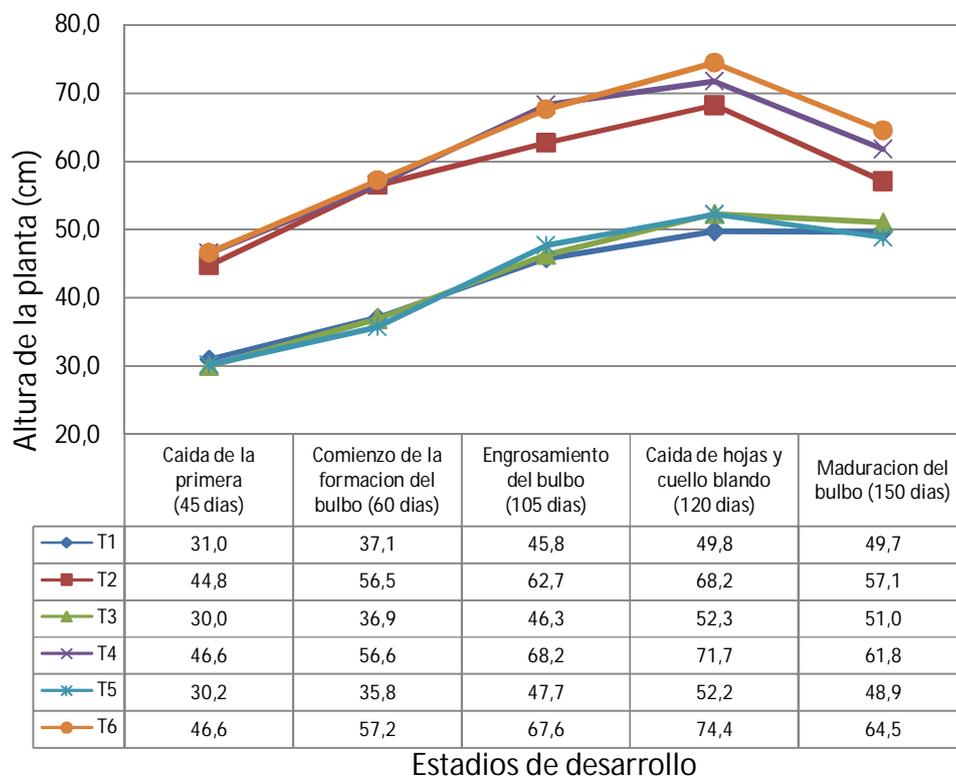
Esto pudo deberse a que los plantines de la variedad navideña (1-1.5 cm) tuvieron un mayor diámetro del bulbo en el momento del trasplante, en cambio la variedad perilla (0,5 – 1 cm) tuvo un menor diámetro, lo cual influye en el porcentaje de prendimiento como indica FDTA-Valles (2007).

Esta diferencia de porcentaje de prendimiento puede ser debido a la escasa humedad del suelo donde se llevo a cabo el trasplante, esto por la poca precipitación de 13.8 mm, característico del altiplano norte. Lo cual nos lleva a la conclusión de

que los plantines de mayor diámetro soportaron el déficit de agua, ya que estas cuentan con una mayor reserva de agua en los bulbos, contrariamente con los plantines más pequeños por la poca reserva de agua.

6.3.2. Altura de planta

En la siguiente figura se muestra el desarrollo de altura de planta en los diferentes estadios de desarrollo de las dos variedades.



T1= 0 Tn/ha + Perilla T3 : 10Tn/ha + Perilla T5 : 20Tn/ha + Perilla
T2 : 0Tn/ha + Navideña T4 : 10 Tn/ha + Navideña T6 : 20Tn/ha + Navideña

Figura 15. Comportamiento de la altura de la planta en los estados de desarrollo

En la figura 15 se puede observar que el tratamiento 6 (20 t/ha + navideña) tuvo un mejor comportamiento, alcanzando una altura máxima de 74.4 cm, en los estados de desarrollo en el cultivo de cebolla, contrariamente el tratamiento 1 tuvo una altura

de planta de 49.8 cm, de un comportamiento bajo durante los estadios de desarrollo. En la misma figura se observa una diferencia entre las dos variedades donde la variedad Navideña representado por: T2 (68.2 cm), T4 (71.7 cm), T6 (74.4 cm) los cuales presentaron mayor altura durante los estadios de desarrollo, en cambio la variedad Perilla representado por los, T1 (49.8 cm), T3 (52.3 cm), T5 (52.2 cm) presentó un menor desarrollo en el crecimiento durante los estados de desarrollo.

Por otro lado se observa claramente el efecto de la materia orgánica en los dos últimos estadios de desarrollo de la variedad navideña, donde a mayor porcentaje de materia orgánica incorporada, mayor altura de planta, como se observa en los tratamientos: T2 (0 t/ha), T4 (10 t/ha), T6 (20 t/ha).

Estos resultados se presentaron debido a que ambas variedades se introdujeron en la comunidad de *Khasa Achuta*, ya que ambas variedades provienen del Valle de Cochabamba (CNPSH, 2009).

Cuadro 10. Análisis de Varianza de la altura de planta

Factores de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	Fc	Pr>F
Bloque	2	77.00	38.50	0.77	0.5226 NS
Materia Orgánica	2	42.99	21.49	0.43	0.6785 NS
Error a	4	200.89	50.22	1.57	
Variedad	1	1728.72	1728.72	54.00	0.0003 *
M.O.*Var	2	18.70	9.35	0.29	0.7567 NS
Error b	6	192.09	32.01		
Total	17	2260.39			

CV= 10.03 %

En el cuadro N° 10, se observa que no existen diferencias entre bloques, ni en los niveles de materia orgánica, pero si existe una diferencia numérica. Contrariamente con la aplicación de materia orgánica en otras variedades como Rosada criolla y Roja arequipeña como indica Cori (2003), las cuales presentaron diferencias significativas en la altura de planta: 0 t/ha (59,76 cm), 10 t/ha (64,81 cm), 20 t/ha (67,51 cm). Además las variedades estudiadas (perilla y navideña) fueron

introducidas por primera vez en el altiplano, ya que estas son variedades que se cultivan en el valle de Cochabamba.

En el mismo cuadro las dos variedades muestran diferencias significativas, esto debido a las características genotípicas de cada variedad, como lo afirma Mercado (2010). En cambio en la interacción de materia orgánica X variedades (M.O. * V.) no existe una diferencia significativa. En relación al coeficiente de variación es de 10.03 %, porcentaje que se encuentra ubicado en un rango de muy bueno (Ochoa 2009).

