

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



TESIS DE GRADO

**EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN VARIEDADES DE
CEBOLLA (*Allium cepa* L) BAJO RIEGO POR GOTEO EN LA LOCALIDAD DE
AYATA AJLLATA DE PROVINCIA OMASUYOS**

Presentado por:

ORLANDO COA CHURA

**La Paz – Bolivia
2014**

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

**EFFECTO DE LA FERTILIZACION NITROGENADA EN VARIETADES DE
CEBOLLA (*Allium cepa L*) BAJO RIEGO POR GOTEO EN LA LOCALIDAD DE
AYATA AJLLATA DE PROVINCIA OMASUYOS**

**TESIS DE GRADO PARA OPTAR EL TITULO
DE INGENIERO EN AGRONOMÍA**

PRESENTADO POR:
ORLANDO COA CHURA

ASESORES:

Ing. Agr. Msc. Jorge Guzmán Calla

PhD. René Chipana Rivera

TRIBUNAL REVISOR:

Lic. Cinthya Lara Pizarroso

Ing. Genaro Serrano Coronel

Ing. Rolando Céspedes Paredes

APROBADO

Presidente Tribunal Examinador

La Paz Bolivia
2014

Esta obra es fruto de estudio de ciencias agronómicas

DEDICATORIA

Dedicados a mis querido y amados padres: Pedro Coa Huanca y Benedicta T. Chura Apaza, a mis hermanos (as) Jhonny, Gladys, Graciela, Rosmery, por su apoyo incondicional en el transcurso de mi formación profesional, mi esposa Mary Salinas Ch. y mis hijos por su amable comprensión gracias, que el señor los llene de dicha y paz en sus vidas.

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de investigación fue realizado gracias al apoyo y colaboración de mis padres y hermanos hermanas, docentes, por eso cabe destacar y expresar:

- A Dios todo poderoso con la mano en el corazón por darme la oportunidad de concluir mis estudios.
- Mi sincero agradecimiento a la Facultad de Ingeniería Agronómica U.M.S.A. por haberme acogido en sus aulas, a sus docentes por compartir sus conocimientos en mi formación profesional.
- Al Ing. MSc. Jorge Guzmán Calla Tutor, PhD, René Chipana asesor del presente trabajo, mi respeto y agradecimiento por el apoyo incondicional y asesoramiento, brindado y constante apoyo moral haber llevado la presente trabajo de investigación.
- A los distinguidos profesionales miembros del tribunal calificador, Ing. MSc. Genaro Serrano, Ing. Rolando Céspedes, Lic. Cinthya Lara Pizarro, mis sinceros agradecimientos por sus valiosos comentarios, observaciones y sugerencias en el presente trabajo de investigación.
- Al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) por las facilidades de contar con datos meteorológicos.
- Agradecer a la familia Coa, Chura y a mis compañeros de la generación AGRO- FOX Y SEMILLA en especial a mis amigos Leonardo Flores, Jhonny Casas, Ricardo Canaviri, Edison Alanoca, Bernabe Mamani, Comunidad Ayata Ajllata, a Claudia, Hernán, Paco, Elizabeth y Edwin gracias.
- A todas aquellas personas y amigos que directamente o indirectamente han colaborado en la presente investigación, por el cariño, lazos de amistad que nos unen.

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS	ii
INDICE GENERAL	iii
INDICE DE CUADROS	viii
INDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN.....	xi

INDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. OBJETIVOS.....	2
1.1.1 Objetivo general.	2
1.1.2. Objetivos específicos	2
2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.....	3
2.1. Cultivo de Cebolla.....	3
2.1.1. Importancia del cultivo.	3
2.1.2. Origen de la Cebolla.....	3
2.1.3. Producción Nacional.....	3
2.2. Fertilización.....	2
2.2.1. Importancia de la Fertilización.....	4
2.2.2. Requerimiento de Nutrientes Cultivo de Cebolla.....	5
2.3. Nutrición de Cultivo de Cebolla	5
2.3.1. Nitrógeno.....	5
2.3.2. Fósforo.....	6
2.3.2. Potasio	6
2.4. Variedades de Cebolla	7
2.5. El Cultivo de la Cebolla	7

2.5.1.	Fenología del Cultivo de Cebolla.....	7
2.5.1.1.	Raíz.....	8
2.5.1.2.	Tallo.....	8
2.5.1.3.	Hoja y Falso Tallo	8
2.5.1.4.	Bulbo	8
2.5.1.5.	Flor e Inflorescencia	9
2.5.1.6.	Fruto	9
2.5.1.7.	Semilla.....	9
2.5.2.	Fisiología del crecimiento y desarrollo de la cebolla.....	9
2.5.3.	Factores que Influyen en la Formación del Bulbo	10
2.5.4.	Fotosíntesis.....	11
2.5.5.	Adaptación.....	12
2.6.	Exigencia Agroecológicas del Cultivo.	12
2.6.1.	Clima	12
2.6.2.	Humedad.....	13
2.6.3.	Temperatura	13
2.6.4.	Evapotranspiración.....	13
2.6.5..	Suelo	14
2.7.	Manejo Agronómico del Cultivo de Cebolla.	14
2.7.1.	Almácigo	14
2.7.2.	Preparación del Suelo.....	15
2.7.3.	Trasplante	15
2.7.4.	Escarda	16
2.7.5.	Labores Culturales del Cultivo	16
2.7.5.1.	Control de Maleza.....	16
2.7.5.2..	Aporque	17
2.7.5.3..	Riego	17
2.7.5.4.	Cosecha	18
2.7.5.5.	Rendimiento	18
2.7.5.6.	Enfermedades y plagas	19
2.8.	Características generales del riego por goteo	21

2.8.1.	Riego	21
2.8.2.	Riego por goteo.....	21
2.8.3.	Ventajas y desventajas del riego localizado	21
2.8.4.	Componente de la instalación	23
2.8.5.	Emisores	23
2.8.6.	Evaluación del sistema de riego	24
2.8.7.	Eficiencia de Aplicación	25
2.9.	Análisis Económico	25
3.	MATERIALES Y METODOS.....	27
3.1.	Localización	27
3.1.1.	Ubicación Geográfica	27
3.2.	Características agronómicas de la zona.....	28
3.3.	Descripción climática.....	28
3.4.	Suelo.....	28
3.5.	Fisiografía.....	29
3.6.	Hidrología e Hidrografía.....	29
3.7.	Vegetación.....	29
3.8.	Materiales.....	30
3.8.1.	Insumo químico.....	30
3.8.2.	Material vegetal	30
3.8.2.1.	descripción de las variedades de cebolla	31
3.8.2.1.1.	Mercedes	31
3.8.2.1.2.	Primavera	31
3.8.3.	Descripción del sistema de riego por goteo	31
3.8.4.	Material Características de las cintas de goteo.....	32
3.9.	Metodología.....	33
3.9.1.	Procedimiento experimental en campo	33
3.9.1.1.	Almácigo	33
3.9.1.2.	Análisis del suelo	33
3.9.1.3.	Preparación del terreno	34

3.9.1.4.	Delimitación de área experimental.....	34
3.9.1.5.	Apertura de surco para instalar las cintas de goteo	34
3.9.1.6.	Instalación del sistema de riego	34
3.9.1.7.	Aplicación de fertilizantes	34
3.9.1.8.	Trasplante	35
3.9.1.9.	Instalación de la cubeta evaporimetro de clase A	35
3.9.1.10.	Riego.	36
3.9.1.11.	Refalle.....	37
3.9.2.	Labores Culturales.....	38
3.10.	Diseño Experimental.	38
3.10.1.	Modelo Lineal Aditivo	38
3.10.2.	Factores de estudio	39
3.10.3.	Tratamientos	39
3.10.4.	Proceso de análisis estadístico de datos	40
3.10.5.	Características de la parcela experimental.....	40
3.10.6.	Croquis de la parcela experimental	41
3.11.	VARIABLES DE RESPUESTA.	41
3.11.1.	Altura de la planta	42
3.11.2.	Número de hojas	42
3.11.3.	Diámetro del bulbo.....	42
3.11.4.	Peso fresco del bulbo	42
3.11.5.	Rendimiento de biomasa total	42
3.11.6.	Materia seca	41
3.11.7.	VARIABLES ECONÓMICAS.....	43
3.11.7.1.	Tasa de retorno marginal	43
3.11.7.2.	Relación Beneficio Costo	43
4.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	44
4.1.	Comportamiento climático	44
4.1.1.	Temperatura.	44
4.1.2.	Precipitación	46
4.1.3.	Evaporación de agua de la cubeta	47

4.2.	Análisis de suelo de la parcela experimental.	48
4.3.	Propiedades físico - químicas.....	48
4.3.1.	Estado de la fertilidad del suelo.....	49
4.4.	Análisis de las variables de respuesta	50
4.4.1.	Porcentaje de germinación y prendimiento.....	50
4.4.2.	Altura de planta	51
4.4.2.1.	Altura de la planta en cuatro niveles de nitrógeno	51
4.4.3.	Número de hojas	54
4.4.4.	Diámetro del bulbo.....	54
4.4.4.1.	Diámetro del bulbo en cuatro niveles de nitrógeno	55
4.4.5.	Peso fresco del bulbo	57
4.4.5.1.	Peso de bulbo en cuatro niveles de nitrógeno	58
4.4.6.	Rendimiento de biomasa total	61
4.4.6.1.	Rendimientos de biomasa total en cuatro niveles de Nitrógeno	62
4.4.7.	Materia seca	64
4.4.7.1.	Rendimiento total de materia seca para las variedades de cebolla.....	64
4.5.	Análisis de Costos Parciales.....	65
5.	CONCLUSIONES.....	68
6.	RECOMENDACIONES.	70
7.	LITERATURA CITADA	71

INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1 Insectos perjudiciales en cultivo de cebolla.....	19
Cuadro N° 2 Enfermedades mas comunes en el cultivo de cebolla.....	20
Cuadro N° 3 Vegetación nativa e introducida de la zona	30
Cuadro N° 4 Descripción de tratamientos factoriales	39
Cuadro N° 5 Datos climáticos en la localidad de ayata Ajllata	44
Cuadro N° 6 Análisis fisico – químico del suelo	48
Cuadro N° 7 Porcentaje de germinacion de las cebollas híbridas	50
Cuadro N° 8 Porcentaje de prendimiento de las cebollas híbridas:.....	50
Cuadro N° 9 Análisis de varianza para altura de planta a la cosecha.....	51
Cuadro N° 10 Prueba de Duncan para altura de planta en cuatro niveles de nitrogeno	52
Cuadro N° 11. Análisis de varianza para número de hojas.....	54
Cuadro N° 12. Análisis de varianza para diámetro de bulbo	55
Cuadro N° 13. Prueba de Duncan para diámetro de bulbo en cuatro niveles de nitrogeno.....	55
Cuadro N° 14. Análisis de varianza para el peso del bulbo.	57
Cuadro N° 15. Prueba de Duncan para el peso de bulbo en cuatro niveles de nitrogeno.....	58
Cuadro N° 16. Análisis de varianza en rendimiento de biomasa total	61
Cuadro N° 17. Prueba de Duncan para el rendimiento de biomasa total.....	62
Cuadro N° 18. Análisis de varianza para el peso de materia seca	64

Cuadro N° 19. Comparación rendimiento de materia seca	65
Cuadro N° 20 Análisis económico.....	65
Cuadro N° 21 Análisis de costos que varían retorno marginal	66

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1	Mapa de ubicación del área de estudio	27
Figura N° 2	Croquis del sistema de riego por goteo	31
Figura N° 3	Croquis de la parcela experimental.....	41
Figura N° 4	Comportamiento de temperaturas durante el ciclo del cultivo	45
Figura N° 5	Precipitación pluvial en comunidad de Ayata Ajllata	46
Figura N° 6	Evapotranspiración registrada por método de cubeta.....	47
Figura N° 7	Efecto cuadrático de niveles de nitrógeno en altura de planta	52
Figura N° 8	Efecto cuadrático de niveles de nitrógeno en diámetro de bulbo	56
Figura N° 9	Efecto cuadrático de niveles de nitrógeno en peso de bulbo	60
Figura N° 10.	Efecto cuadrático de niveles de nitrógeno en rendimiento de bulbo.....	63
Figura N° 11.	Curva de beneficio neto	67

RESUMEN

En la actualidad la cebolla es una hortaliza muy requerida por las familias de Bolivia. La alternativa de buscar mejores rendimientos en el cultivo de cebolla con la aplicación de fertilizantes químicos motivó realizar el estudio: efecto de la fertilización nitrogenada en variedades de cebolla (*Allium cepa L*) bajo riego por goteo en la localidad de Ayata Ajllata de Provincia Omasuyos, con el objeto de evaluar el efecto de niveles de nitrógeno en variedades de cebolla. El presente estudio se realizó entre noviembre de 2006 - febrero de 2007, en la localidad de Ayata Ajllata, (Altiplano Norte), Departamento de La Paz, ubicado a 15° 37' de latitud sud y 69° 8' de longitud oeste a un altitud de 3880 m.s.n.m. a una distancia 170 Km de la Ciudad de La Paz, con 276,2 mm para el todo periodo de producción, temperatura máxima 16 °C, y mínima de 0.9 °C. En el estudio, se utilizó la variedades hibrida Primavera y Mercedes para tal efecto las siembras de las variedades en almaciguera se realizó el 5 agosto de 2006, el trasplante se efectuó el 3, 4 de noviembre de 2006 y paralelamente se aplicó el nitrógeno (Urea) en dosis de 60 :120 y 180 Kg N/ha bajo la aplicación de lámina de agua uniforme mediante el riego por goteo. El ensayo fue desarrollado bajo el diseño de bloques completos al azar, con arreglo en parcelas divididas, donde en la parcela grande se ubicó la variedad de cebolla y en la parcela chica se ubicó niveles de nitrógeno. Se realizó la ubicación de las parcelas de acuerdo al croquis del experimento. Se realizó las labores culturales durante el crecimiento y desarrollo del cultivo y se cosechó a los 116 días. La respuesta de variedades de cebolla al efecto de niveles de nitrógeno bajo riego por goteo, presentó los siguientes resultados y conclusiones: la altura más sobresaliente por la variedad mercedes con el nivel 120 Kg N/ha obtuvo una altura de planta de 55,57 cm.