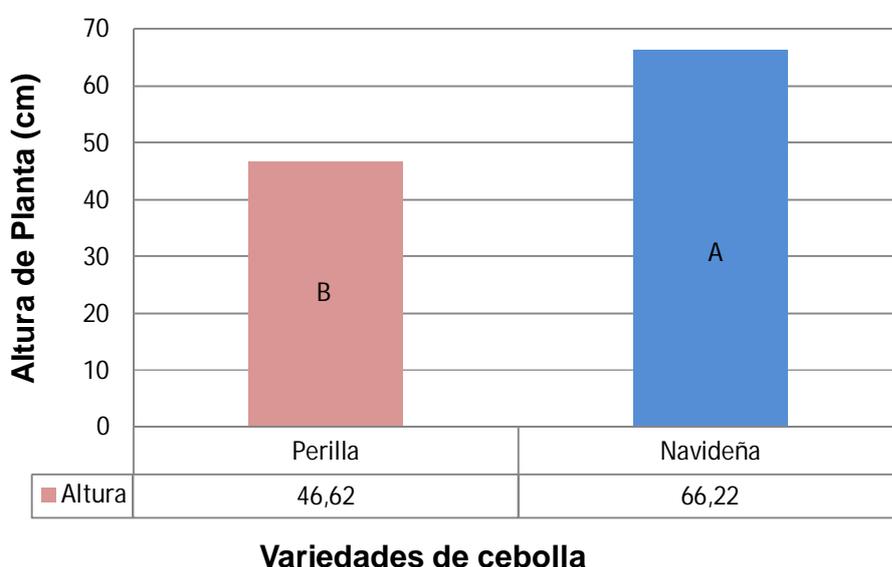


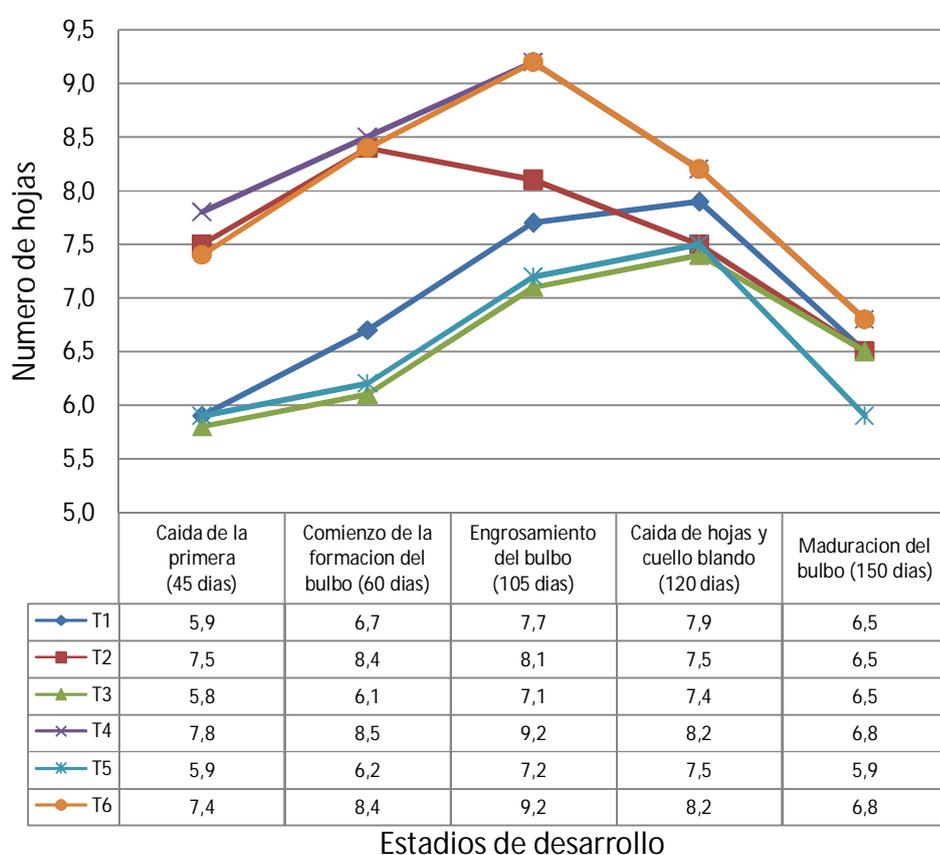
Figura 16. Comparación de medias Duncan (5%) de la Altura de Planta

En la figura 16, se observa que existen diferencias significativas entre las variedades de cebolla: La variedad Perilla con un promedio de altura de planta de 46.62 cm, y la variedad Navideña con una altura de 66.22 cm, obteniendo esta variedad mayor altura. Las diferencias obtenidas en altura de planta por variedad, se deben a factores genéticos de cada variedad y a factores ambientales del lugar. En otras palabras el crecimiento de las dos variedades ha sido en función de las condiciones ambientales y factores de crecimiento como indica Cori (2003).

Esto también pudo deberse a la disponibilidad de agua y nutrientes en el suelo, también se puede atribuir este efecto a los factores ambientales, (heladas y granizo), los cuales son factores que influyeron en la altura de la planta.

6.3.3. Número de hojas

A continuación se presenta los estadios de desarrollo con respecto al número de hojas.



T1= 0 Tn/ha + Perilla T3 : 10Tn/ha + Perilla T5 : 20Tn/ha + Perilla
T2 : 0Tn/ha + Navideña T4 : 10 Tn/ha + Navideña T6 : 20Tn/ha + Navideña

Figura 17. Comportamiento del número de hojas en los estadios de desarrollo

En la figura 17, se observa que el T4 (10 t/ha + Navideña) y T6 (20 t/ha + Navideña) alcanzaron el mayor número de hojas durante los estadios de desarrollo de la cebolla, con un promedio de 9 hojas en ambos tratamientos, esto en la fase del engrosamiento del bulbo ya que esta variedad presenta un ciclo productivo de 150 días. A diferencia de T3 (10 t/ha + Perilla), T5 (20 t/ha + Perilla) obtuvieron un menor número de hojas durante los estadios de desarrollo de engrosamiento del bulbo, con un promedio de 7 hojas en ambos tratamientos, esta variedad presenta un ciclo productivo de 180 días.

En el mismo grafico se observa que existen diferencias en el número de hojas durante los estados de crecimiento, esto debido a las características fenotípicas propias de cada variedad.

En cuanto a los niveles de materia orgánica, no existen diferencias significativas durante los estadios de desarrollo del cultivo de cebolla.

Cuadro 11. Análisis de Varianza del número de hojas

Factores de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	Fc	Pr>F
Bloque	2	3.44	1.72	6.23	0.0590 *
Materia Orgánica	2	0.23	0.11	0.42	0.6841 NS
Error a	4	1.11	0.28	0.39	
Variedad	1	9.83	9.83	13.85	0.0089 *
M.O.*Var	2	2.79	1.40	1.97	0.2203 NS
Error b	6	4.26	0.71		
Total	17	21.66			

CV = 10.43 %

En el ANVA del cuadro Nro. 11, se observa que existen diferencias significativas entre bloques, esto pudo deberse a la desuniformidad del suelo donde se llevo a cabo el experimento. En cuanto a la materia orgánica no existen diferencias significativas entre los tres niveles, lo que nos indica que los niveles de materia orgánica no influyeron en la variable de respuesta de número de hojas.

Por otro lado existen diferencias significativas entre variedades. Sin embargo en la interacción materia orgánica por variedad no fue significativa, lo cual indica que cada

factor tuvo un efecto independiente en los resultados en ambas variables. Por lo que se realizó una prueba de diferencia de medias para los factores de variación mencionados. En relación al coeficiente de variación es de 10.43 %, porcentaje que se encuentra ubicado en un rango de bueno (Ochoa 2009).

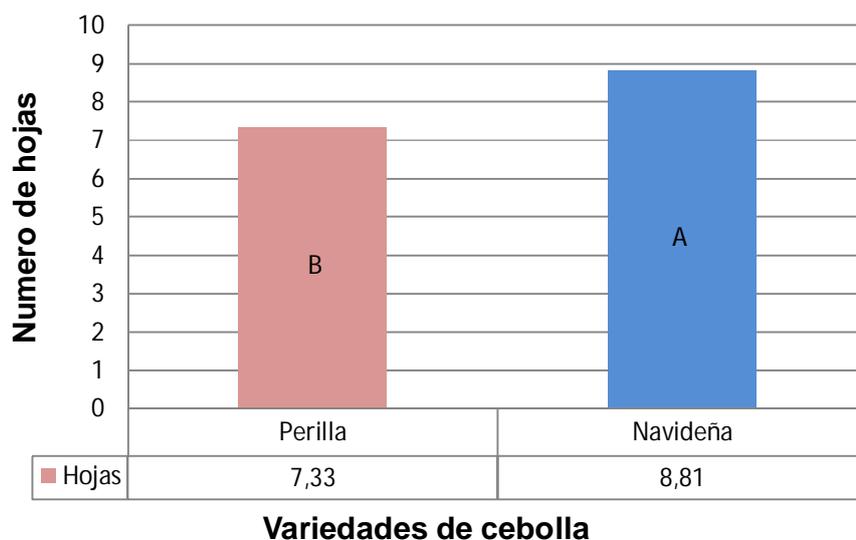


Figura 18. Comparación de medias Duncan (5%) del Número de hojas entre variedades

En la figura 18, se observa que existen diferencias significativas en el número de hojas entre las dos variedades, al igual que en la altura de planta, la variedad Perilla con un promedio de 7.33 hojas y la variedad Navideña con un promedio de 8.81 hojas, este último con una mayor cantidad de hojas.

Esto pudo deberse a las características genéticas de cada variedad, la variedad Navideña con tendencia de las hojas a doblarse fácilmente por el viento, y la variedad Perilla con hojas erectas de color verde oscuro, además pudo haber sido influenciado por el fotoperiodo y a la presencia de macro y micronutrientes como, (Nitrógeno, Fosforo y Azufre) en el suelo. Por otro lado está influenciado por la fotosíntesis por lo que es imprescindible cuidar la densidad de siembra ya que una mayor densidad, el aprovechamiento de la luz es menor.

Las diferencias en número de hojas por planta se deben, a la interacción de niveles de materia orgánica y variedades, que favorecidos por la aplicación de agua mediante el riego las variedades asimilaron nutrientes sin gasto de energía al máximo, para la formación de hojas (Cori, 2003).

6.3.4. Diámetro del falso tallo

Los resultados obtenidos para la variable de diámetro del falso tallo en las dos variedades se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 12. Análisis de Varianza del diámetro del falso tallo

Factores de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	Fc	Pr>F
Bloque	2	14.31	7.15	1.07	0.4256 NS
Materia Orgánica	2	1.83	0.90	0.14	0.8762 NS
Error a	4	26.86	6.71	1.36	
Variedad	1	247.90	247.90	50.05	0.0004 *
M.O.*Var	2	7.79	3.89	0.79	0.4975 NS
Error b	6	29.72	4.95		
Total	17	328.42			

CV =11.15 %

En el ANVA del cuadro N° 12, no existen diferencias significativas entre bloques, esto nos indica que se realizó un buen bloqueo, por otro lado los niveles de materia orgánica no presentaron diferencias significativas, es pudo deberse a la escasa humedad presente en el lugar para una mejor descomposición rápida de la materia orgánica.

Se presentaron diferencias altamente significativas en las variedades por lo que a continuación se presenta la figura de comparación de medias entre variedades. Con respecto a la interacción de materia orgánica X variedad no existen diferencias significativas. En cuanto al coeficiente de variación de 11,15 % con un rango bueno (Ochoa, 2009).

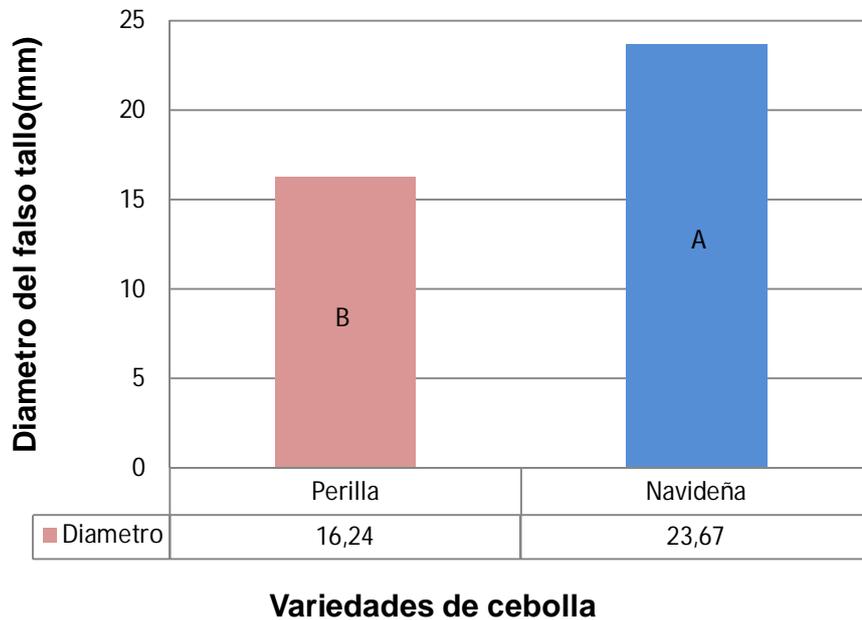


Figura 19. Comparación de medias Duncan (5%) del Diámetro del falso tallo entre variedades

Los resultados de la prueba de DUNCAN al 5% de probabilidad (figura Nro. 19) nos muestra que las variedades de cebolla presentan diferencias estadísticamente significativas un promedio en el diámetro del falso tallo. La Variedad Perilla alcanzo un diámetro de 16.24 mm y la Variedad Navideña alcanzo un diámetro de 23.67 mm.

La diferencia significativa en el diámetro de los falsos tallos alcanzados por las variedades de cebolla se atribuyen a la genética propia de cada variedad de cebolla, en respuesta a los factores de crecimiento y desarrollo como son: la aplicación del estiércol, manejo del cultivo, factores climáticos y suelo.

Las diferencias también pudieron deberse al diámetro de falso tallo obtenido en las dos variedades de cebolla, son debidas al efecto del aporte de elementos nutritivos, humedad en el suelo. Al respecto Cori (2003), obtuvo valores similares con promedios de diámetro del falso tallo de 22.4 y 26.7 mm.

6.3.5. Diámetro del bulbo

A continuación se presenta el análisis de varianza del diámetro del bulbo.

Cuadro 13. Análisis de Varianza del diámetro del bulbo

Factores de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	Fc	Pr>F
Bloque	2	3.57	1.79	5.06	0.0803 NS
Materia Orgánica	2	1.82	0.91	2.60	0.0193 *
Error a	4	1.41	0.35	1.57	
Variedad	1	0.09	0.01	0.06	0.8123 NS
M.O.*Var	2	0.25	0.12	0.55	0.6039 NS
Error b	6	1.35	0.22		
Total	17	7.42			

CV 10.92 %

El cuadro N° 13, nos muestra el análisis de varianza con relación a la variable de diámetro de bulbo, que no existen diferencias estadísticamente significativas entre bloques, contrariamente con los niveles de materia orgánica donde se observa diferencias estadísticamente significativas.

En el mismo cuadro se puede apreciar que no existen diferencias significativas entre variedades, esto pudo deberse a la absorción de las sustancias nutritivas por la plantas depende de las peculiaridades biológicas de las plantas, propiedades del suelo, incluso del nivel de la fertilidad potencial, ante todo relacionado con el contenido de sustancias orgánicas y composición mineralógica, temperatura, aireación, luminosidad, etc.

En cuanto a la interacción de materia orgánica x variedad no existen diferencias significativas con un coeficiente de variación de 10.92, valor que determina la confiabilidad de datos de los tratamientos, se encuentra en un rango de bueno (Ochoa, 2009).

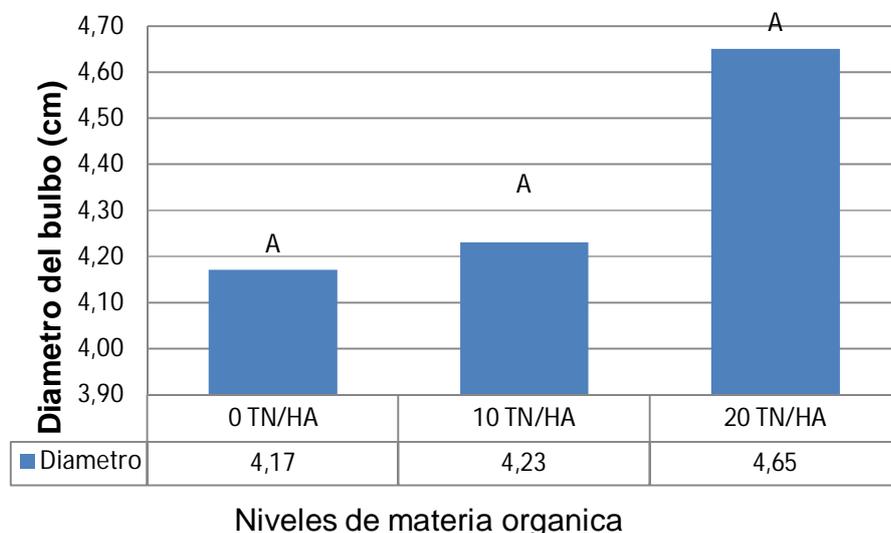


Figura 20. Comparación de medias Duncan (5%) del Diámetro del Bulbo entre los niveles de materia orgánica

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis de prueba Duncan (5%) en la figura 20, se observa una diferencia no significativa de la relación de diámetro del bulbo, pero si se observa una diferencia numérica como lo demuestran los resultados de: 0 t/ha con 4.17 cm, 10 t/ha con 4.23 cm y 20 t/ha con 4.65 cm. La diferencia numérica pudo deberse al contenido de nitrógeno que da lugar a bulbos poco turgentes (FDTA-Valles, 2007).

En la figura 20, se observa el aumento en diámetro del bulbo obtenidas por las variedades en los niveles de materia orgánica, el cual se debe al aumento proporcional de elementos nutritivos en los niveles de (0, 10, 20) t/ha, los mismos son asimilados por las dos variedades de cebolla de acuerdo a su capacidad de interacción con los factores medioambientales que dieron esos resultados.

Pero sin embargo, puede deberse a la genética propia de cada variedad en respuesta a los diferentes factores ambientales como la temperatura, el riego, la luz, el abonamiento con estiércol, el pH adecuado del suelo, el manejo oportuno del suelo, la textura franco arcilloso (Cori, 2003), los factores que favorecieron en la formación de los bulbos y la circulación del aire en el suelo.

6.3.6. Longitud del bulbo

Los resultados obtenidos en el cuadro 14, nos muestra que entre bloques no existen diferencias estadísticamente significativas, al igual que en los niveles de materia orgánica con relación a la longitud del bulbo, lo que nos indica en este caso, que los niveles de (0, 10, 20) t/ha, incorporadas al suelo, no tienen influencias sobre esta variable.

Cuadro 14. Análisis de Varianza de la longitud del bulbo

Factores de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	Fc	Pr>F
Bloque	2	0.58	0.29	0.50	0.6411 NS
Materia Orgánica	2	0.56	0.28	0.48	0.6499 NS
Error a	4	2.34	0.58	1.52	
Variedad	1	5.34	5.34	13.88	0.0098 *
M.O.*Var	2	0.15	0.08	0.19	0.8300 NS
Error b	6	2.31	0.38		
Total	17	11.28			

CV =10.33 %

En el mismo cuadro, se puede apreciar una diferencia altamente significativa con relación a las variedades en la longitud de bulbo. Para comprobar estos resultados se realiza la comparación de medias, mediante la prueba Duncan a un nivel de significancia de 5 %, cuyos valores se presentan más adelante, en la siguiente figura. Con un coeficiente de variación de 10.33 % porcentaje que está ubicado dentro el rango de bueno para trabajos de campo, (Ochoa, 2009).

Mientras que la interacción entre variedades de cebolla y niveles de materia orgánica (M.O.* Var) no presento diferencias significativas para la longitud del bulbo, por lo tanto, significa que los niveles de materia orgánica tienen efectos similares en las variedades de cebolla y las variedades de cebolla tienen respuestas similares a los niveles de materia orgánica.