Las variedades de cebolla no presentaron diferencias significativas, en tanto que los niveles de nitrógeno, se presentaron diferencias significativas para el variable número de hojas/planta. Las variedades Primavera y Mercedes con valores alcanzadas de 7,29 y 6,8 hojas/planta, en variable del diámetro de bulbo a un nivel de 120 Kg N/ha alcanzo 10.13 cm en no se diferencia estadísticamente en los niveles 60 y 180 kg N/ha con valores de 9.39 y 9.48 cm y menor valor con el nivel

testigo (8.49 cm). El mayor peso del bulbo se alcanzó con mayor tamaño 609,8 gr. para 120 Kg N/ha en lo cual diferenció estadísticamente en los niveles 60 y 180 Kg N/ha con valores 529,46 y 541,89 gr, que este parámetro fue significativamente afectado por los niveles de nitrógeno.

El rendimiento en materia verde fue obtenida con 127,20 tn/ha con un nivel de 120 Kg N/ha, sin embargo los niveles 60 y 180 Kg N/ha han obtenido 111,00 y 111,30 tn/ha y el testigo con un nivel 0 Kg N/ha con un valor 97,10 tn/ha mientras que el promedio en rendimiento de materia seca en variedad Mercedes con mayor valor alcanzo 10.71 tn/ha y la variedad Primavera fue alcanzado un valor 8.75 tn/ha.

El peso del bulbo está altamente asociado y correlacionado con la altura de planta, número de hojas, diámetro de falso tallo. La variable rendimiento en materia verde presentó alta correlación y asociación con la altura de planta, número de hojas, diámetro del bulbo, peso del bulbo. El análisis de la tasa de retorno marginal (TRN), nos indica que las variedad híbridas a un nivel de 120 Kg N/ha, es el tratamiento más recomendable para los agricultores de la zona, debido a su beneficio costo es de 4.17, debido a que la TRM es de 325,3%.

1. INTRODUCCIÓN

La cebolla (*Allium cepa L.*), es conocida como una de las hortalizas más importantes en el ámbito mundial por sus virtudes alimenticias, su versatilidad de consumo, y su adaptabilidad a diferentes zonas agroecológicas del país.

El cultivo de hortalizas principalmente la cebolla (*Allium cepa L.*) está adquiriendo mayor preferencia, al presentar ciertas ventajas como ser la gran tolerancia a diferentes condiciones climáticas y suelos, también se constituye en un importante alimento para la humanidad a nivel mundial, porque son ricas en vitaminas y sales minerales, es una de las hortalizas más antiguas de mayor consumo en la dieta diaria de las familias, y una de las especies que tiene la cualidad de desarrollarse en la zona del altiplano norte de Bolivia.

En los últimos años el cultivo de la cebolla en altiplano norte, se convirtió en uno de los rubros más rentables, debido a que se cosecha en los meses de mayo a julio, ya que tiene bastante demanda en los mercados La Paz y El Alto.

La producción de cultivo en el altiplano es limitado bajo las condiciones climáticas adversas para la época de invierno, entre ellos tenemos la presencia de heladas y sequía, motivo por las cuales no se cultiva en invierno en altiplano, sin embargo la cebolla se cultiva en los lugares donde se dispone de agua para el riego.

Como es de nuestro conocimiento general la escasez de agua debido a la baja y mala distribución de precipitación pluvial, relacionado con: cuando y cuanto regar cuando y cuanto aplicar fertilizante, se suma la deficiencia de nutrientes y baja fertilidad en el suelo y escasez de agua, lo que constituye factor limitante para incrementar el rendimiento de los cultivos como en el caso de la producción del cultivo de cebolla.

Vera (2004), en el estudio realizado bajo riego por goteo, en la variedad Rosada, Arequipeña reporta mayores rendimientos con promedios 62,85tn/ha y 49,02 tn/ha respectivamente, Mientras que Quelali (2001), al incorporar fertilizantes químicos, logró valores de rendimiento en la Arequipeña, Rosada de 53.27, 46.46 tn/ha respectivamente.

La necesidad de buscar los mejores rendimientos en el cultivo de cebolla y la posibilidad de suministrar información técnica al agricultor de la región, es una de las prioridades de la presente investigación, considerando que ciertas áreas del altiplano, presentan condiciones agroecológicas favorables para el cultivo de la cebolla, debido a la influencia del Lago Titicaca, esto induce a realizar ensayos de fertilización química, cuyos resultados permitirán orientar al agricultor.

Los antecedentes señalados motivaron a la ejecución del presente trabajo bajo los siguientes objetivos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

- Comparar el efecto de la fertilización nitrogenada en el comportamiento agronómico de variedades de cebolla (*Allium cepa L.*), con riego por goteo uniforme en condiciones de campo en la localidad de Ayata Ajllata de Provincia Omasuyos.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el comportamiento agronómico de variedades de cebolla.
- Evaluar el efecto de tres niveles de nitrógeno en variedades de cebolla.
- Comparar el efecto de tres niveles de nitrógeno en el comportamiento de variedades de cebolla.
- Comparar los costos parciales de los tratamientos en estudio.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Cultivo de Cebolla

2.1.1 Importancia del Cultivo

La cebolla (*Allium cepa L.*) se constituye en una hortaliza de mucha importancia, tanto en lo económico como social, por ser un especie de amplio uso en la alimentación humana, por el contenido de vitaminas y minerales, manifestando esta importancia en la creciente demanda (Zavala y Ojeda 1988).

Por otro lado Acosta (1989), menciona que tanto el ajo como la cebolla en nuestro país tiene propiedades medicinales y llega a ser un complemento alimenticio en la dieta humana en toda la zona de los valles y altiplano que recientemente viene a tomar un papel importante en la medicina tradicional y esto no solo en Bolivia sino en todo el mundo.

2.1.2 Origen de Cebolla

Casseres (1984), Indica que la cebolla probablemente se originó en el sud Oeste de Asia. Su uso para el hombre data desde tiempos remotos, se le conocía en Egipto unos 3000 años a.c. no ha sido encontrado en estado silvestre proviene de la región que abarca Irán y el Oeste de Pakistán.

2.1.3 Producción Nacional

Según Cortez (1994), se verifica una creciente demanda en los mercados de la ciudad de La Paz y Oruro por lo que representa un mayor incentivo de la cebolla a nivel Nacional.

Por otra parte, el mercado de la cebolla se puede caracterizar como de gran competitividad, a pesar de la disponibilidad de producción de esta hortaliza durante todo el año, los precios experimentan grandes fluctuaciones por la estacionalidad de su producción. Las mejores ofertas de precio se dan de mayo a agosto y los precios más bajos se dan en noviembre a marzo, especialmente desde febrero.

Como se determina, existe un interés creciente del agricultor por cultivar la cebolla y su importancia radica en el mayor ingreso económico que reporta este cultivo, debido a la demanda que tiene en el mercado.

2.2. Fertilización

Uno de los principales objetivos del sector agrícola es lograr el incremento y disponibilidad de alimento. Es así que el uso de fertilización química permite incrementar la producción de alimentos, ya que estos proporcionan a las plantas los nutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo, las plantas viven, crecen y se reproducen absorbiendo los minerales del suelo, dióxido de carbono del aire y energía del sol (FAO, 1998).

El fertilizante químico o minerales son sustancias que contienen nutrientes en forma iónica hidrosoluble, fácilmente asimilable para las plantas o adsorbidos por los coloides del suelo (Ospina y Aldana, 1995)

Según Chilón (1997), la fertilización del suelo y la nutrición de las plantas, constituye un importante apoyo científico y tecnológico para garantizar buenas cosechas sin afectar las bases productivas del suelo, por el contrario restituyen los nutrientes de su área, de su altura y de condiciones de humedad del suelo.

Para Rodríguez (1982), la condición de baja fertilidad natural, se debe a que el suelo no proporciona los minerales suficientes para lograr un rendimiento satisfactorio de los cultivos, por tanto es necesario suplir las deficiencias nutritivas propias del suelo por medio de un suministro del fertilizante mineral.

La necesidad máxima se da en el periodo de bulbificación. Previo análisis del suelo, normalmente se aplica en la siembra o trasplante, nitrógeno más fósforo y se complementa durante el cultivo con fuente nitrogenada (Vigliola, 1986).

2.2.1 Importancia de la Fertilización

Para Food Agriculture Organization (FAO) (1986), en muchos países del mundo existe una tendencia creciente a incrementar la producción agrícola, gracias al uso de fertilizantes químicos la elección de fertilizante está en función del beneficio que este puede dar por su uso y fácil disponibilidad en el mercado.

Según Orosco (1997), en condiciones bajas de fertilidad natural, el suelo no proporciona los nutrientes suficientes para lograr un rendimiento satisfactorio de los cultivos, por lo tanto es necesario suplementar las deficiencias de nutrientes propio de suelo por medio de un suministro de fertilizantes químicos.

Según la FAO (2002), puede ser llamado fertilizante cualquier material natural o industrializada que contenga al menos cinco por ciento de uno o más de los nutrientes primarios (N.P.K.).

2.2.2 Requerimiento de Nutrientes Cultivo de Cebolla

Quelali (2001), recomienda aplicar el nivel de 136- 156- 117 de N-P₂O₅- K₂O en kg/ha para la variedad Arequipeña y una dosis de 105-120-90 de N- P₂O₅-K₂O en kg/ha para la variedad Criolla rosada, para los productores de la localidad de Carabuco (Provincia Camacho). Llesena y Pardo (1984), recomienda dosis exactas de 160 – 100 – 50 kg de NPK/ha, requerida para el cultivo de cebolla.

Para mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo se emplea una dosis elevada de 40 a 50 tn/ha de estiércol, para un abonamiento medio se emplea 30 tn/ha que proporciona 150 kg de N, 90 kg P₂ O₅ y 180 kg de K₂ O (Gros, 1962).

Supo (1986), menciona las necesidades medios de fertilización según el nivel de producción recomienda aplicar para el cultivo de cebolla; 150-200 Kg /ha (N), 100-120 kg/ ha (P₂O₅), 120 -150 kg /ha (K₂O).

2.3 Nutrición de Cultivo de Cebolla

2.3.1 Nitrógeno

El nitrógeno es el motor del crecimiento de la planta, es absorbido del suelo bajo forma de nitrato (NO₃) o de amonio (NH₄). En la planta se combina para la formación de aminoácidos y proteínas, un buen suministro de nitrógeno para la planta es importante para absorción de otros nutrientes (FAO, 2002)

Este constituye el elemento más importante en la formación de proteínas y la generación de grandes áreas fotosintéticas (tallos y hojas). Dosis demasiado altas alargan el periodo vegetativo, retarda la formación de bulbo, además contribuye a una bajo contenido de materia seca (Pardave, 2004).

Para Supo (1986), la importancia de aplicación de fertilizante nitrogenado está en la obtención de altos rendimientos por lo que se considera a este elemento como la base de abonado, el mayor porcentaje de nitrógeno que se encuentra en la Urea es un fertilizante sólido muy higroscópico y soluble en agua, de mayor concentración de nitrógeno total almacenado un 45 a 46 % de peso de fertilizante.

La importancia del abono nitrogenado está en la obtención de altos rendimientos por lo que se considera a este elemento como la base del abonado, toda necesidad de nitrógeno que no se ha satisfecho, se traduce en una disminución del rendimiento.

2.3.2 Fósforo

Para Gros (1986), el fósforo interviene en las actividades de la mayor parte de la reacción bioquímica complejas de la planta, que son la base de la vida, como respiración, síntesis y descomposición de glúcidos, síntesis de proteína, etc.

Asimismo dice que el abonado fosfatado tiene un doble objetivo: primer lugar cubrir las necesidades del cultivo en desarrollo, llevar y mantener las reservas del fósforo de suelo a un nivel satisfactorio.

El fósforo participa activamente en el metabolismo de los hidratos de carbono, formación de clorofila para el proceso fotosintético favorece el desarrollo radicular, vigoriza en invierno las hojas (Pardave, 2004)

2.3.3 Potasio

El potasio es absorbido en forma de ión (K^+) y aunque no forma parte de la estructura de los compuestos orgánicos en la planta es fundamental debido a que capitaliza proceso tan importante como la respiración, la fotosíntesis, la formación de clorofila y a la regulación de contenido de agua (López y Espinoza, 1995). El potasio mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad, y además las plantas bien previstas de K sufren menos de enfermedades (FAO, 2002).

Según Gros (1986), el potasio es absorbido en forma de ión K que es una de los tres cationes principales que utilizan la planta, junto con la cal, el potasio contribuye

la mayor parte de la materia mineral aproximadamente 3% de materia seca de los vegetales, el mismo autor lo señala como regulador de las funciones de la planta.