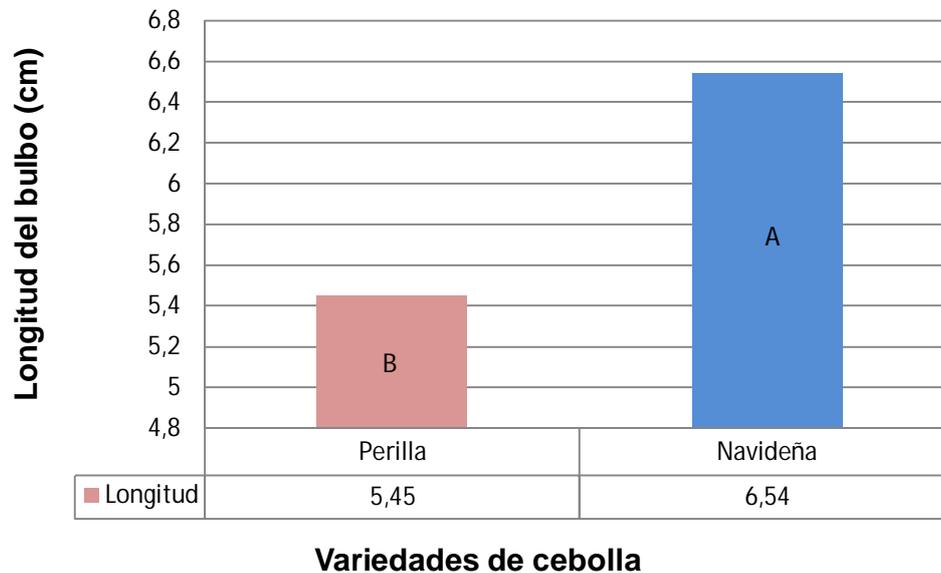


Figura 21. Comparación de medias Duncan (5%) de la longitud del bulbo (cm) entre variedades de cebolla

En la figura 21, se observa que existe una diferencia significativa entre variedades, la navideña presenta una longitud promedio de 6.54 cm que es mayor con respecto a la perilla con una longitud de 5.45 cm.

Las diferencias obtenidas en la longitud del bulbo por la variedad perilla y navideña, se deben a factores genéticos propios de cada variedad y factores ambientales del lugar. Por otro lado la humedad del suelo fue un factor determinante en el desarrollo del bulbo, favoreciendo la absorción de elementos nutritivos por las raíces de la planta.

Pero sin embargo la formación de bulbos está influenciada por varios factores, pero el más importante es el fotoperiodo. La cebolla puede ser una planta resistente al frío aunque para la formación y maduración de los bulbos requiere temperaturas altas y fotoperiodos largos. La temperatura mínima es de 5 °C y la temperatura óptima entre 12 y 23 °C (Maroto, 1995).

6.3.7. Longitud de la raíz

En el análisis de varianza para la longitud de la raíz a la cosecha del cultivo, se muestra en el cuadro 15

Cuadro 15. Análisis de Varianza de la longitud de la raíz

Factores de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	Fc	Ft
Bloque	2	1.05	0.53	0.27	0.7796 NS
Materia Orgánica	2	1.29	0.64	0.32	0.7408 NS
Error a	4	7.94	1.99	1.67	
Variedad	1	4.60	4.60	3.87	0.0167 *
M.O.*Var	2	0.65	0.32	0.28	0.7684 NS
Error b	6	7.13	1.18		
Total	17	22.68			

CV= 10,72 %

En el cuadro 15, se observa que no existen diferencias estadísticamente significativas entre bloques, por otro lado los factores de niveles de materia orgánica no presento diferencias significativas para la longitud de la raíz.

En el mismo cuadro, se observa una diferencia significativa entre variedades con relación a la longitud de la raíz de la planta, con respecto a la interacción de niveles de materia orgánica (0, 10 y 20 t/ha) y variedades de cebolla no existe diferencias significativas, por lo tanto significa que los niveles de materia orgánica no tienen efectos similares en las variedades.

Para el valor del coeficiente de variación es de 10,72 %, porcentaje que está ubicado dentro los rangos de investigación agrícola, al respecto Ochoa (2009), afirma como aceptable para trabajo de campo.

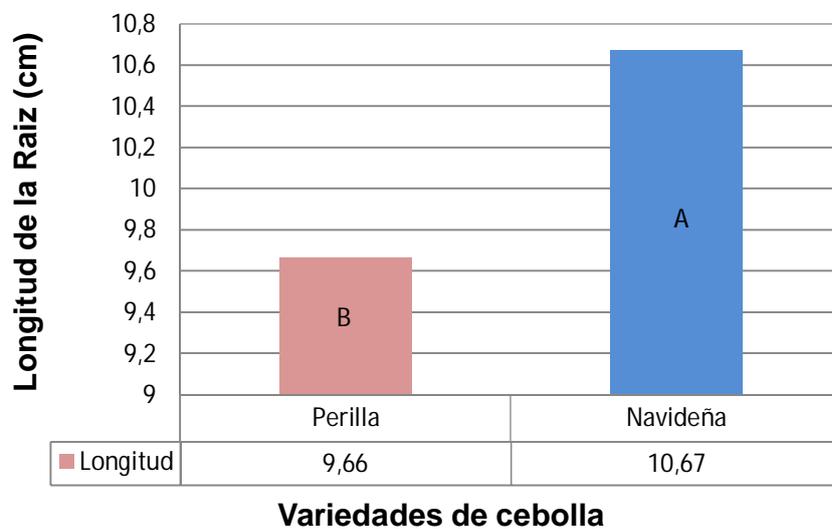


Figura 22. Comparación de medias Duncan (5%) de la longitud de la raíz (cm) entre variedades

En la figura 22, se puede apreciar la diferencia significativa entre variedades, la variedad Perilla presenta una menor longitud de la raíz (9.66 cm), al respecto la variedad Navideña tubo una mayor longitud de raíz (10.67 cm), lo cual puede deberse a la genética propia de cada variedad en respuesta a los diferentes factores ambientales como la temperatura, el tipo de suelo, riego, el pH adecuado del suelo, el manejo oportuno del cultivo.

Esto puede deberse a la fisiológica de cada variedad y a las condiciones edafológicas. Además que las raíces presentan pocos pelos absorbentes y esto determina una menor capacidad de absorción de la planta y mayores exigencias respecto al balance de humedad del suelo como afirma Sena (2010).

6.3.8. Rendimiento en t/ha

Cuadro 16. Análisis de Varianza del rendimiento

Factores de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	Fc	Pr>F
Bloque	2	48.40	24.20	3.56	0.1296 NS
Materia Orgánica	2	129.06	64.51	9.50	0.0303 *
Error a	4	27.18	6.79	2.01	
Variedad	1	250.81	250.81	74.14	0.0001 **
M.O.*Var	2	6.13	3.07	0.91	0.4530 NS
Error b	6	20.30	3.38		
Total	17	481.85			

CV= 20.58 %

En el cuadro 16 se observa que no existen diferencias significativas entre bloques para la variable rendimiento, contrariamente en cuanto a la materia orgánica existen diferencias significativas.

Respecto a las variedades existen diferencias altamente significativas esto debido a al potencial genético específico de cada variedad en respuesta a las condiciones ambientales como la presencia de elementos nutritivos en la materia orgánica, los cuales en su conjunto determinaron las diferencias en rendimiento, como afirma Cori (2003).

En cuanto a la interacción materia orgánica x variedad no existen diferencias significativas. Por lo que se realizó una prueba de diferencia de medias para los factores de variación mencionados. Al no presentar significancia demuestran que los factores Materia Orgánica y variedad son independientes.

$$Y = 3.1333x + 2.6722$$

$$R^2 = 0.9169$$

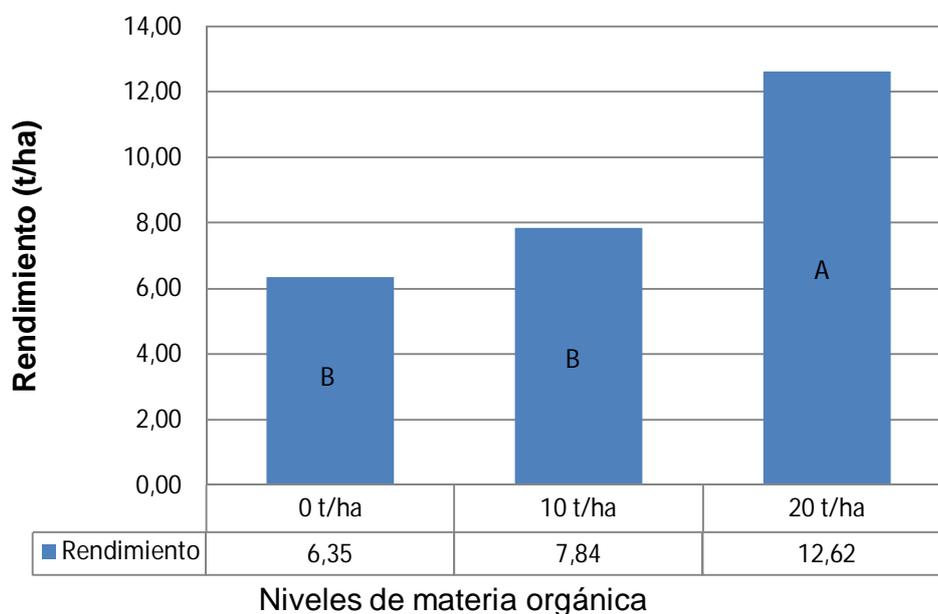


Figura 23. Comparación de medias Duncan (5%) del Rendimiento (t/ha) entre los niveles de materia orgánica

En la figura 23, de acuerdo a los resultados obtenidos en la prueba Duncan (5%) se observa dos grupos estadísticamente diferentes, el grupo 1 formado por el tratamiento 1 y 2, que representan a 0 t/ha con 6,35 t/ha y los tratamientos 3, 4, que representan la incorporación de 10 t/ha de materia orgánica con 7,84 t/ha.

El segundo grupo conformado por los tratamientos 5 y 6, que representan una incorporación de materia orgánica de 20 t/ha, este grupo obtuvo un mayor rendimiento con 12,62 t/ha, esta diferencia pudo deberse principalmente a la acción física de la incorporación de materia orgánica sobre el suelo.

En la misma figura se observa que existe un incremento ligero en el rendimiento en los niveles de materia orgánica de 0 t/ha a 10 t/ha. Sin embargo del nivel de materia orgánica de 10 t/ha a 20 t/ha se tuvo un mayor incremento en el rendimiento esto atribuido al aumento de elementos nutritivos.

Según Morales (1987), la materia orgánica es imprescindible en cultivos de hortalizas. En Bolivia en general se recomienda de 25 a 30 t/ha de estiércol de vacuno. Contrariamente como menciona FDTA-Valles (2007), que el exceso de nitrógeno da lugar a bulbos poco turgentes.

Por otro lado si aumentamos 1 t/ha de materia orgánica, el rendimiento incrementa en 0,9167 t/ha, como observamos en el coeficiente de regresión de la figura 23.

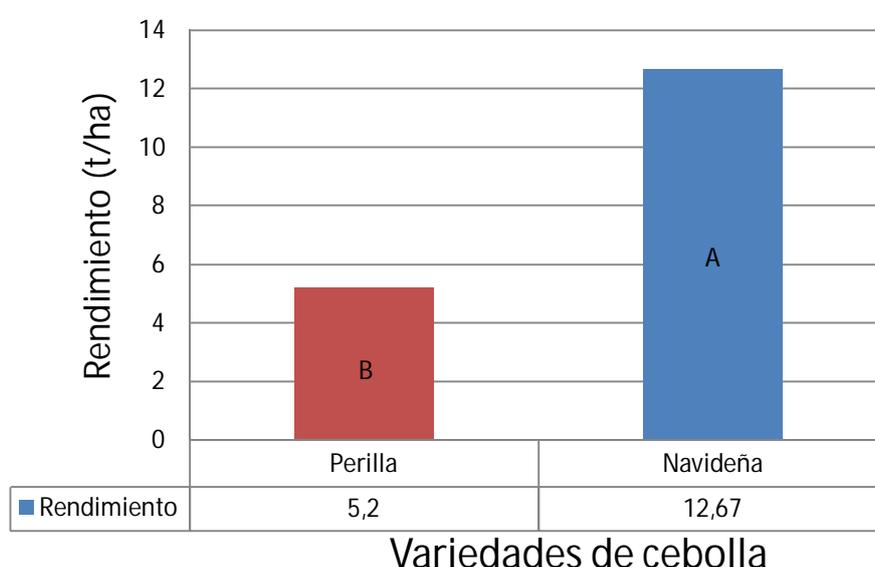


Figura 24. Comparación de medias Duncan (5%) Rendimiento (t/ha) entre variedades

En la figura 24, según la prueba de comparación de medias DUNCAN (5%) agrupa en dos grupos: variedad perilla con 5,20 t/ha y la variedad navideña con 12,67 t/ha, donde existen diferencias tanto numéricas como estadísticamente significativas. Esto debido a las características biológicas propias de cada variedad en respuesta a los diferentes factores como la aplicación de la materia orgánica, manejo de cultivo, factores edáficos y climáticos.

La formación de bulbos está influenciada por varios factores, pero uno de los más importantes es el fotoperiodo, por lo que la incidencia de temperaturas altas acelera la formación de bulbos, mientras que las temperaturas bajas la retrasan, pudiendo

inducir la floración prematura. La cebolla es una planta resistente al frío pero requiere de altas temperaturas para una mejor bulbificación. Los datos registrados por el SENAHMI (2010), indican que en la fase de bulbificación de la cebolla, se registró una temperatura media de 10°C, la cual representa una temperatura baja para esta fase como menciona FDTA Valles (2007), quien recomienda temperaturas de 18-25°C.

Al respecto Villarroel (1988), indica que las cebollas se desarrollan muy bien en suelos franco, franco arcillosos, franco limosos, de topografía plana y con suficiente contenido de materia orgánica. El pH del afecta en la calidad del bulbo de la cebolla; en suelos ligeros a moderadamente ácidos se produce una cebolla con bulbo de sabor ácido fuerte; en cambio en los suelos alcalinos se produce un bulbo de sabor agradable y comible en estado crudo.

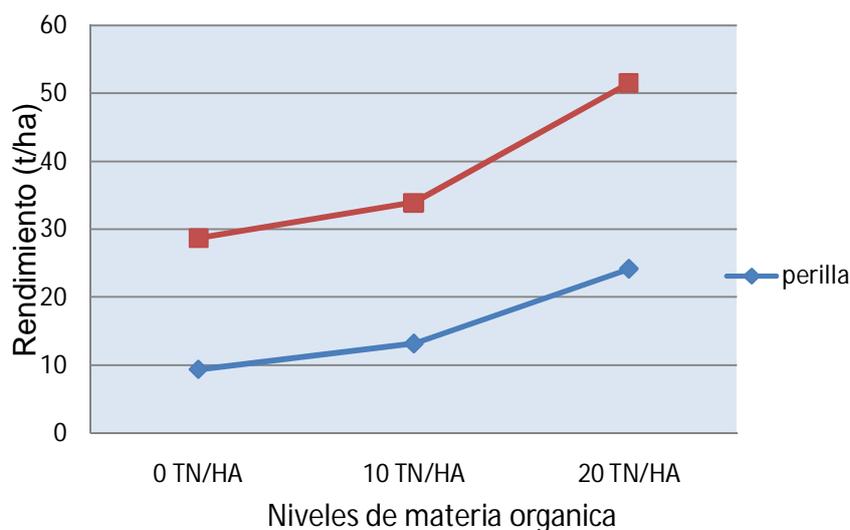


Figura 25. Análisis de efecto simple en la interacción materia orgánica X variedades

En la figura 25 podemos observar que la variedad navideña a mayor dosis de materia orgánica, menor rendimiento, hasta un nivel de 10 t/ha, si se incrementa mayor dosis de materia orgánica (20 t/ha) aumenta el rendimiento.

En cambio el comportamiento de la variedad perilla es contraria, ya que en las dosis de 0 a 10 t/ha va disminuyendo el rendimiento, a partir de esa dosis si

incrementamos los niveles de materia orgánica, incrementa el rendimiento. Esto pudo deberse al requerimiento nutricional, carga genética y fisiológica de cada variedad (FDTA Valles, 2007).

6.3.9. Peso por categoría

En la siguiente figura se puede apreciar las tres categorías obtenidas de las dos variedades de cebollas.

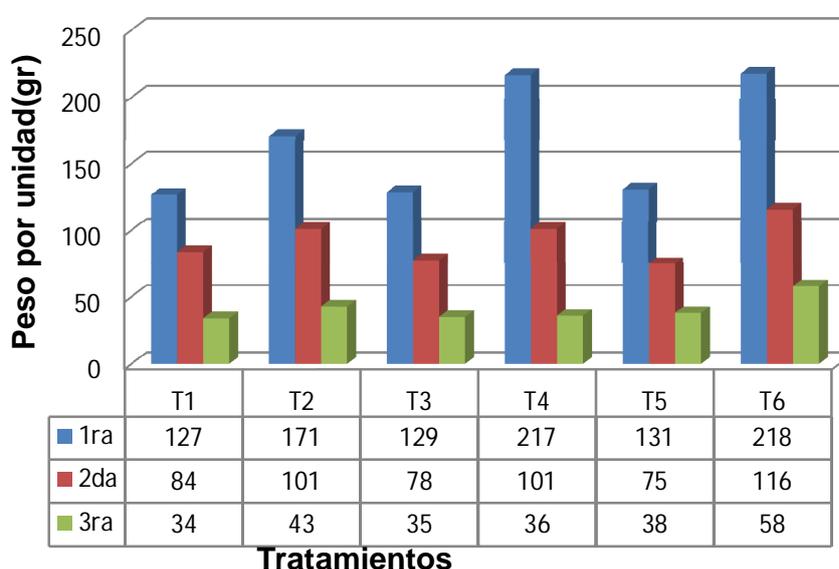


Figura 26. Comparación de medias Duncan (5%) del peso por unidad (gr)

En la figura 26, se puede apreciar una diferencia significativa en la primera categoría en los 6 tratamientos, también se observa la diferencia significativa entre variedades, los tratamientos (1, 3, 5) que presentan menor peso que corresponde a la variedad perilla, en cuanto a los tratamientos (2, 4, 6) que presentan un peso mayor y corresponden a la variedad navideña.

En la misma figura se observa que la segunda categoría muestra un mejor rendimiento en los tratamientos 2, 4 y 6 que corresponden a la variedad navideña, en cuanto a la variedad perilla presento un rendimiento bajo en los tratamientos 1, 3, 5.

En cuanto a la tercera categoría presentaron diferencias significativas en las dos variedades, los tratamientos 2,6 tuvieron un mayor rendimiento, se observó un rendimiento similar en el T4 con relación a los tratamientos 1, 3, 5 que corresponden a la variedad perilla con un menor rendimiento.