2.4 Variedades de Cebolla

Valadez (1990), clasifica a la cebolla de acuerdo al color y fotoperiodo. Por el color se clasifica en:

- Blancas: Elipse -303, Álamo, White Grano, Cristal Max, Suprema.
- Amarilla: Granex y Yellow
- Rojas o moradas: Red Creole, Cujumatlan Roja y Arequipeña.

Por el fotoperiodo se clasifica en:

- Día corto (de 10 a 12 hrs. luz): Eclipse 303, White Grano, Granex, Red Creole, Cujumatlan.
- Día largo: Arequipeña

Zabala y Ojeda (1988), afirman que la principal característica para la selección de variedades de cebolla son los siguientes.

- El sabor y color, cebolla roja de sabor picante, semi picante a dulce, cebolla amarilla de sabor picante a dulce, cebolla blanca de sabor picante a dulce.
- Exigencia de fotoperiodo o longitud del día, las variedades del día corto se desarrollan con 10 a 11 y media hora de luz, pero forman bulbos hasta que el largo del día sea mayor a once y media horas. Variedades intermedias que requieren de 13 a 14 horas luz para la formación de los bulbos y variedades de días largo que requiere de quince a 17 horas luz para formar el bulbo

2.5 El Cultivo de Cebolla

2.5.1 Fenología del Cultivo de Cebolla

Para Millar (1984), a los 30 días después de la plantación se inicia la formación del bulbo, a los 60 días empieza el crecimiento activo del bulbo, desde los 80 a los 110 días el bulbo alcanza de 1/3 a 1/2 de su crecimiento y peso máximo y hasta los 150 días deberá alcanzar su peso máximo.

2.5.1.1 Raíz

Generalmente las raíces de la cebolla desarrollan pocos pelos absorbentes lo que determina su bajo poder de absorción, por tanto estas plantas exigen una buena humedad en el suelo. La mayor cantidad de raíces la desarrollan en una capa del suelo de 5.0 a 45.0 cm de espesor, aunque algunos alcanzan profundidades de 80 cm (Torrez, 1998).

2.5.1.2 Tallo

El tallo verdadero de la cebolla se encuentra situado en la base del bulbo, es muy corto, comúnmente se le llama (plato); durante el primer año de vida alcanza una altura de 0.5 a 1.5 cm y un diámetro, de él brotan las yemas, las hojas y las raíces adventicias. En algunos casos sobre el tallo de la cebolla (plato) se forman yemas vegetativas, que prolongan la vida de las plantas por varios años. Es por ello que se lo denomina planta perenne no típica.

2.5.1.3 Hoja y Falso Tallo

Torrez (1998), sostiene que las hojas están formadas por la vaina y limbo. El limbo es la parte más conocida, de forma tubular, ensanchada al centro y fino hacia el ápice; su color varía de verde a verde claro, y a veces se cubre con una película cerosa. En la base de la vaina de las hojas de la planta, se acumulan sustancias de reserva que forman el bulbo.

2.5.1.4 Bulbo

El bulbo de la cebolla se forma por el ensanchamiento de la parte inferior de las vainas de las hojas que se tornan carnosas, y se recubren internamente por las escamas membranosas, de color variable (rojizo amarillo o blanco). El bulbo está formado por: escama carnosa, yema y el tallo verdadero (Zabala y Ojeda 1998).

El bulbo se forma cuando las condiciones de longitud del día y de temperatura favorecen la bulbificación, se inicia una serie de cambios; es más característico el ensanchamiento de las bases de las hojas a pequeña distancia sobre el tallo y el almacenamiento en ellas de sustancias de reserva.

2.5.1.5 Flor e Inflorescencia

La familia liliáceas tiene inflorescencia de tipo umbela de la planta de cebolla se agrupan de 200 a 1000 flores, de color blanco o pardo. Las flores son pequeñas y están dispuestas sobre el pedúnculo largo y fino. Cada uno de ellos tiene seis pétalos, seis estambres y un pistilo con ovario supero, por lo que resulta una flor trímera. Su polinización es cruzada (Zabala y Ojeda, 1998).

2.5.1.6 Fruto

Zabala y Ojeda (1998), menciona que la cebolla posee el fruto en capitulas tricarpelares, en la cual se pueden formar hasta seis semillas, las cuales, según avanzan en su proceso de maduración, pasan de un color blancuzco a pardo claro y finalmente cuando rompen los lóbulos su color es negro.

2.5.1.7 Semilla

Zabala y Ojeda (1998), mencionan que el fruto es tricarpelar, desarrollan en cada lóculo dos óvulos, por lo que si se fecundan pueden formarse hasta seis semillas en cada uno. Estas semillas son de color negro, pequeñas y poseen tres lados irregulares y arrugados.

2.5.2 Fisiología del crecimiento y desarrollo de la cebolla

Vigliola (1991), afirma que en el ciclo vegetativo se distinguen las siguientes fases:

Semilla. En condiciones normales de poder germinativo de la semilla disminuye del 30 al 50 % en un año y del 50 al 100 % en dos. Mantenido semilla entre 0 – 2 °C y deshidratada al 60% en envase herméticos, conserva su poder germinativo hasta 7 años.

Germinación. Primero, emerge la radícula y tras ella el hipocótilo y la yemula. **Segundo,** el cotiledón se alarga plegado por la mitad, emergiendo del suelo la curva del pliegue, cuyo vértice se denomina “rodilla” esta es la “fase del ojal” donde comienza la fotosíntesis. **Tercero,** continúa el crecimiento del cotiledón, arrastrando las semillas fuera de la tierra. Posteriormente el extremo del cotiledón con los restos seminales se eleva tomando una posición más o menos horizontal (fase bandera) y

de la base del pequeño tallo nace la primeras raíces adventicias. **Cuarto**, emerge la primera hoja del follaje a través de cotiledón y la plántula se ha establecido.

Crecimiento de la planta. Cada nueva hoja “nace” a través de un orificio que se abre en el límite entre la vaina y la lámina, de modo que cada vaina envuelve a todas las que nacen después; el conjunto de vainas recibe el nombre de falso tallo. Simultáneamente se genera nuevas raíces adventicias que lo hacen por encima de las ya desarrolladas.

Bulbificación. Cuando las condiciones del longitud del día y de temperatura favorece a la bulbificación, se inicia una serie de cambios; el más característico de ellos es el ensanchamiento de la base de la hoja a pequeña distancia sobre el tallo y el almacenamiento en ella de sustancia de reserva. A medida que progresa la bulbificación, las hojas nuevas (centrales) abortan su lámina y se convierten en vainas (catafilos) de almacenamiento.

2.5.3 Factores que Influyen en la Formación del Bulbo

Maroto (1992), menciona que muchos han sido los trabajos sobre la fisiología de la formación de bulbo de *Allium cepa L.*, e indica que todos estos trabajo pueden reducirse las siguientes conclusiones.

- Con fotoperiodo largo la incidencia de temperatura alta acelera la formación de bulbo, mientras que las temperaturas bajas la retrasa, pudiendo inducir la floración prematura.
- Con fotoperiodo corto no hay formación de bulbos, si no que la planta forma raíces y hojas.
- El tamaño de la planta y la densidad de la plantación, puede tener una cierta influencia en la formación de los bulbos de cebolla.
- Si la duración del fotoperiodo está cercana a un valor crítico, una escasa disponibilidad de nitrógeno puede concluir a la formación de bulbo, es decir, jugando el mismo papel que el fotoperiodo largo, mientras que si en estas condiciones el nitrógeno es elevado, la formación del bulbo puede quedar inhibida.

- Se cree que la formación del bulbo puede estar regida por el mecanismo de la naturaleza hormonal, aunque todavía no se conoce con exactitud. se sabe, por ejemplo, que el ácido indolacético tiene algún efecto estimulante en la formación del bulbo.
- A mayor densidad de plantación, la formación de bulbo y su maduración, es más rápida que a densidades más bajas, lo que puede estar relacionadas con un agotamiento temprano del contenido de nitratos en los suelos.

Llenera y Pardo (1984), indican que: los factores críticos que afectan a la formación del bulbo son:

- El número de horas luz necesarias para el desarrollo del bulbo, varía con las diferentes variedades pero también es afectado por la temperatura, existe una interacción entre la longitud del día y la temperatura. Las condiciones como la luminosidad, temperatura que estén por debajo de 15 °C, pueden inhibir la formación del bulbo, mientras que la temperatura sobre 21 °C la aceleran.
- A temperaturas normales todos los tipos de cebolla requieren de una cantidad específica de horas luz día, para iniciar el proceso de crecimiento del bulbo.
- Las variedades de larga maduración necesitan de día más largo que las variedades que maduran más 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.
- A medida que los requerimientos mínimos (temperatura y horas luz) se exceden para una determinada variedad, el intervalo entre el proceso de crecimiento del bulbo y su madurez se reduce.

2.5.4 Fotosíntesis

Para Casseres (1984), inciden en la formación del bulbo y en el contenido de sólidos. En una zona determinada una variedad produce mejor rendimiento y materia seca en los meses de alta luminosidad: por tanto una variedad o híbrido

puede producir bien en unos meses y disminuir su rendimiento en otro de acuerdo a la luminosidad.

Los cultivos crecen mejor en días 10 a 12 horas luz, se adaptan a las fases limitadas por las latitudes de 10 a 24 °C; a veces pueden formar bulbos en latitudes mayores si las temperaturas son bajas 15°C, que no se aceleren el desarrollo del bulbo.

2.5.5 Adaptación

De acuerdo con Denissen (1988), los factores ambientales para el crecimiento y producción de la planta, tiene su propio papel individual y cada uno puede ser considerado como un factor limitante en el crecimiento, a menos que estos factores se encuentren presente en una cantidad y calidad óptima; por lo tanto la planta mostrará su respuesta de crecimiento máximo.

Asimismo Casseres (1984), asevera que la cebolla requiere un clima templado o cálido para su desarrollo pero las condiciones ideales son temperatura fresca en la fase inicial del desarrollo y calidad hacia la madurez de la planta. Además señala también que las temperaturas entre 12 a 24 °C son consideradas óptimas para el cultivo.

2.6 Exigencia Agroecológicas del Cultivo

2.6.1 Clima

Organic (1989), manifiesta que el clima condiciona claramente el crecimiento y el desarrollo del cultivo de cebolla, teniendo importancia en particular el fotoperiodo, cuando este es corto, las plantas vegetan sin formar bulbo.

Sobrino (1992), al respecto menciona que se trata de una especie más adaptada a climas templados o cálidos, permite que se adapte a zonas frías, y hace posible su cultivo en latitudes donde el frío es muy extremo, siempre que durante la vegetación se consiga las condiciones climáticas que permitan cubrir sus necesidades de fotoperiodo y temperatura para la buena formación de los bulbos.

2.6.2 Humedad

Para Zabala y Ojeda (1988), la cebolla en su sistema radical desarrolla pocos pelos absorbentes, lo que determina su poder de absorción y exige una determinada humedad en el suelo, sin embargo esa humedad necesita regularse bien, porque los rendimientos del cultivo no son iguales en todas las etapas de desarrollo.

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

2.6.3 Temperatura

Maroto (1995), afirma que 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 óptima de crecimiento entre 12 y 23°C.

Según Valadez (1993), la cebolla es una hortaliza bianual de clima frío, lo que permite su cultivo año redondo. Esta planta es muy resistente al frío, tolera temperaturas de hasta – 5°C en etapa adulta. Las semillas comienza a germinar a temperaturas de 2 a –3 °C, pero muy lentamente.

La cebolla prefiere días húmedos y algo fríos en la primavera etapa de su desarrollo y para la formación del bulbo requiere mayor temperatura así como mayor intensidad de luz o número de horas luz.

Durante su crecimiento, la cebolla tolera las heladas y las temperaturas bajas, posteriormente, para bulbificar, requiere temperaturas más elevadas y días largos. Los bulbos son sensibles a las heladas.

2.6.4 Evapotranspiración

Chipana (1997), al respecto menciona que la evapotranspiración es aquella que ocurre en un superficie cultivada independientemente de su área, de su altura y de los condiciones de humedad del suelo.

Al respecto Villca (2002), indica la evapotranspiración del cultivo (ETc) en el periodo vegetativo de cada cultivo varían de acuerdo a las características de comportamiento y condiciones ambientales, es decir el cultivo de cebolla 583,69 mm de lámina de agua y una evapotranspiración de 3,69 mm/día.

2.6.5 Suelo

López (2001), asegura que esta hortaliza requiere de suelos fértiles y bien preparados. No tolera acidez alta, prefiere clima templado y fresco y cálido.

Al respecto Organic (1996), menciona que la cebolla tiene exigencia con respecto al suelo, esto debe ser suelto, profundo y bien aireado, en suelos compactos la cebolla modifica su forma característica y debe tener un pH de 6 a 6.8, suelos livianos y que no sean excesivamente húmedo.

Los daños salinos pueden ser reducidos observando la diferencia entre el pH (H₂O) y el (KCL). Sin embargo cuando el contenido de sales dentro del suelo es alto y la diferencia entre ambos es menor a 0.5, existe el riesgo de que se produzca daños a largo plazo (Yamada 2000). A su vez Zabala y Ojeda (1988) afirman que el rango óptimo de pH para el desarrollo de la cebolla es de 6.4 a 7.9.

Según Sobrino (1992), las tierras más apropiadas, para la producción de bulbos, son las de consistencia media, en las que se exista una cierta producción de arcilla, sin que sea excesiva para perjudicar su drenaje; si el suelo es demasiado compacto, los bulbos alcanzan un tamaño menor y cuando la humedad es excesiva es posible que se pudran.

Por otro lado Herbas (1995), menciona que la cebolla prospera mejor en suelo franco bien drenado y fértiles, aunque pueden desarrollarse también en suelos arcillosos, es una planta poco tolerante a la acidez del suelo y medianamente a la salinidad.

2.7 Manejo Agronómico del Cultivo de Cebolla

2.7.1 Almacigo

Villarroel (1988), recomienda la mezcla de tierra + arena + abono orgánico (estiércol de ovino), que consiste en partes por iguales de los tres componentes.

El mismo autor indica que la densidad de siembra ideal en el almaciguero es de 35 a 40 gramos de semilla/m². La cantidad de semilla para su trasplante posterior alcanza alrededor de 1,95 kg de semilla / ha para una densidad de trasplante de 0.4 m entre surco y 0.08 a 0.10 m sobre surco.

Valadez (1993), sostiene que antes de realizar la siembra es recomendable conocer y utilizar el cultivo adecuado para esa región y época. El método de siembra puede ser directo o indirecto. La siembra indirecta es la más común, y se recomienda de 1.5 a 2 kg de semilla en un almácigo de 150 m², con la cual se obtiene suficiente plántulas para una hectárea comercial. El tiempo que dura en almácigo puede ser de 45 a 60 días, dependiendo de la época del año, y se trasplantan cuando los pequeños bulbos tengan un diámetro de 6 a 7 mm.

2.7.2 Preparación del Suelo

La preparación del suelo debe ser esmerada y lo suficientemente anticipada a la siembra para disminuir la población y cortar el ciclo de las malezas. Hay que lograr una buena nivelación y drenaje con fin de un manejo racional del riego y evitar la salinización de los suelos (Vigliola, 1991)

Herbas (1995), indica que dependiendo de la época de plantación, la preparación del suelo debe realizarse con suficiente anticipación, es necesario que en la preparación del suelo puedan eliminarse los residuos de cosecha anterior, se requieren de varias pasadas de rastra hasta mullir completamente el terreno.

2.7.3 Trasplante

Villarreal (1988), indica que se debe trasplantar entre los 45 a 55 días de la siembra. En el momento del trasplante las plántulas deben presentar un pequeño abultamiento en el futuro bulbo. Las distancias del 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 sobre surcos.

Sobrino (1994), sostiene que se trasplanta cuando los plantines alcanzan una altura de 0.7 a 10 cm de altura. Entre líneas se llegan a separación de 15, 20 hasta 30 cm, aunque las más corrientes son la primeras; la separación entre plantas dentro de las líneas pueden oscilar de 10 a 20 cm.

2.7.4 Escarda

Según Casseres (1984), los suelos pesados y arcillosos no son muy convenientes en parte por que se forme una costra en la superficie después del riego o de la lluvia por lo que la escarda debe hacerse de forma repetida y frecuente para romper la costra dura originada en las superficie del suelo caso contrario las plantas tendrían escaso desarrollo, así también se eliminará toda hierba advenediza que pudiera entorpecer el buen desarrollo de la plantas.

Realizar la escarda es muy importante para romper las cortezas duras originadas en la superficie del suelo, porque eso impide el desarrollo de la planta y además para eliminar el desarrollo de las malezas (Valadez, 1993)

2.7.5 Labores Culturales del Cultivo

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

2.7.5.1 Control de Maleza

Vigliola (1988), es fundamental realizar un control de malezas, para ello se complementa con el uso de herbicida, las labores mecanizadas y manuales (control de las líneas), son muy aconsejables.

Según Valadez (1993), esta práctica es de gran importancia para hortalizas de bulbo y raíz, sobre todo cuando se siembran en suelos arcillosos la carpida se realiza de 20 a 30 días después del trasplante, cuando las malezas aun no han alcanzado su estadio de 2 a 3 hojas verdaderas, (Herbas, 1995), por otro lado Villarroel (1997), indica que la primera carpida se debe realizar a los 15 días después de trasplante.

2.7.5.2 Aporque

Según Valadez (1993), el objetivo de esta actividad es tan solo “tapar” con tierra los bulbos para evitar el “verdeo” en la parte comestible. (Herbas1995), indica que “el aporque se realiza 20 a 30 días después de la carpida se debe mover completamente el suelo alrededor de las plántulas la misma que se puede estar acompañada por una segunda aplicación de fertilizante”.

El aporque es una labor necesaria en cultivo de cebolla, ya que incrementa el tamaño de bulbo, aumentando la aeración del suelo. Por eso es importante aflojar el suelo en terrenos con problemas de compactación (Villarroel, 1988).

2.7.5.3 Riego

La cebolla es un cultivo exigente en agua de riego. Es necesario de disponer de abundante agua durante el proceso de trasplante y la fase de formación de bulbo; en primer caso favorece y garantiza el trasplante y en el segundo caso, se incrementa el tamaño de los bulbos y consiguientemente se incrementa los rendimientos (Villarroel, 1988)

Huerres (1988) sostiene que dado su sistema radicular y su lento crecimiento, el riego constituye una de las principales actividades a realizarse en la cebolla. El mismo autor indica que el análisis del consumo de agua ha demostrado que la planta extrae el 85% de sus necesidades hídricas de la capa de suelo de 0 a30 cm de profundidad.

Sobrino (1992), indica que los riegos suelen realizarse cada 10 a 15 días, según la época y la capacidad de retención de agua del suelo.

Vigliola (1988), menciona que, normalmente se riega luego de la siembra y trasplante y se lo suspende 30 días después para uniformar la misma. Se deben evitar los encharcamientos por mal drenaje, esos encharcamientos causan un crecimiento retardado y la muerte de las plantas, además crean las condiciones para la aparición de enfermedades (hongos y bacterias).

2.7.5.4 Cosecha

Al respecto Llerena y Pardo (1984), señala que se debe cosechar cuando el 40 a 50 % de la parte aérea de la planta se seca y para verde cuando ha completado su ciclo de deformación de bulbo. Existen diversas formas para extraer los bulbos de forma manual y mecánica.

De acuerdo con Genta *et al.* (1991), la fecha de cosecha está influenciada mayormente, por el precio del mercado y las condiciones climáticas cuando el precio es alto puede cosechar la cebolla en estado verde.

Según Alfacre (1992), se debe realizar cuando los bulbos estén suficientemente maduros. Un síntoma de que la cebolla ha alcanzado su madurez es el doblamiento del follaje y cambio de color del mismo.

Valadez (1993), indica que, el ciclo del cultivo varía de 100 a 150 días después del trasplante. Para Giaconi y Escaff (1994), los síntomas de madurez se aprecian a través de las hojas, cuya mitad de tercio superior se torna de color amarillo y tiende a doblarse.

López (2001), señala que se realiza la cosecha de acuerdo al propósito. Si se trata de cebolla verde, la cosecha se realiza de 45 a 90 días posteriormente a la plantación 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 20 % de las plantas en esta situación.

2.7.5.5 Rendimiento

El rendimiento es uno de los parámetros importantes para evaluar un buen desarrollo del cultivo, al respecto el Instituto Internacional de Investigación (1984), señala que un buen rendimiento en bulbo, bajo riego es de 35 a 45 tn/ha. Asimismo indica que para las condiciones del departamento de Puno Perú, se estima un rendimiento de 20 tn/ha, y en la zona de Arequipa de 30 tn/ha.

Flores (1988), indica que el periodo vegetativo comprende entre el trasplante y la cosecha es alrededor de 180 días, con un rendimiento de 30 a 80 tn/ha en la zona

de Arequipa; mientras para las condiciones de Puno el rendimiento es de 12 a 30 tn/ha. Sánchez (2001), en su estudio de fertilización química – orgánica, bajo tres densidades de siembra utilizando la variedad Arequipeña en la localidad de Mallasa, obtuvo un rendimiento en materia verde de 9.6 tn de cebolla / ha aplicando 20 tn de estiércol de ovino /ha.

Quelali (2001), en su trabajo de efecto de fertilización química en tres variedades de cebolla (Provincia Camacho), utilizando la variedad Arequipeña, Criolla Rosada, Red Creole; alcanzó rendimientos de 53.27, 49.46, 33.41 tn/ha respectivamente.

2.7.5.6 Enfermedades y Plagas

En el cultivo de cebolla los insectos más perjudiciales en el desarrollo del mismo se muestran cuadro 1.

Cuadro 1. Insectos perjudiciales en el cultivo de cebolla

PLAGAS	DAÑOS	CONTROL
Trips (<i>Thripsfabaci</i>)	Raspa la cara anterior de las hojas y provoca deformación de las mismas por donde se introduce las enfermedades	Agrotécnico: riego, carpida y remoción del suelo Químico: dimetoato, malathion, cypermetrina.
Mosca de bulbo (<i>Hylemiaantiqua</i>)	Las larvas penetran el tejido de los bulbos, al cuello provocando heridas por los cuales ingresan las bacterias.	Agrotécnico: al final del ciclo vegetativo no acumular agua, no excederse con urea. Químico: Diazinon, Dipterex.

Fuente: Villarroel (1997)

Las enfermedades que más problemas provocan en el cultivo de la cebolla a consideración de Villarroel (1997), se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro 2. Enfermedades más comunes en el cultivo de la cebolla

ENFERMEDADES	SINTOMAS	ETIOLOGIA	CONTROL
Mancha púrpura (<i>Alternariapurri</i>)	Presencia de manchas blancas ovaladas que se agrandan no solo daña a las hojas también a los tallos florales.	Las esporas y el micelio persisten de una estación a otra en los restos de la cosecha.	Agrotécnico: rotación de cultivos, eliminar residuos de cosecha. Químico: Mancozeb, Oxicioruro de cobre, benomit. Funguicida Natural: cola de caballo y sauce.
Camanchaca (<i>Peronospora destructor</i>)	Observa lesiones elípticas grandes, las hojas se cubren de sencillas negra no desarrollan bulbos.	Es un parasito obligado de reproducción asexual permanecen viables .	Agro técnico: erradicar residuos de cosecha anterior, buen drenaje.
Raíz rosada (<i>Pyrenochaetaterrestres</i>)	Daña sistema radicular de coloración rosada	Persiste indefinidamente en el duelo desimanación por semilla temperatura optima 24 a28 °C	Agrotécnico: evitar el monocultivo quema de residuos contaminados.

Pudrición basal <i>(Fusarium oxysporum)</i>	Las hojas se marchitan y amarillea con rapidez en forma descendiente el bulbo en la base presenta mohos blancos.	Se disemina por riego y por implementos de trabajo, persiste por un año en forma de espora, penetra por herida. Agrotécnico: quema de residuos vegetales, rotación de cultivo y un descanso de 3 a 7 años
--	--	---

Fuente: Villarroel (1997)

Las condiciones climáticas que favorecen al desarrollo de las enfermedades son: temperatura diaria superior a los 8 grados centígrados y humedad relativa del aire mayor al 80 % con presencia de agua sobre la hoja, debido a nieblas rocíos o lloviznas (Genta *et al.*, 1991).

2.8. Características Generales del Riego por Goteo

2.8.1 Riego

Chipana (1996), indica que el riego es básicamente una alternativa del hombre de alterar el ciclo hidrológico a nivel local y promover el incremento de la producción agrícola. En otras palabras el riego es el suministro oportuno de la cantidad adecuado de agua a los cultivos de tal manera que estos no sufran disminución en sus rendimientos y sin causar daños al medio ambiente.

2.8.2 Riego por goteo

Chipana (1996), menciona que en el riego por goteo el agua es conducida hasta el pie de la planta mediante una red de tuberías de baja presión. La liberación de agua al suelo es efectuado puntualmente a través de goteros, en forma de gotas y en caudales reducidos (1 a 18 l/h) y a presión baja de 10 a 20 m.c.a.

2.8.3 Ventajas y desventajas del riego localizado

Fuentes (1998), indica que el riego localizado ofrece una serie de ventajas e inconvenientes. Las ventajas frente a los sistemas de riego tradicional son las siguientes:

- Mejor aprovechamiento de agua
- Posibilidad de utilizar aguas con un índice de salinidad más alto
- Mayor uniformidad de riego
- Mejor aprovechamiento de los fertilizantes.
- Aumento de la cantidad y calidad de las cosechas
- Menor infestación por malas hierbas, debido a menor superficie de suelo humedecida.
- Posibilidad de aplicación de fertilizantes, correctores y pesticidas con el agua de riego.
- Facilidad de ejecución de las labores agrícolas, al permanecer seca una buena parte de la superficie del suelo y ahorro de mano de mano de obra.

Los inconvenientes son los siguientes:

- Se necesitan un personal bien calificado
- Hay que hacer un análisis inicial de agua
- Cuando se maneja mal el riego existe riesgo de salinización del bulbo húmedo
- Es preciso hacer un control de las dosis de agua, fertilizante, pesticidas y productos aplicados al agua de riego.
- Exige una mayor inversión inicial.

Para Chipana (1996), las ventajas y desventajas del riego localizado son los siguientes:

Ventajas:

- Asegura una uniforme distribución de agua y fertilizantes
- Puede ser instalados en superficies irregulares
- Es un sistema permanente ser automático, economizando mano de obra

- El agua es conducida directamente a las raíces, eliminándose las pérdidas por percolación y evaporación
- Pueden ser aplicado a casi a todo tipo de suelo;
- No requiere sistematización de tierras, pudiendo emplearse en áreas de topografía irregular
- Existe un ahorro de mano de obra y energía
- No interviene con otras prácticas agrícolas
- Baja incidencia de malezas
- Eleva eficiencia de aplicación (85 a 95 %)

Desventajas:

- Elevada inversión inicial
- Requiere necesariamente de un sistema de filtro
- Posibilidad de obstrucción de los emisores
- Necesita de personal capacitado para operar el sistema
- Las investigaciones sobre riego localizado para Bolivia son casi inexistentes.