6.3.10. Costos por tratamiento

Para realizar el análisis de costos (cuadro 17), se realizaron un análisis de costos variables para cada tratamiento.

Cuadro 17. Costos de Producción, Relación beneficio costo por tratamiento (1 m²)

Descripción	Tratamientos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Plantines	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91
Materia orgánica (estiércol de ovino y bovino)	0.00	0.00	0.60	0.60	1.20	1.20
Roturado	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
Nivelado	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
Incorporación de M.O.	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
Trasplante	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
Aporque y desmalezado	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
Cosecha	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
Riego	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
Pasajes	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
Alquiler herramientas	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Transporte cebolla	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
TOTAL COSTOS	3.16	3.16	3.76	3.76	4.36	4.36
TOTAL BENEFICIOS BRUTOS	1.87	4.04	2.61	4.77	4.80	7.25
TOTAL BENEFICIO NETO	-1.29	0.88	-1.15	1.01	0.44	2.89
BENEFICIO COSTO	0.59	1.28	0.69	1.27	1.10	1.66

En el cuadro 17 se observa que en la producción de cebolla se realizó un gasto de: Para los tratamientos 1 y 2 de 3,16 Bs/m², estos representan 0 t/ha, en los tratamientos 3 y 4 de 3,76 Bs/m². y esto representa a 10 t/ha de materia orgánica de los tratamientos 5 y 6 con un gasto de 4,36 Bs/m² con 20 t/ha de materia orgánica. La diferencia entre los costos variables se debe a los niveles de materia orgánica incorporados a cada tratamiento.

De la misma manera la producción de cebolla en los beneficios brutos fueron de **1,87** Bs/m². **4,04** Bs/m². **2,61** Bs/m². **4,77** Bs/m². **4,80** Bs/m². **7,25** Bs/m². que corresponden a los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5, T6 respectivamente.

En cuanto a los beneficios netos se obtuvo beneficios de -1,29 del T1, 0,88 del T2, -1,15 del T3, 1,01 del T4, 0,44 del T5 y 2,89 del T6, obteniendo un mayor beneficio neto en el T6 (20 t/ha + variedad navideña). Las relaciones beneficio costo para los tratamientos: T1 con 0,59 Bs/m², T2 con 1,28 Bs/m², T3 con 0,69 Bs/m², T4 con 1,27 Bs/m², T5 con 1,10 Bs/m² y T6 con 1,66 Bs/m², obteniendo un mayor beneficio en el tratamiento seis del cual se gana 0,66 Bs. Por cada 1Bs. Invertido y el tratamiento que obtuvo menor beneficio fue el tratamiento uno de cada 1Bs. Invertido se recupero 0.59 Bs. Es decir que en este tratamiento se perdió 41 centavos por el boliviano invertido.

6.3.11. Análisis de dominancia

A continuación se observan los resultados de análisis de dominancia realizado para cada tratamiento.

Cuadro 18. Análisis de dominancia para los tratamientos

Nro.	Tratamientos	Total costos que varían (Bs/m ²)	Beneficio Neto (Bs/m ²)	Análisis de dominancia
1	a1b1	3.16	-1.29	D
2	a2b1	3.16	0.88	ND
3	a1b2	3.76	-1.15	D
4	a2b2	3.76	1.01	ND
5	a3b1	4.36	0.44	D
6	a3b2	4.36	2.89	ND

El análisis de dominancia se realizó de acuerdo al criterio propuesto por Perrin *et al* (1988), el mismo indica que, un tratamiento es dominado (D) cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento que varían más bajos. Para tal efecto se ordenó los valores de total de costos que varían de menor a mayor como se observa en el cuadro 18.

En el cuadro 18, nos muestra que los tratamientos 2,4 y 6 con costos variables similares y beneficios netos altos corresponden a la variedad Navideña con los niveles de 0,10 y 20 toneladas por hectárea, resultado no ser dominados (ND). Mientras que los tratamientos 1,3 y 5, que corresponde a la variedad Perilla fueron dominados (D) por lo que se descartó su análisis.

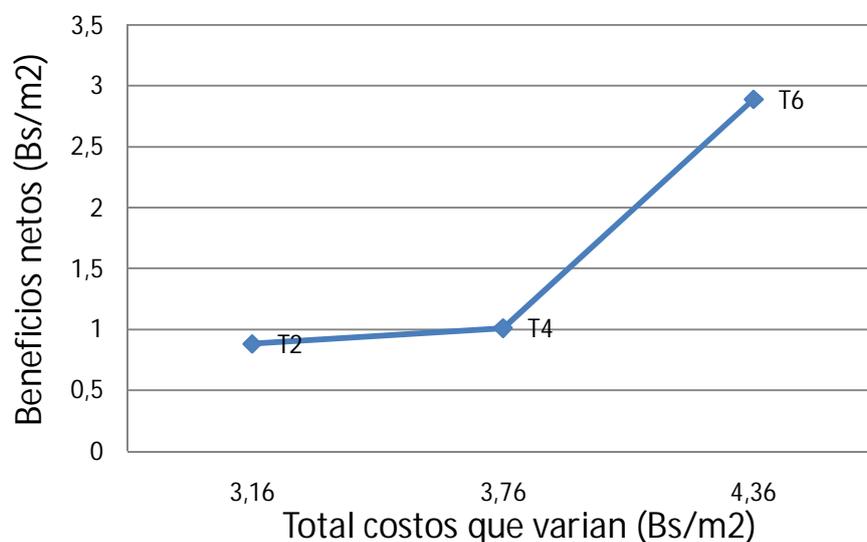


Figura 27. Análisis de dominancia

En la figura 27, nos muestra que el tratamiento 2, corresponde a la variedad Navideña sin aplicación de materia orgánica (0 t/ha), obtuvo un beneficio neto de 0.88 Bs/m² y 3.16 Bs/m² de costos que varían. El tratamientos 4 que también corresponden a la variedad Navideña con un nivel de materia orgánica de (10 t/ha), obtuvo un beneficio neto de 1.01 Bs/m² y un total de costos que varían de 3.76 Bs/m².

Finalmente la misma variedad a un nivel de materia orgánica de (20 t/ha) el tratamiento 6, con un total de costos que varían de 4.36 Bs/m², obtuvo un beneficio neto de 2,89 Bs/m².

Este análisis se realizó con la finalidad de hacer notar al agricultor el aumento de sus ingresos, tomando especial atención en los resultados de los beneficios netos, y no así en los rendimientos.

Nótese en el análisis de dominancia muestra el aumento de rendimiento, cuando se incrementa los niveles de materia orgánica, lo que nos refleja el tratamiento 6 de la variedad Navideña.

7.- CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

1. La variedad Navideña tuvo mejor respuesta en cuanto al comportamiento agronómico respecto a las variables de altura de planta con 66,22 cm, número de hojas con 8,81 hojas/planta, longitud del bulbo con 6,54 cm y longitud de la raíz con 10,67 cm. En el aspecto fisiológico no hubo diferencias significativas entre las dos variedades referentes a las variables diámetro del cuello, diámetro del falso tallo, diámetro del bulbo.
2. De acuerdo a la aplicación de materia orgánica no se produjo diferencias significativas en la mayoría de las variables de respuesta estudiadas. Sin embargo en la variable diámetro del bulbo se observa una diferencia estadísticamente no significativa, pero si numérica como lo demuestran los resultados de: 0 t/ha con 4.17 cm, 10 t/ha con 4.23 cm y 20 t/ha con 4.65 cm. Así mismo todos los parámetros evaluados presentaron diferencias no significativas en la interacción de las variedades de cebolla y niveles de materia orgánica.
3. En cuanto al rendimiento, la variedad Navideña representado por los tratamientos (T2, T4 y T6), obtuvo mayor peso, con un promedio de 12,67 t/ha. Con relación a la variedad Perilla se observa que obtuvo menor peso representado en los tratamientos (T1, T3 y T5) con un peso promedio de 5,2 t/ha.
4. En cuanto a los niveles de materia orgánica la incorporación de 20 t/ha, representada por los tratamientos T5, T6 obtuvieron un mayor rendimiento con 12,62 t/ha en promedio. A diferencia de los tratamientos T3, T4, que representan la incorporación de 10 t/ha de materia orgánica con 7,84 t/ha, en

cuanto al nivel de 0 t/ha representado por los tratamientos T1, T2 obtuvieron menor rendimiento con un promedio de 6,35 t/ha.

5. En cuanto a las variedades estudiadas la variedad Navideña presento mayor longitud de raíz que la variedad perilla, esto explica porque se tuvo mayor resistencia a la sequia, granizada y helada. Las variedades de cebolla presentaron diferencias significativas en las variables de número de hojas, diámetro del cuello, diámetro del falso tallo, altura del bulbo, diámetro del bulbo, Peso unitario de cada muestra de la cebolla.
6. En el análisis económico se determino que el T6 (20 t/ha + variedad navideña) es rentable, obteniendo un mayor beneficio costo de 1,66 Bs/m². Por otra parte el T1 (0 t/ha + variedad perilla) obtuvo un bajo beneficio costo de 0,59 Bs/m². En cuanto a los costos de producción, la variedad Navideña representado en los tratamientos (T2, T4 y T6), obtuvo mayor beneficio neto, donde el T6 (20 t/ha + variedad navideña) con 2,89 Bs.. Con relación a la variedad Perilla se obtuvo menor beneficio neto representado en los tratamientos (T1, T3 y T5) donde el T1 (0 t/ha + variedad perilla) obtuvo un bajo beneficio neto con -1,29 Bs.

8.- RECOMENDACIONES

Con las conclusiones obtenidas se llegan a las siguientes recomendaciones.

1. Se recomienda probar más variedades para la producción de cebolla en el altiplano, debido a que estas tienen diferentes requerimientos de suelo, materia orgánica, clima y lo más importante el fotoperiodo.
2. De las dos variedades estudiadas, la variedad Navideña tuvo un desarrollo normal en el altiplano Norte, adaptándose a los cambios bruscos del clima como granizadas y heladas, por tanto se recomienda seguir realizando mas estudios en la misma época.
3. Se debe realizar más trabajos de investigación con la variedad perilla en otra época, para observar el comportamiento agronómico de esta variedad, además se recomienda continuar investigando con la incorporación de otros niveles de materia orgánica para una mejor adaptabilidad de esta variedad en el altiplano.
4. Se recomienda realizar el trasplante de la variedad navideña en los meses de septiembre a octubre en el Altiplano Norte, ya que esta es de un ciclo corto y de fotoperiodo intermedio.
5. En cuanto a los niveles de materia orgánica se recomienda la aplicación de 20 t/ha en la variedad navideña dos meses antes del trasplante, garantizando el riego después del trasplante para obtener un buen porcentaje de prendimiento como también una buena bulbificación.

BIBLIOGRAFÍA

BREWSTER, J.L. 2001. Las Cebollas y otros alliums. Editorial ACRIBIA S.A. Zaragoza, España. 253 p.

CALZADA, B. J. 1982. Método estadístico para la investigación. 4 ed. Editorial Jurídica. Lima, Perú. 643 p

CNPSH, 2009. <http://www.ine.gob.bo/indice/general.aspx?codigo=40104>

CONSULTORÍA E. RIVAS. 2002. Plan de Intervenciones en la cadena de cebolla. Proyecto MAPA FDTA-Valles.

CORI, M.W.R. 2003, Abonamiento orgánico en variedades de cebolla bajo riego por goteo en la localidad de escoma provincia Camacho del departamento de La Paz. Tesis de grado. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. 113 p.

CHILON, E. 1996. Manual de la fertilidad de suelos y nutrición de plantas. CIDAT-UMSA-EMI. La Paz, Bolivia. P. 41-47.

CHIPANA, R. R. 1996. Principios de Riego y Drenaje. UMSA, Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia 202p.

FAO, 2010 EL CULTIVO DE LA CEBOLLA. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/cebolla.htm>

FDTA-Valles. 2007 Fundación para el Desarrollo Tecnológico de los Valles (Manual de Cultivo de Cebolla) Cochabamba – Bolivia 13, 16, 17,19 p.

FERNÁNDEZ-NORTHCOTE, EN., O. NAVIA y A. GANDARILLAS. (1999). Bases de las estrategias de control químico del tizón tardío.

GABOR, BRAD K. 1996. ONION DISEASES A Practical Guide for Seedsmen, Growers and Agricultural Advisors.

GOOGLEARTH, 2010. Base de datos Googlearth. Disponible en : <http://www.googleearth.com>.

INTA Centro Regional Cuyo, 1997. Manual del cultivo de la cebolla editado por Ing. Agr. Claudio R. Galamrini.

INE, 2010. Base de datos del Instituto Nacional de Estadística. La Paz – Bolivia.

INFOAGRO, 2010. Cebolla, Cebollas, Cebolla temprana, Cebolla tardía (*Allium cepa*). Publicado en: Boletín de Infojardin. Disponible en: <http://fichas.infojardin.com/hortalizas-verduras/cebollas-cebolla-temprana-cebolla-tarida-allium-cepa.htm>.

IBTEN, 2011. Instituto Boliviano de Tecnología y Energía Nuclear CIN- VIACHA. Laboratorio de Análisis Químico y físico. La Paz – Bolivia.

LOPEZ, T.M. 2001. Horticultura. Primera reimpresión. Editorial Trillas. México. 386 p.

LLERENA, F. y PARDO, L. 1984. Cebollas y Ajo. 1ra Edición. Instituto Internacional de Integración Convenio Andrés Bello. Exportaciones no tradicionales. Santa Cruz, Bolivia. 170 p.

MAROTO, B. J. 1995, Horticultura: herbácea especial. 4 ed. Ediciones Mundi Prensa Madrid, España 611 p.

MOHAN, S. KRISHNA y SCHWARTZ, E. HOWARD. 1995. Compendium of Onion and Garlic Diseases. Ed. A.P.S.

MONTES DE OCA, I. 1989. ENCICLOPEDIA GEOGRAFICA DE BOLIVIA, es una obra de 872 páginas.

MORALES, J. P. 1987. Suelos y Agroquímica II. 2 ed. Editorial Pueblo y Educación Ciudadana de la Habana, Cuba. 325 p.

OCHOA, R. 2009. Diseño Experimental II. Método Estadístico. UMSA. La Paz. Bolivia, p. 9-10.

OTTONE, MARTIN. 2008. El Mercado Mundial de La Cebolla. Disponible en www.scribd.com/doc

PATTY, Choque Teodoro. 2006. Evaluación de técnicas y prácticas de siembra del cultivo de cañahua en la región de Tiwanaku. Unidad Académica Campesina Tiwanaku. Carrera de Ingeniería Agronómica. Tesis de grado. Universidad Católica Boliviana. La Paz, Bolivia. 78 p.

PAMPLONA, J. R. 2003. EL PODER MEDICINAL DE LOS ALIMENTOS. Editorial safeliz. Argentina pp 142.

PNS. 2006, Plan Nacional de Semilla- Estrategia de Abastecimiento de Semillas, MDRAMA-INIAF-PNS. Disponible en www.semilas.org.

PONCE, Victor. 2007. Análisis temporal de la pudrición blanca (*Sclerotium cepivorum* Berk.) de la cebolla (*Allium cepa* L.) bajo tres niveles de inóculo del patógeno. Publicado en: Agrocienza v.42 n.1 México ene./feb. 2008. Texcoco Estado de México.

PROINPA, 2003. REVISTA DE AGRICULTURA No 31. Cochabamba, Bolivia. 27 p.
PROINPA en Bolivia. Revista Latinoamericana de la Papa 11(1): 1-25 p.

SENAHMI, 2010. Cuadro de datos sobre Temperatura y Precipitación de la Estación Meteorológica de Tiahuanacu. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. La Paz – Bolivia.

STEEL, R. TORRIE, J. 1988. Bioestadística 2da. Edición. Mc Graw Hill, Mexico.

SENA, 2010. Curado y Almacenamiento de Cebolla de Bulbo. Proyecto "Mejoramiento de la competitividad de la cebolla de bulbo en el departamento de Cundinamarca, a través de la producción limpia, tecnologías de curado y almacenamiento". Fondo nacional de Fomento Hortofrutícola. Asohofrucol. Cundinamarca, Colombia. 38 p.

SIBTA, 2006. BOLIVIA ES EL PRIMER EXPORTADOR MUNDIAL DE CEBOLLA ORGÁNICA. La Paz, Bolivia. Disponible en: www.eldiario.net, 08/03/2006

VALDEZ, L. L. 1995 Evaluación agroecológica de la tecnología andina del jiri. Tesis de Grado. UMSS Cochabamba Bolivia 124 p.

VILLARROEL, A. J. 1988. Horticultura en valles de Cochabamba. UMSS. AGRUCO Serie Técnica. Edición AGRUCO. Cochabamba, Bolivia Pp 7-20.

VILLARROEL, L. DAVID. 1997. Manejo de Plagas. Tomo 1. CADIA-Bilance.

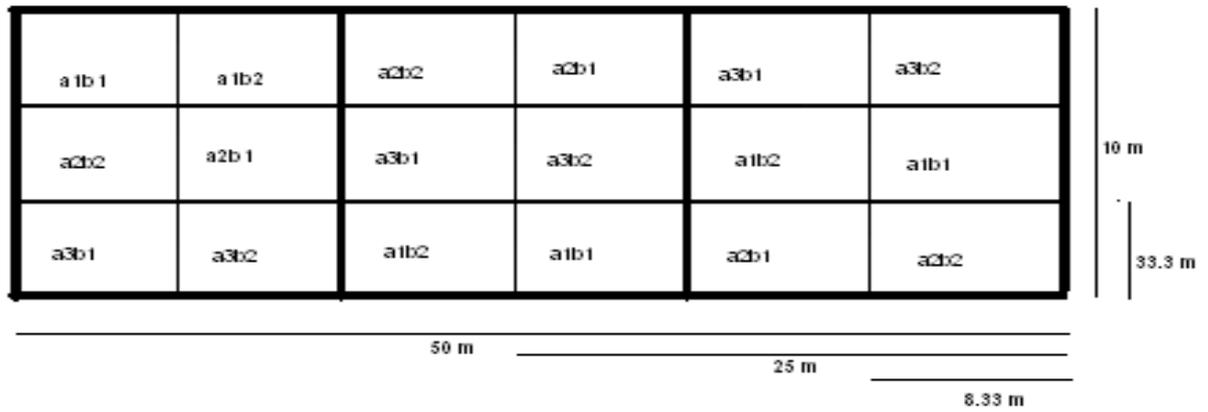
YAGODIN, B.A. 1986. Agroquímica II. Editorial Mir Moscú. URSS. 464 p.