2.8.4 Componente de la instalación

Fuentes (1998), indica que los componentes fundamentales de una instalación de riego localizado son los siguientes.

El cabezal de riego, comprende un conjunto de aparatos que sirven para tratar, medir y filtrar el agua, comprobar su presión e incorporar los fertilizantes. Existe una gran variedad de cabezales, aunque los elementos básicos (equipo del tratamiento de agua, filtro, equipo de fertilización) son comunes a todo ellos y varias según la calidad de agua y características de los materiales.

La red de distribución, conduce el agua desde el cabezal hasta la planta. Del cabezal parte una red de tuberías que se llaman primarias, secundarias, etc., según

su orden. Las del último orden, llamada tuberías laterales, distribuyen el agua uniformemente a lo largo de su longitud por medio de emisores u orificios.

Los dispositivos de control, son los elementos que permiten regular el funcionamiento de las instalaciones. Estos elementos son: contadores, manómetro, reguladores de la presión o de caudal, etc.

2.8.5. Emisores

Fuentes (1998), afirma que los emisores son dispositivos que controlan la salida de agua desde las tuberías laterales y deben reunir las siguientes características: de instalación fácil, poco sensible a la obstrucción, poco sensible a las variaciones de presión, de bajo costo y que mantenga sus características con el tiempo. El mismo autor, señala que cualquier emisor (salvo en cintas de exudación) el caudal de descarga y la presión de servicio se relacionan mediante las siguientes ecuaciones.

$$q = k h^x \quad (1)$$

Donde:

q = Caudal de emisor (l/h)

k = Coeficiente característico de cada emisor, que equivale a caudal que proporcionaría a una presión de 1 mega m.c.a.

h = Presión a la entrada de emisor (m.c.a.)

x = Exponente de descarga característico de cada emisor

2.8.6 Evaluación del sistema de riego

Fuentes 1998, indica que coeficiente de uniformidad (CU) se utiliza para evaluar las instalaciones en funcionamiento y para el diseño de nuevas instalaciones. Un CU que incluye solo los factores hidráulicos esta dado por:

$$CU = q_{25}/q_a \times 100 \quad (2)$$

Donde:

CU = Coeficiente de uniformidad

q_{25} = Caudal medio de emisores que constituyen el 25% de caudal más bajo

q_a = Caudal medio de todos los emisores considerados

El mismo autor, afirma que la causa más importante de la variación del caudal es la variación de fabricación de los emisores y las diferencias de las presiones, por cuya razón se puede definir el siguiente CU, que se recomienda utilizar en el diseño.

$$CU = (1 - (1,27 CV / e)) \times q_m / q_a \quad (3)$$

Donde:

CV = Coeficiente de variación de fabricación del emisor

E = Número de emisores por cada planta

q_m = Caudal mínimo de los emisores considerados (se define a una subunidad)

q_a = Caudal medio de los emisores considerados

2.8.7 Eficiencia de Aplicación

Moya (1998), define a la eficiencia de aplicación, como al porcentaje de agua que aprovecha la planta del total suministrado. En el riego tradicional de pie, la eficiencia calculada en el mejor de los casos, es del 60%; en aspersión la eficiencia se estima en un 80% pero no se debe aceptar más de 70%; en el riego con goteros y micro tubos, se calcula una eficiencia del 90 %, que se puede aceptar siempre que haya un buen diseño.

Fuentes (1998), define como eficiencia de aplicación del agua en un sistema de riego a la proporción entre la cantidad de agua almacenada en la zona del sistema radical (disponible para las plantas) y la cantidad de agua aplicada por el sistema de riego.

Está dado por:

$$Ea = Nn / Nt \quad (4)$$

Donde:

Ea= Eficiencia de aplicación

Nn = Necesidad neta

Nt = Necesidades totales o volumen de agua aplicada

2.9 Análisis Económico

Perrinet *al.* (1988), definen los siguientes términos para el análisis económico del presupuesto parcial:

Presupuesto parcial. Es un método que se utiliza para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos alternativos. Indica también que el término presupuesto parcial no incluye todos los costos de la producción, sino solo los costos que varían de tratamiento a tratamiento.

Los costos que varían. Son los costos/ha relacionados con los insumos comprobados, la mano de obra y la maquinaria, que varían de un tratamiento a otro. El total de los costos que varían es la suma de todos los costos que varían para un determinado tratamiento.

El rendimiento ajustado, de cada tratamiento es el rendimiento medio reducido en un cierto porcentaje con el fin de reflejar diferencia entre el rendimiento experimental que el agricultor podría lograr con ese tratamiento.

El precio de campo de producto, se define como el valor que tiene para el agricultor una unidad adicional de producción en el campo, antes de la cosecha. Para calcular se toma el precio que el agricultor recibe por el producto cuando lo vende y se le resta todos los costos relacionados con la cosecha y venta que son proporcionales al rendimiento.

Regla: un tratamiento es dominado o inferior si tiene beneficio neto menor al de un tratamiento con costo variable menor.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización

3.1.1 Ubicación Geográfica

El presente estudio se llevó a cabo en la localidad de Ayata Ajllata de la primera sección de Provincia Omasuyos (altiplano norte) del departamento de La Paz, geográficamente situada a $15^{\circ} 37'$ de latitud sud y $69^{\circ} 8'$ de longitud oeste a una altitud de 3880 m.s.n.m., distante a 170 km. de la capital de La Paz (Montes de Oca, 1997).

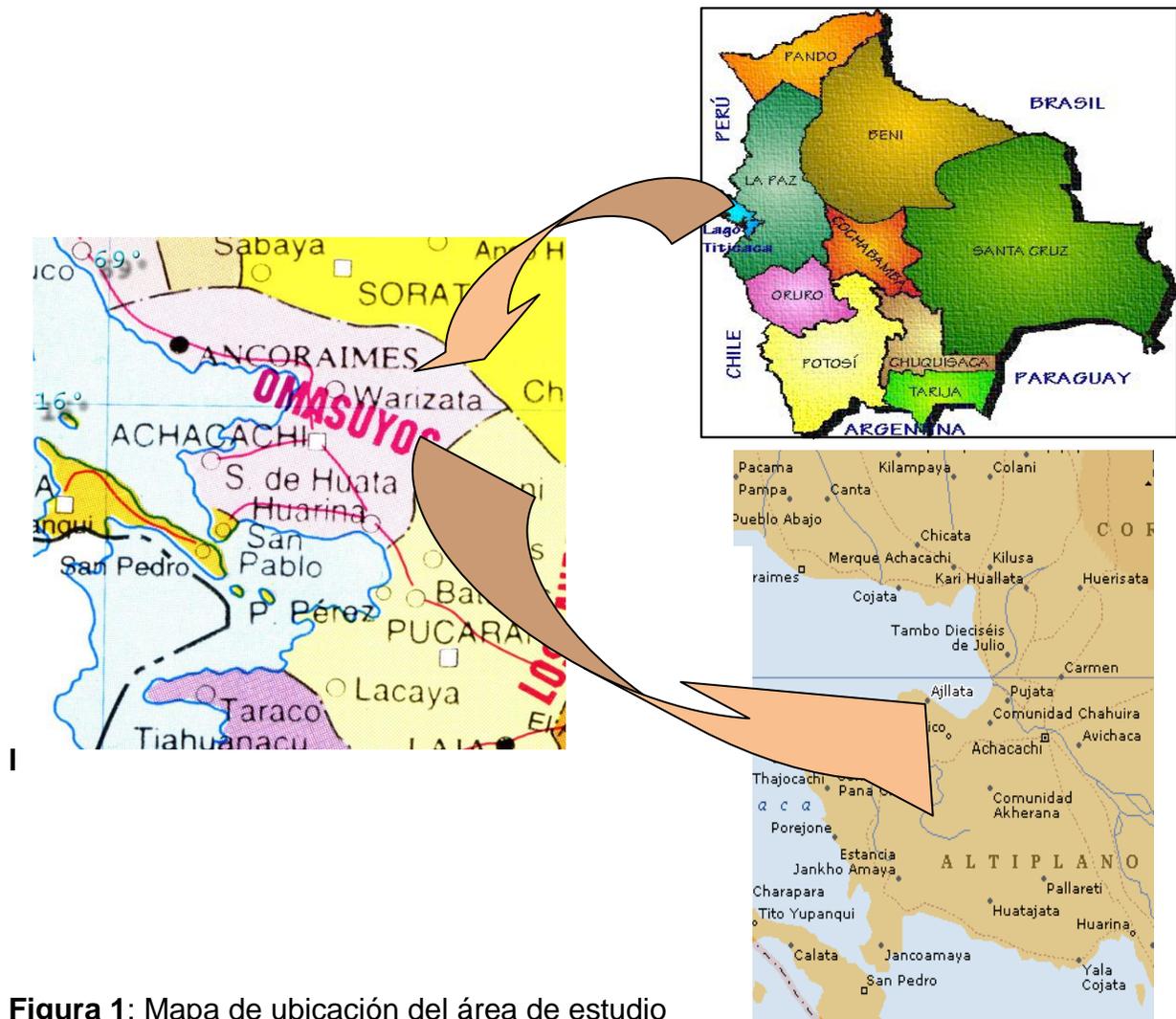


Figura 1: Mapa de ubicación del área de estudio

3.2. Características agronómicas de la zona

Agricultura. En esta zona existe una amplia variedad de cultivos como ser: papa (*Solanum* sp.), trigo (*Triticum* sp.), cebada (*Hordeum vulgare*), haba (*Vicia faba*), arveja (*Pisum sativum*), avena (*Avena sativa*), quinua (*Chenopodium quinua*), tarwi (*Lupinus mutabilis*), oca (*Oxalis tuberosa*), papaliza (*Ullucus tuberosus*), isaño (*Tropaeolum tuberosum*). Siendo la papa, oca y arveja de mayor importancia económica y alimentación para las familias de la zona.

Ganadería. La población tiene como animales domésticos de importancia económica al ganado vacuno (*Bostaurus*), ovinos (*Ovis aries*), porcinos (*Sus domesticus*), además la pesca del Lago Titicaca económicamente para su subsistencia de los habitantes de esta zona.

3.3 Descripción climática

El clima de la localidad de Ayata Ajllata, presenta dos estaciones bien diferenciadas que son: el periodo seco que comprende entre los meses de mayo a octubre y el periodo lluvioso que comprende los meses de noviembre a marzo.

Además la zona caracteriza por presentar alta radiación solar y alta evapotranspiración, con variaciones de temperatura durante el día. La época de invierno se caracteriza por presencia de temperaturas bajas nocturnas (heladas), vientos secos y algunas veces las nevadas.

El clima de la localidad de Ayata Ajllata es agradable, tiene una temperatura media anual de 11°C, temperatura máxima anual de 21 °C y una temperatura mínima de -5 °C (Quenallata, 1996) el mismo autor en la campaña agrícola 1994-1995, registró temperatura media de 9.4 °C, con precipitación media anual de 625 mm, distribuido entre los meses de noviembre a marzo.

3.4 Suelo

La zona presenta planicies en las orilla de lago Titicaca, terrazas y colinas en porcentaje 60% son terrazas con pendientes casi mayores al 10%; las formaciones de suelos son variables y guardan estrecha relación con las unidades fisiográficas.

En las serranías los suelos son poco profundos, con textura franco arenoso, de color oscura café (Quenallata 1996).

Las pendientes menores y moderadas (0,2 - 10%) son las que en la actualidad presentan una mayor intensidad de aprovechamiento agrícola y que se ubican básicamente en pie de monte hasta las zonas planas o casi planas donde disminuye substantivamente la agricultura tradicional.

3.5 Fisiografía

La comunidad Ayata Ajllata perteneciente al Municipio de Achacachi, se encuentran dentro la sub cuenca del Altiplano Norte, encontrándose entre las ramificaciones oriental y occidental de la cordillera de los Andes. El relieve del territorio se encuentra compuesto por serranías altas y planicies. El paisaje formado por sedimentos cuaternarios aluviales llamado complejo y está constituido por limos, arenas y gravas, situados generalmente a lo largo del río Keka. (SEMTA, 2006).

3.6 Hidrología e Hidrografía

Para los agricultores de la subcuenca de Ajllata, principalmente para las comunidades del Cantón Ajllata Grande orillas del lago Titicaca, no tiene muchos ríos para captar el riego solo esperan las lluvias anuales. Pero en periodos secos cuando la precipitación pluvial desaparece en un ciclo normal de cultivos, los agricultores en general de la región no tienen agua para regar sus cultivos.

3.7 Vegetación

En la zona del estudio se presentan una diversidad de especies nativas y especies introducidas. Estas especies alcanzan el mayor crecimiento y desarrollo en la época de lluvias. A continuación mencionaremos las especies más sobresalientes en el cuadro 3.

Cuadro 3. Vegetación nativa e introducida de la zona

Especies	Nombre común-	Nombre científico
Especies nativas	Kolli	<i>Buddleiahipoleuca</i>
	Koa	<i>Satureja boliviana</i>
	Alimiski	<i>Erodiumcicutarium</i>
	Layu laya	<i>Trifoliumamabili</i>
	Munimuni	<i>Bidensandicola</i>
	Sanusanu	<i>Ephedra americana</i>
	Mostaza	<i>Brasicacampestris</i>
	Trébol	<i>Trifoliumsp.</i>
	Paja brava	<i>Festucaorthophylla</i>
Chillihua	<i>Festucadolichophylla</i>	
Especies introducidas exóticas	Eucalipto	<i>Eucaliptus globulus</i>
	Pino	<i>Pinus radiata</i>
	Ciprés	<i>Cupressusmacrocarpa</i>

Fuente: Elaboración propia.