ZABALA, L. M. y OJEDA, R. L. 1988. Fitotecnia especial, Tomo II. Editorial Pueblo y Educación. 97p.

ANEXOS

Anexo 1. Croquis de la parcela experimental

5.5 Croquis de la parcela experimental



Anexo 2. COSTOS DE PRODUCCION T1

No	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario (Bs.)	Costo total (Bs/ 87,5 m ²)	Costo total (Bs/ 1 m ²)
1	Plantines	@	1,50	50	75,00	0.91
2	Materia orgánica (estiércol de ovino y bovino)	Kg	0,00	0,3	0,00	0.00
3	Roturado	Jornal	0,50	30	15,00	0.18
4	Nivelado	Jornal	0,50	30	15,00	0.18
5	Incorporacion de M.O.	Jornal	0,25	30	7,50	0.09
6	Trasplante	Jornal	0,50	30	15,00	0.18
7	Aporque y desmalezado	Jornal	0,50	30	15,00	0.18
8	Cosecha	Jornal	0,50	30	15,00	0.18
9	Riego	Jornal	1,00	30	30,00	0.36
10	Pasajes	U	10,00	6	60,00	0.36
11	Alquiler herramientas				3,33	0.12
12	Transporte cebolla				11,10	0.40
	TOTAL COSTOS	Bs			261,93	3.16
	TOTAL BENEFICIOS BRUTOS	Kg	342,47	0,45	154,11	1.87
	TOTAL BENEFICIO NETO	Bs			-107,82	-1.29
	BENEFICIO COSTO	Bs			0,59	0.59

Anexo 3. COSTOS DE PRODUCCION T2

No	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario (Bs.)	Costo total (Bs/ 87,5 m ²)	Costo total (Bs/ 1 m ²)
1	Plantines	@	1,50	50	75,00	0.91
2	Materia orgánica (estiércol de ovino y bovino)	Kg	0,00	0,3	0,00	0.00
3	Roturado	Jornal	0,50	30	15,00	0.18
4	Nivelado	Jornal	0,50	30	15,00	0.18
5	Incorporacion de M.O.	Jornal	0,25	30	7,50	0.09
6	Trasplante	Jornal	0,50	30	15,00	0.18
7	Aporque y desmalezado	Jornal	0,50	30	15,00	0.18
8	Cosecha	Jornal	0,50	30	15,00	0.18
9	Riego	Jornal	1,00	30	30,00	0.36
10	Pasajes	U	5,00	6	30,00	0.36
11	Alquiler herramientas				10,00	0.12
12	Transporte cebolla				33,33	0.40
	TOTAL COSTOS	Bs			260,83	3.16
	TOTAL BENEFICIOS BRUTOS	Kg	666,04	0,50	333,02	4.04
	TOTAL BENEFICIO NETO	Bs			72,19	0.88
	BENEFICIO COSTO	Bs			1,28	1.28

Anexo 4. COSTOS DE PRODUCCION T3

No	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario (Bs.)	Costo total (Bs/ 87,5 m ²)	Costo total (Bs/ 1 m ²)
1	Plantines	@	1,50	50	75,00	0.91
2	Materia orgánica (estiércol de ovino y bovino)	Kg	165,00	0,3	49,50	0.60
3	Roturado	Jornal	0,50	30	15,00	0.18
4	Nivelado	Jornal	0,50	30	15,00	0.18
5	Incorporacion de M.O.	Jornal	0,25	30	7,50	0.09
6	Trasplante	Jornal	0,50	30	15,00	0.18
7	Aporque y desmalezado	Jornal	0,50	30	15,00	0.18
8	Cosecha	Jornal	0,50	30	15,00	0.18
9	Riego	Jornal	1,00	30	30,00	0.36
10	Pasajes	U	5,00	6	30,00	0.36
11	Alquiler herramientas				10,00	0.12
12	Transporte cebolla				33,33	0.40
	TOTAL COSTOS	Bs			310,33	3.76
	TOTAL BENEFICIOS BRUTOS	Kg	479,17	0,45	215,63	2.61
	TOTAL BENEFICIO NETO	Bs			-94,7	-1.15
	BENEFICIO COSTO	Bs			0,69	0.69

Anexo 5. COSTOS DE PRODUCCION T4

No	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario (Bs.)	Costo total (Bs/ 87,5 m ²)	Costo total (Bs/ 1 m ²)
1	Plantines	@	1,50	50	75,00	0.91
2	Materia orgánica (estiércol de ovino y bovino)	Kg	165,00	0,3	49,50	0.60
3	Roturado	Jornal	0,50	30	15,00	0.18
4	Nivelado	Jornal	0,50	30	15,00	0.18
5	Incorporacion de M.O.	Jornal	0,25	30	7,50	0.09
6	Trasplante	Jornal	0,50	30	15,00	0.18
7	Aporque y desmalezado	Jornal	0,50	30	15,00	0.18
8	Cosecha	Jornal	0,50	30	15,00	0.18
9	Riego	Jornal	1,00	30	30,00	0.36
10	Pasajes	U	5,00	6	30,00	0.36
11	Alquiler herramientas				10,00	0.12
12	Transporte cebolla				33,33	0.40
	TOTAL COSTOS	Bs			310,33	3.76
	TOTAL BENEFICIOS BRUTOS	Kg	786,65	0,50	393,33	4.77
	TOTAL BENEFICIO NETO	Bs			83,00	1.01
	BENEFICIO COSTO	Bs			1,27	1.27

Anexo 6. COSTOS DE PRODUCCION T5

No	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario (Bs.)	Costo total (Bs/ 87,5 m ²)	Costo total (Bs/ 1 m ²)
1	Plantines	@	1,50	50	75,00	0.91
2	Materia orgánica (estiércol de ovino y bovino)	Kg	330,00	0,3	99,00	1.20
3	Roturado	Jornal	0,50	30	15,00	0.18
4	Nivelado	Jornal	0,50	30	15,00	0.18
5	Incorporación de M.O.	Jornal	0,25	30	7,50	0.09
6	Trasplante	Jornal	0,50	30	15,00	0.18
7	Aporque y desmalezado	Jornal	0,50	30	15,00	0.18
8	Cosecha	Jornal	0,50	30	15,00	0.18
9	Riego	Jornal	1,00	30	30,00	0.36
10	Pasajes	U	5,00	6	30,00	0.36
11	Alquiler herramientas				10,00	0.12
12	Transporte cebolla				33,33	0.40
	TOTAL COSTOS	Bs			359,83	4.36
	TOTAL BENEFICIOS BRUTOS	Kg	880,90	0,45	396,41	4.80
	TOTAL BENEFICIO NETO	Bs			36,58	0.44
	BENEFICIO COSTO	Bs			1,10	1.10

Anexo 7. COSTOS DE PRODUCCION T6

No	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario (Bs.)	Costo total (Bs/ 87,5 m ²)	Costo total (Bs/ 1 m ²)
1	Plantines	@	1,50	50	75,00	0.91
2	Materia orgánica (estiércol de ovino y bovino)	Kg	330,00	0,3	99,00	1.20
3	Roturado	Jornal	0,50	30	15,00	0.18
4	Nivelado	Jornal	0,50	30	15,00	0.18
5	Incorporación de M.O.	Jornal	0,25	30	7,50	0.09
6	Trasplante	Jornal	0,50	30	15,00	0.18
7	Aporque y desmalezado	Jornal	0,50	30	15,00	0.18
8	Cosecha	Jornal	0,50	30	15,00	0.18
9	Riego	Jornal	1,00	30	30,00	0.36
10	Pasajes	U	5,00	6	30,00	0.36
11	Alquiler herramientas				10,00	0.12
12	Transporte cebolla				33,33	0.40
	TOTAL COSTOS	Bs			359,83	4.36
	TOTAL BENEFICIOS BRUTOS	Kg	1197,06	0,50	598,53	7.25
	TOTAL BENEFICIO NETO	Bs			238,7	2.89
	BENEFICIO COSTO	Bs			1,66	1.66

Anexo 8. Preparación del terreno



Fuente: Elaboración propia

Anexo 9. Incorporación de la materia orgánica a la parcela experimental.



Fuente: Elaboración propia

Anexo 10. Colocado de marbetes en las muestras



Fuente: Elaboración propia

Anexo 11. Desmalezado de las unidades experimentales



Fuente: Elaboración propia

Anexo 12. Aporque de las unidades experimentales



Fuente: Elaboración propia

Anexo 13. Madures fisiológica de la cebolla a los 150 días después del trasplante.



Fuente: Elaboración propia

Anexo 14. Clasificación por categorías de las dos variedades de cebolla



Fuente: Elaboración propia

Anexo 15. Daños causados por el granizo



Fuente: Elaboración propia