3.8 Materiales

3.8.1 Insumo químico

Los fertilizantes químicos que se emplearon en los diferentes niveles de aplicación fueron: Urea ($\text{CO}_2 \text{ NA}$), con un componente activo de 46 % de nitrógeno, superfosfato ($\text{Ca}_2\text{H}_2 \text{ PO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$), con una riqueza del 46% de P_2O_5 y cloruro de potasio (KCL), con una riqueza de 60% de K_2O en las porciones: 60-25-50, 80-45-70, 100-65, de nitrógeno, P_2O_5 y K_2O respectivamente en los diferentes niveles.

Torrez (1998), manifiesta que la cebolla se produce en diferentes suelos, preferiblemente los de textura media. La fertilización requerida es normalmente para la cebolla de 60 a 100 Kg /ha de N, 25 a 45 Kg de P₂O₅ y 48 a 89 Kg de K₂O.

3.8.2 Material vegetal

El material vegetal utilizado fue de dos variedades, almacigadas de cebollas híbridas certificadas adquiridas de la semillera "Los Claveles" ubicado en el mercado Rodríguez, de la ciudad de La Paz.

3.8.2.1 Descripción de las variedades de cebolla

3.8.2.1.1 Mercedes

Es un híbrido de días corto, con una buena adaptación a las condiciones de secano donde las lluvias no son excesivas, que su ciclo vegetativo es de 125 – 130 días. Sus características más sobresalientes observadas durante el ensayo fueron: los bulbos son de un tamaño grande, las pulpas son de color blanca, de resistencia media con raíz blanca, forma de bulbo redonda, con alta habilidad de almacenamiento y alto rendimiento.

3.8.2.1.2 Primavera

Es un híbrido de día corto se caracteriza por su precocidad, anticipándose en cerca de 20 días al resto de sus pares. También se caracteriza una pulpa crujiente y blanda, sabor suave (dulce), planta vigorosa, cuello delgado y firme, una gran uniformidad, su ciclo vegetativo de 110 días de tamaño mediano a grande, de cáscara amarilla suave de una pulpa blanca, la habilidad de almacenamiento y alto rendimiento.

3.8.3 Descripción del sistema de riego por goteo

El presente estudio fue realizado bajo el sistema de riego por goteo (fig. 2), que está compuesto por:

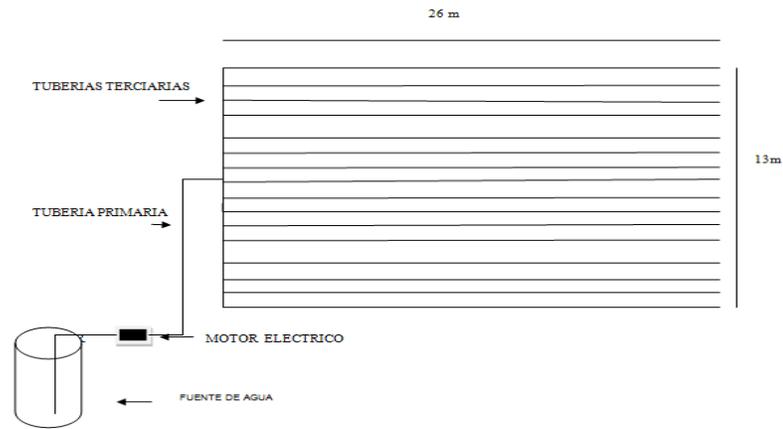


Figura 2. Croquis del sistema de riego por goteo

Fuente de agua. La fuente de agua fue subterránea, proveniente de la perforación de un pozo de profundidad aproximada de 7 m

Unidad de bombeo. Se utilizó una bomba motor eléctrico de tipo H4000M52 (rendimiento 90%), directamente se bombeo, desde la fuente de agua hasta el cultivo de cebolla, con un caudal teórico (Q) de bombeo entre 1.2 a 9.6 m³/h.

13m

Cabezal de riego. Estuvo conformado por un motor eléctrico, válvula principal para iniciar o interrumpir el flujo de agua desde la tubería de distribución hasta la de suministro, para retener las partículas contaminantes sobre su superficie filtrante, y tubería de salida para la línea principal.

Red de distribución: la red de distribución sirvió para conducir el agua de riego desde el cabezal del control hasta la plantas de cebolla, que está constituido por.

La tubería primaria, que deriva directamente del cabezal y entra en conexión con la tubería, de 2" de diámetro, de material PVC.

La tubería secundaria, deriva de la tubería primaria y entra en conexión con las tuberías laterales, de material polietileno (PE), de diámetro 1.5".

Las tuberías laterales, deriva de la tubería secundaria y da lugar a la conexión a las cintas de goteo, de 1" de diámetro, de material polietileno y además fueron portadores de válvulas de retención.

Las cintas de goteo. Conectados a las tuberías laterales por medio de los microtubos, de material polietileno, los cuales fueron portadores directos de los emisores.

Emisores, mediante estos dispositivos se aplicó el agua a cada planta de cebolla por gotero

3.8.4 Características de las cintas de goteo

Según Chipana (1996), el agua entra al mecanismo regulador de caudal por un filtro que se extiende a lo largo de la toda la cinta. Ingresa al conducto de flujo turbulento en cantidades automáticamente controladas y luego sale hacia el suelo por el emisor.

Las características de la cinta de riego empleado son los siguientes: diámetro de la cinta de goteo de 16mm, de grosor de 8 milí pulgadas, con un caudal real de 0,530 l/h/ gotero o emisor, de flujo turbulento, con distancia entre emisores de 20 c., diseñado para trabajar a presiones bajas a la rededor de 10 m.c.a⁰.

3.9 Metodología

3.9.1 Procedimiento experimental en campo

3.9.1.1 Almacigo

Se prepararon dos almacigueros distintos, uno para la variedad Primavera y otro para la variedad Mercedes, de 1.5 m de ancho y 3.5 m de largo, con la finalidad de facilitar las labores culturales. Se preparó mezclando por partes iguales la tierra mullida del lugar, arena con estiércol de vacuno en forma de camellones.

La siembra de ambas variedades se efectuó el 5 de agosto 2006 con una densidad de siembra de 35 a40 g de semilla/m², distribuyendo al voleo uniformemente la semilla en la superficie de las camas de suelo preparado y luego se cubrió con una capa de mezcla preparada (5 mm de espesor). Al respecto López (2001), indica que la densidad de siembra es de 2 kg/ha.

Una vez concluida la siembra, se procedió a cubrir con paja y finalmente se aplicó el riego, en forma manual con regadera. La cobertura se retiró a los 18 días después de la siembra, cuando se completó la emergencia, luego se esperó hasta una altura de 18 a 20 cm para su trasplante.

3.9.1.2 Análisis del suelo

Las muestras de suelo tomada para análisis físico y químico, se colectaron antes de la preparación del terreno, por el método zig-zag a la profundidad de 20 a 25 cm, colocando en un balde limpio para después mezclar, obteniendo una muestra general de 1kg. El análisis se efectuó en el Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (IBTEN).

3.9.1.3 Preparación del terreno

La preparación se hizo lo suficientemente anticipada al trasplante para disminuir las plagas, enfermedades y cortar el ciclo vegetativo de las malezas, el roturado de suelo con una yunta a una profundidad de 30 a 35 cm, este trabajo fue efectuado en agosto de 2006 posteriormente el nivelado de área experimental, con el fin de fijar el suelo bien mullido y nivelado sin terrones acondicionado de esta manera la estructura del suelo, para su buen manejo cultivo.

3.9.1.4 Delimitación de área experimental

La delimitación de área experimental se realizó con una wincha de 300 m. Las dimensiones de largo es de 32 m y de ancho tiene 16 m, con un área total 480 m² cuadrados, luego se distribuyó unidades de acuerdo al croquis de ensayo.

3.9.1.5 Apertura de surco para instalar las cintas de goteo

La apertura de surcos fue a una profundidad entre 10 a 15 cm., se procedió después del nivelado del terreno con chontilla, midiendo 0.7 m de ancho entre laterales y 44m largo. Dicha labor se realizó para cada lateral, formando 11 laterales por bloque entre las fechas de 8, 9, 10 de noviembre de 2006.

3.9.1.6 Instalación del sistema de riego

Se realizó la instalación de riego localizado en el área de investigación con todos sus componentes fundamentales, el cual tiene el cabezal del riego un filtro para detectar posibles impurezas, la red de distribución las tuberías principales desde el fuente de almacenamiento de agua. Para las instalaciones de líneas secundarias se utilizaron tuberías de polietileno, y los accesorios utilizados fueron simples como la unión universal, codos, paso de llaves y los emisores, (goteros).

3.9.1.7 Aplicación de fertilizantes

La cantidad de fertilizantes que se aplicaron de acuerdo al análisis químico del suelo, para este propósito se utilizó la urea como fuente de nitrógeno, esto se incorporó en forma localizada en los surcos distribuidos de manera uniforme, de acuerdo a los niveles 0, 60, 120 y 180 th/ha de nitrógeno. Previo a ello se realizó cálculos para cada unidad experimental de 40 m². La apertura de surcos para la fertilización se realizó con chontilla a una profundidad de 15 a 20 cm, dos surcos paralelos a las de goteo.

3.9.1.8 Trasplante

El trasplante se procedió, con plantines del almacigo que tenían una altura promedio de 18 a 20 cm. que obtuvieron un pequeño abultamiento en el futuro bulbo de 6 a 8 mm, esta se realizó entre surcos a una distancia 30 cm, entre planta de 15 cm, recomendadas por Sobrino (1994).

El trasplante de los plantines de cebolla se realizó paralelo a los emisores de la cinta de goteo, es decir dos plantines en forma paralela a cada emisor (la distancia entre cintas de gotero fue de 18 cm), con distancia entre planta sobre la hilera de 20 cm y entre hilera de plantas 35 cm.

3.9.1.9 Instalación de la cubeta evaporimétrica de clase A

Se instaló una cubeta evaporimétrica de clase A, con el objetivo de medir la evaporación de agua en mm/día durante el ciclo vegetativo del cultivo de cebolla con las siguientes características: De forma circular, con diámetro de 62 cm, de profundidad 30 cm, pintado de color plomo, y en la parte interior vertical de la cubeta se colocó una regla metálica milimétrica graduada para realizar la lectura de altura de agua.

La instalación de la cubeta clase A se realizó de la siguiente manera:

- Antes de instalar, al principio se ubicó el lugar apropiado para el funcionamiento eficaz del tanque.
- Se introdujo en el suelo el tronco de eucalipto, con una altura de 15 cm sobre el nivel del suelo. La superficie plana del tronco se niveló utilizando un nivel.

- Se montó la cubeta de la plataforma de manera a una altura de 15 cm sobre el nivel del suelo.
- Luego se procedió a llenar con agua al tanque de clase A, hasta el nivel 26 cm, posteriormente se procedió al nivelado del agua en el tanque, utilizando el nivel.
- Finalmente quedo instalado para las lecturas de evaporación de agua (mm/día)

3.9.1.10 Riego

Antes de trasplante se realizó un riego para que el suelo este próximo a capacidad de campo, se realizó inmediatamente después de trasplante para evitar la deshidratación de las plantas esta práctica es importante para obtener un buen porcentaje de prendimiento.

Posteriormente se calcula la cantidad de agua a aplicarse, el requerimiento de riego para el cultivo de cebolla fue calculado por el método de Penmann Monteith. Asimismo (Villca 2002), el cual toma en cuenta la evapotranspiración cuyo dato nos permite determinar la pérdida de agua existe en el cultivo, el coeficiente de cultivo (K_c) de la cebolla que varía de 0.8 a 1.01 en función a sus diferentes fases de desarrollo,

El presente trabajo fue planteado bajo el método de riego por goteo, mediante el cual se aplicó el agua en forma uniforme a toda la parcela experimental, de acuerdo al requerimiento del cultivo de cebolla.

La frecuencia de riego fue de cada dos días, para reponer la pérdida de agua diaria en el suelo, y para calcular la cantidad de agua perdida en el suelo, se siguió la siguiente metodología:

$$ET_c = ETO \times K_c \quad (8)$$

Donde: ET_c = Evapotranspiración del cultivo de cebolla (mm / día)

ETO = Evapotranspiración del cultivo de referencia (mm/ día)

K_c = Coeficiente de cultivo de cebolla.

$$\mathbf{ETc\ red = ETc \times Kr} \quad \mathbf{(9)}$$

Donde: ETc red = Evapotranspiración del cultivo reducido (mm / día)

Kr = Coeficiente de reducción (60 – 85 %)

$$\mathbf{Nn = Zn = ETc \times Kr} \quad \mathbf{(10)}$$

Donde: Nn= Necesidades netas de riego (mm/ días)

Para determinar las necesidades totales de riego en principio se calculó la ETo mediante el método de la cubeta evaporimétrica de clase A, luego a este valor obtenido para determinar la ETc red se multiplicó el coeficiente del cultivo (Kc) de la cebolla que varía de 0.8 a 1.01, y por el coeficiente de reducción, para finalmente considera la eficiencia de aplicación del método de riego por goteo.

$$\mathbf{Nt = Zn = ETo \times Kc \times Kr / Ea} \quad \mathbf{(11)}$$

Donde:

Nt = Necesidad totales de agua a aplicar o requerimiento de riego (mm)

Ea = Eficiencia de aplicación del método de riego por goteo (90%)

Para los casos cuando existe precipitación pluvial:

$$\mathbf{Nn = ETc - Pe} \quad \mathbf{(12)}$$

Donde: Pe = Precipitación efectiva

Al respecto Chipana (1996), afirma que para estimar la precipitación efectiva existen varios métodos. Por lo cual para nuestro estudio utilizaremos lo siguiente:

$$Pe = a \times PT \quad (13)$$

Donde:

a = coeficiente empírico que varía entre 0,7 – 0,8

Pt = Precipitación total (mm)

3.9.1.11 Refalle

Se observó por unidades experimentales los plantines que no prendieron a los 14 días después de trasplante, y se realizó la reposición de plantines muertos y los más débiles.

3.9.2 Labores Culturales

Deshierbe. El primer deshierbe se realizó en forma manual utilizando chontilla a los 30 y 60 días después de trasplante, con la finalidad de eliminar las malezas.

Aporque. El aporque se realizó en forma manual utilizando chontilla a los 3 meses después de trasplante con el objetivo que favorece la formación del bulbo y además al mismo tiempo se realizó el segundo deshierbe, aplicando la tierra sobre el cuello de la planta para favorecer el desarrollo de las raíces y para resguardar la base del tallo de la luz y así evitar el verdeo de la parte del bulbo.

Cosecha. La cosecha se realizó en forma manual cuando alcanzaron su madurez fisiológica a los 125 días después de trasplante su formación de bulbo. Al respecto López (2001), indica que los bulbos están maduros cuando los tejidos del cuello empiezan a ablandarse y las hojas están por caerse.

3.10 Diseño experimental

El presente estudio se realizó bajo el diseño, bloques completos al azar con arreglo de parcelas divididas (Calzada, 1982). Se utilizó bloques debido a la pendiente del terreno y parcelas divididas para facilitar el manejo del experimento, para acomodar mejor los niveles de un factor.

Además en la parcela grande se ubicó la variedad de cebolla y en la parcela pequeña se ubicó con mayor importancia los niveles de nitrógeno, para priorizar los factores de estudio y para tener mejor evaluación sobre las interacciones de estos factores en estudio.

3.10.1 Modelo Lineal Aditivo:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \varepsilon_{ik} + \delta_j + (\alpha\delta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = Observación cualquiera.

μ = media poblacional

β_k = Efecto de k-ésimo bloque **(B)**

α_i = Efecto de la i-ésima variedad **A**

ε_{ik} = Error de la parcela grande (Ea)

δ_j = Efecto del j-ésimo nivel de nitrógeno **(C)**

$(\alpha\delta)_{ij}$ = Efecto de la interacción **(AxC)**

ε_{ijk} = Error experimental (Eb)

3.10.2 Factores de estudio

Se evaluaron los siguientes factores de estudio:

Factor A: Variedad de cebolla

a_1 = Mercedes

a_2 = Primavera

Factor C: Niveles de Nitrógeno

$c_1 = 0$ KgN/ha

$c_2 = 60$ KgN/ha

$c_3 = 120$ KgN/ha

$c_4 = 180$ KgN/ha

3.10.3 Tratamientos

Como se puede apreciar en el cuadro 4 la combinación de formulación de los siguientes tratamientos son: factor A (variedades de cebolla) con el factor B (niveles de nitrógeno).

Cuadro 4. Descripción de tratamientos factoriales

Tratamientos	Niveles por Factores Factor A x Factor B	Dosis Nitrógeno por Variedad de cebolla
T ₁	a ₁ x c ₁	0 KgN/ha x mercedes
T ₂	a ₁ x c ₂	60 KgN/ha x mercedes
T ₃	a ₁ x c ₃	120 KgN/ha x mercedes
T ₄	a ₁ x c ₄	180 kgN/ha x mercedes
T ₅	a ₂ x c ₁	0 KgN/ha x primavera
T ₆	a ₂ x c ₂	60 KgN/ha x primavera
T ₇	a ₂ x c ₃	120 KgN/ha x primavera
T ₈	a ₂ x c ₄	180 KgN/ha x primavera

Fuente: Elaboración Propia (Datos de campo 2006).

3.10. 4. Proceso de análisis estadístico de datos

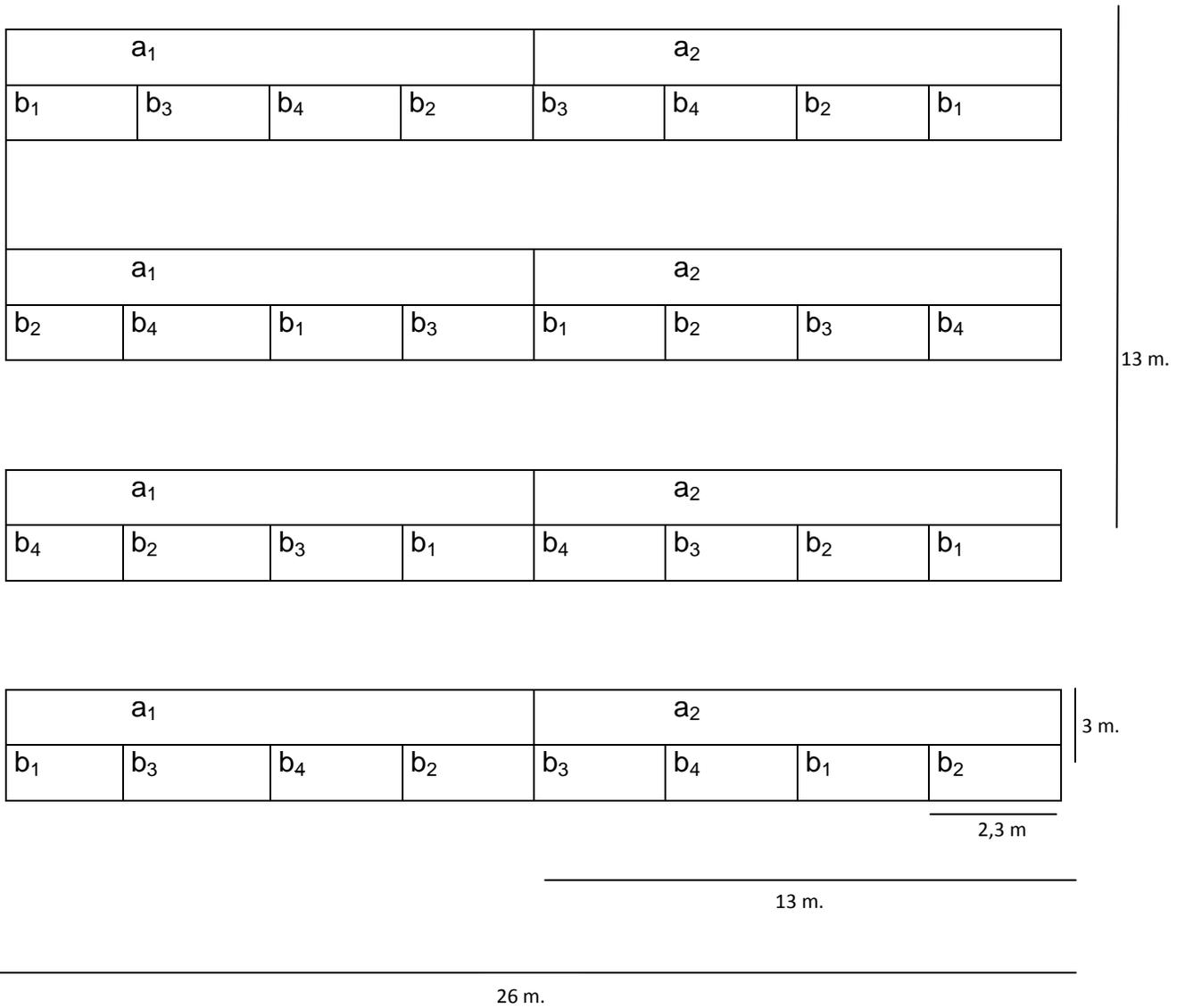
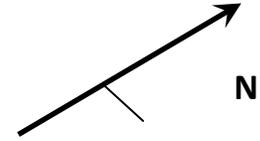
Para el análisis estadístico de los datos se aplicó con el programa SAS (Statistical Analysis System) y las comparaciones entre medias de los factores en estudio se realizó mediante la prueba de significancia de Duncan (SAS, 1988).

3.10.5 Características de la parcela experimental

El área experimental presentara las siguientes características:

- Dimensión del área experimental 340 m²
- Numero de tratamientos 8
- Numero de repeticiones 4
- Numero de bloques 4
- Área de bloque 78 m²
- Número total de parcela grande 8
- Área de la parcela grande 24 m²
- Número total de sub parcela 32 UE
- Numero de sub parcela por bloque 8
- Área e sub parcela (UE) 6 m²
- Distancia entre laterales 0.6 m
- Distancia entre gotero 0.2 m
- Distancia entre plantas al paralelo gotero 0.15 m
- Distancia entre plantas sobre hileras 0.3 m
- Distancia entre hilera planta 0.3 m

3.10.6 Croquis de la parcela experimental



Esc: 1:100

Figura 3. Croquis de distribución del ensayo

Factor A: Variedad de cebolla

a₁ = Mercedes

a₂ = Primavera

Factor B: Niveles de fertilización (Urea)

c₁ = 0 KgN/ha

c₂ = 60 KgN/ha

c₃ = 120 KgN/ha

c₄ = 180 KgN/ha

3.11 Variables de respuesta

Para evaluar el comportamiento agronómico de variedades de cebolla se tomó en cuenta los ocho surcos centrales eliminando las borduras.

3.11.1 Altura de la planta

La altura de la planta fue medida desde la base del tallo falso hasta el final de la hoja más alta, con un flexómetro para evaluar el crecimiento, cada siete días, en total de 40 plantas muestreadas al azar por cada unidad experimental (U.E.)

3.11.2 Número de hojas

Para determinar el número de hojas por planta a la cosecha se tomaron en cuenta las 30 plantas, el conteo del número de hojas de cada planta muestreada.

3.11.3 Diámetro del bulbo

Después de cosecha se procedió a medir el diámetro del bulbo se realizó con un vernier midiendo la parte central del bulbo, esta evaluación se realizó por UE la misma medida se tomó al final de la cosecha.

3.11.4 Peso fresco del bulbo

A la cosecha se tomó el peso del bulbo en gramos, previamente cortando las hojas del falso tallo esta evaluación va juntamente con el rendimiento es decir se tomó un metro cuadrado por cada unidad experimental.

Para determinar el peso del bulbo en gramos a la cosecha, se tomó en consideración las 40 plantas evaluadas de cada UE contando las hojas desde la base de falso tallo, para tal efecto se utilizó una balanza de precisión.

3.11.5 Rendimiento de biomasa total

Para determinar el rendimiento de materia verde se realizó la cosecha de cebolla en un área de 10 m² por unidad experimental, luego se procedió a pesar las plantas de cebolla en kg.

3.11.6. Materia seca

Para determinar el rendimiento de materia seca, se realizó el picado de cebolla en un área de 10 m² por unidad experimental, luego se realizó el pesaje de la planta.

3.11.7. Variables económicas

Para el análisis de costos parciales de los tratamientos, se emplearon con la metodología de evaluación económica sugerida por CIMMYT (1998).

Esta variable responde al último objetivo, para tal efecto se utilizaron los siguientes parámetros: Tasa de retorno marginal y Relación beneficio costo.

3.11.7.1. Tasa de retorno marginal

Este parámetro nos ayuda a determinar el margen de ganancia a parte de recuperar el capital invertido. La manera de expresar esta relación es dividiendo el beneficio neto marginal entre el costo marginal, para esto se empleo la siguiente relación:

$$TRM (\%) = \frac{BN_2 - BN_1}{CV_2 - CV_1} = \frac{BNM}{CM}$$

Donde:

TRM = Tasa de Retorno Marginal

BN = Beneficio Neto (Bs)

CV = Costo Variable (Bs)

BNM = Beneficio Neto Marginal (Bs)

CM = Costo Marginal (Bs)

3.11.7.2. Relación Beneficio Costo

La relación beneficio costo ayudó a determinar la rentabilidad en cada uno de los tratamientos y se utilizó la siguiente fórmula.

Donde el resultado es mayor a 1, significa que existe rentabilidad, si es igual a 1, significa que los ingresos solo cubren los costos de producción, pero si el resultado es menor a 1, significa que no existe rentabilidad.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

El trabajo de investigación se realizó entre el periodo comprendido de 12 de octubre de 2006 al 24 de Febrero de 2007. El cultivo de cebolla bajo las condiciones climáticas naturales del altiplano norte, tuvo un desarrollo normal en un ciclo de 130 días desde el trasplante hasta la cosecha.

4.1 Comportamiento Climático

Los datos climáticos registrados en 20 de octubre 2006 al 25 de febrero 2007, durante el ciclo vegetativo del cultivo se presentan en el cuadro 5.

Cuadro 5. Datos climáticos en la localidad de Ayata Ajllata de (Octubre de 2006 a Febrero de 2007).

Parámetro Climático	Oct.	Nov.	Dic.	Enero.	Feb.	total
Temperatura máxima media (°C)	16.1	16	15.6	15.4	15.6	15,79
Temperatura mínima media (°C)	0.9	2.6	4.0	3.9	2.9	2,86
Temperatura medio ambiente (°C)	8.1	9.2	8.2	9.7	9.0	8,84
Precipitación Pluvial (mm)	17.3	44.5	67.3	97.6	49.5	276,2
Evapotransp. de tanque (mm/mes)	127.1	129	129	142,6	109,2	636,9
Evapotransp. de tanque (mm/día)	4.1	4.3	4.3	4.6	3.9	21,2
Humedad relativa media (%)	56.1	66.5	70.7	76.1	71.5	68,18

Fuente: Registros climáticos de Estación Meteorológica Belén

4.1.1 Temperatura

En la figura 4, se observó que la temperatura máxima media se dio durante el mes de octubre alcanzando un promedio de 16,1 °C, mientras que la temperatura mínima media de registro durante el mes octubre con un valor de 0,9 °C. Con una temperatura máxima media de 15,7 °C y temperatura mínima media de 2,86 °C, se puede afirmar que el cultivo de cebolla es resistente a temperaturas menores a 0,9 °C en las primeras etapas de desarrollo, pero sin embargo necesita de temperaturas altas para la formación de los bulbos durante la fase final.

Es así que para la etapa final de nuestro ensayo las temperaturas mejoraron, variando entre 2,6 a 15,6 °C favoreciendo el completo ciclo del cultivo y la formación de los bulbos.

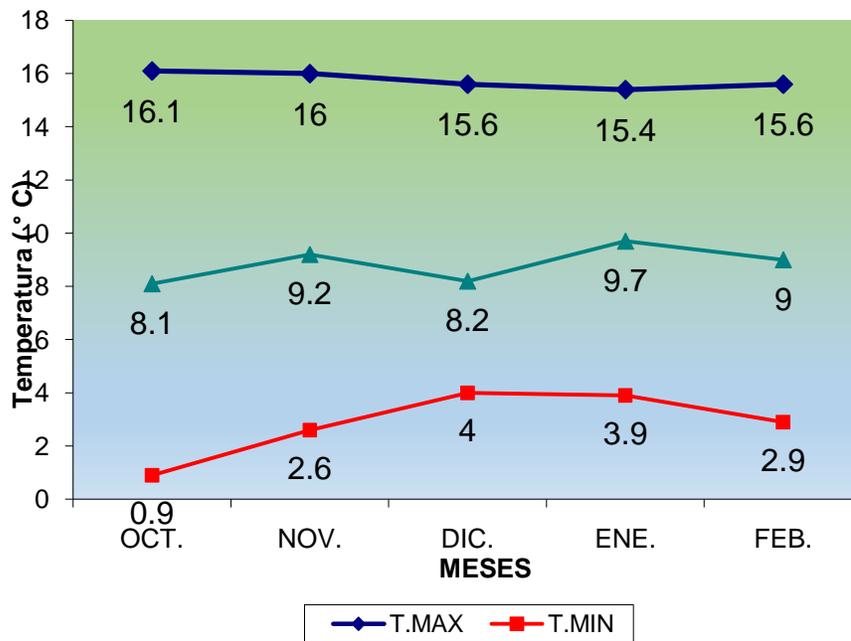


Figura 4. Comportamiento de temperaturas durante el ciclo del cultivo

Al respecto Castañón (1993), menciona que la temperatura tiene una influencia directa sobre la velocidad de división celular, actividad fisiológica que se desarrolla

entre 5 a 30 °C y que está ligado al periodo de crecimiento. Además es determinante para los procesos de fotosíntesis, respiración y acumulación de azúcares y almidón. Al respecto Valadez (1993), menciona que la cebolla es una hortaliza bianual de clima frío, lo que permite ser cultivada año redondo. Esta planta es muy resistente al frío, llegando a tolerar temperaturas de hasta -5 °C en etapa adulta. Por lo tanto menciona Cori (2004), en su estudio en localidad de Escoma, el cultivo de cebolla es tolerante a temperaturas menores a -6°C, pero sin embargo necesita la temperatura alta para la formación de los bulbos durante la fase final. Así que para la etapa final de nuestro ensayo las temperaturas variaron entre 8.1 a 9.7 °C favoreciendo el completo desarrollo del cultivo.

4.1.2 Precipitación

El cuadro 5, nos muestra los datos de precipitación pluvial ocurrido durante el desarrollo del cultivo de cebolla, donde se observa que la máxima precipitación se dio en el mes de enero con 97,6 mm, la mínima precipitación en el mes de octubre con 17,3 mm, esta precipitación es característica del altiplano norte. La precipitación acumulada fue de 276,2 mm, durante el ciclo de cultivo en el periodo entre octubre de 2006 a febrero de 2007.

El riego en el cultivo de cebolla fue importante y decisivo durante las etapas de desarrollo, de este modo el primer riego fue aplicado en el trasplante a fin de evitar la muerte de las plántulas para favorecer su prendimiento. La aplicación de riego por goteo se aplicó cada 7 días hasta los 3 meses. Por los resultados obtenidos el sistema de riego se justifica, y que fue un factor determinante para el normal desarrollo vegetativo del cultivo.

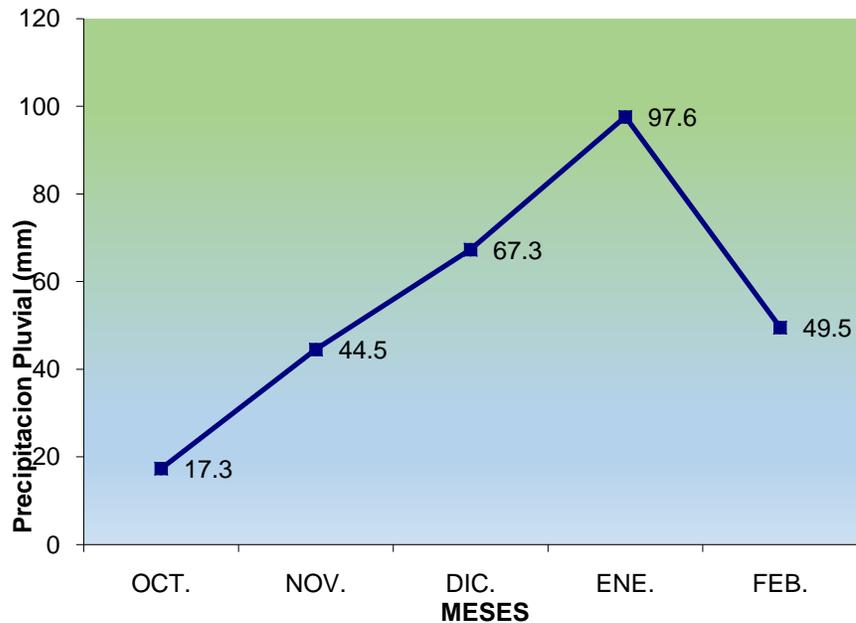


Figura 5. Precipitación pluvial en comunidad Ayata Ajllata, gestión 2006-2007

En la figura 5, se observa las precipitaciones en el ciclo del cultivo en mes de octubre 17.3 mm, posteriormente las lluvias fueron más frecuentes siendo en los meses de noviembre de 44.5 mm, en mes de enero que ha precipitado mayor cantidad con 97,6 mm y mes de febrero 49.5 mm que disminuyó la precipitación.

Por lo tanto, en el trabajo de investigación, la precipitación fue importante durante su periodo vegetativo tuvo un aporte total de 276.2 mm, se complemento con sistema de riego para mantener la humedad del suelo para su desarrollo normal del cultivo, esta situación se atribuye a las características climáticas propias del Altiplano Norte, donde esta época la precipitación es moderadamente buena.

4.1.3 Evaporación de agua de la cubeta

De acuerdo a la Figura 6, la máxima evaporación de agua en la cubeta de clase A, se dio en el mes de enero alcanzando un valor de 142.6 mm/mes con una media de 4.6 mm/día, mientras que la mínima evaporación se dio en mes de febrero 109,2

mm/mes con una media de 3.9 mm/día y un total de 636.9 mm con una media de 21.2 mm para el periodo comprendido entre octubre de 2006 a febrero de 2007. La máxima evaporación de agua en el mes de febrero se puede atribuir a la alta radiación solar, lo cual se refleja en días calurosos pero secos.

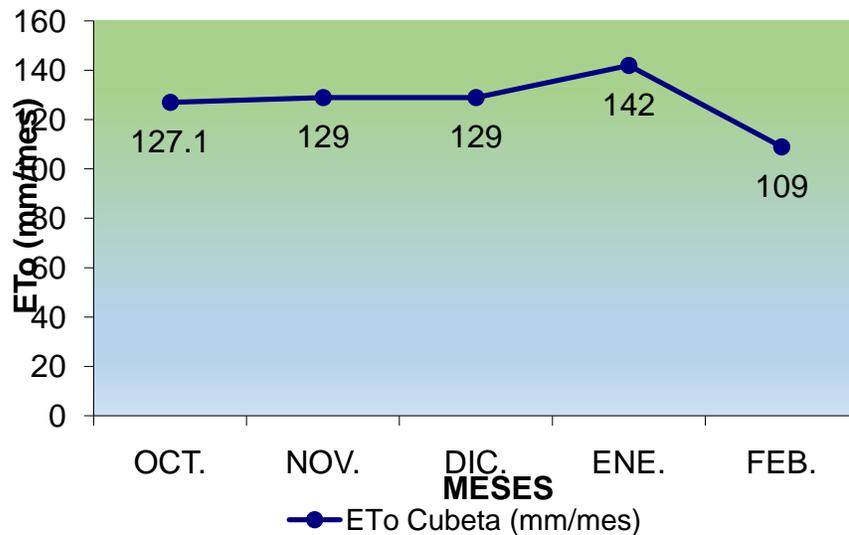


Figura 6. Evapotranspiración registrada por el método de cubeta

En la figura 6, para los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero y Febrero; los valores de Eto calculado mediante el método de cubeta, la máxima evaporación de agua en la cubeta de clase A, se dio el mes de enero alcanzado con un valor de media 142.6 mm/ mes mientras la mínima evaporación se dio con una media 109.2 mm/mes comprendido en febrero.

4.2 Análisis de suelo de la parcela experimental

4.3 Propiedades físico-químicas

El cuadro 6, muestra los resultados de las características físicas de la capa arable (30 a 35 cm.) de la parcela experimental, el cual presentó la textura franco arcilloso, que corresponde al 42% de arena, 33% de Arcilla, 25% de limo; con presencia de grava 5.14 %. El tipo de textura que presenta el suelo de la capa arable es adecuado para el cultivo de cebolla, debido a que pueden desarrollar la parte comestible recomendado por (Valadez, 1993). También menciona el tipo de textura

que presenta el suelo de la capa arable es adecuado para el cultivo de cebolla como afirma Maroto (1995).

Cuadro 6. Análisis físico-químico del suelo antes de la siembra (Ayata Ajllata 2006)

Análisis físico	Resultados
Profundidad (cm)	30 a 35
Arcilla (Y)%	33
Limo (L)%	25
Arena (A)%	42
Clase textural	FY
Grava (%)	5.14
Análisis Químico	
Materia orgánica (%)	3.21
Nitrógeno Total (%)	0.08
pH en agua (1:5)	7,13
pH en KCl 1 N (1:5)	7,29
C.E. mS/cm (1:5)	0,090
Fósforo asimilable (ppm)	41.80
Cationes de cambio (meq/100 g de suelo):	
K	1.74
Ca	13.05
Mgg	2.77
Na	0.26
AL + H	0,05
CIC	17.87
TBI	17,82
% de saturación de base	99,7
Carbonatos Libres	P

Fuente: Laboratorio del Instituto Boliviano de Ciencias y Tecnología Nuclear (2006)

En los resultados del análisis de suelo Cuadro 6, se observa que la capa arable de la parcela experimental presentó pH ligeramente ácido de 7 a 13, valor que se encuentra dentro del rango óptimo de 6.0 – 7.4 recomendados por Valadez (2005) y Zabala y Ojeda (1988).

Presenta una conductividad eléctrica baja 0,090 mS/cm, valor que indica que no hay problemas de sales que puedan causar daño al cultivo de cebolla es aceptable como recomienda Porcura (2003), pues no alcanza a 0.9 ds/m. Con una capacidad intercambio catiónico es moderadamente bajo de 17.87meq/100g de suelo. Con alta contenido de total de bases intercambiables de 17.82 meq/100 g de suelo. Con presencia muy alta de porcentaje de saturación de bases de 99.7 meq/100 g de suelo, y presencia de carbonatos libres.

La capacidad de intercambio de cationes es moderadamente bajo, debido que tiene el contenido de arena 42% frente al 33% de arcilla, debido a que la arcilla tiene mayor capacidad de retención e intercambio de cationes, al contenido de materia orgánica de 3.21%. En general el tipo y la cantidad de arcilla, mas la materia orgánica influye en el CIC en el suelo.

4.3.1 Estado de la fertilidad del suelo

En el cuadro 6, se observa que el contenido de materia orgánica es de 3.21%, considerándose que son suelos moderados. Con un contenido bajo de nitrógeno total de 0.08%, estos valores se debe poca presencia de vegetación y el mismo está relacionada directamente con la baja precipitación pluvial.

Presencia bajo de fósforo asimilable de 41.80 ppm. Con un contenido de potasio de 1.74 meq/100 g de suelo que significa muy alta intercambiable para el cultivo, da conocer que el potasio intercambiable es moderadamente muy alto. Presencia alto de calcio con 13.05, con contenido moderada de magnesio 2.77, y presencia baja de sodio de 0.37 meq/100 g de suelo respectivamente. En general es un suelo moderado en la fertilidad.

4.4 Análisis de las variables de respuesta

4.4.1 Porcentaje de germinación y prendimiento

Cuadro 7. Porcentaje de germinación de las cebollas híbridas

Cebollas híbridas	Porcentaje %
Primavera	98
Mercedes	97

En el cuadro 7, se observó a los 21 días después del almacigo de variedades de las cebollas híbridas primavera y mercedes, en la germinación no muestran diferencias. Ambas variedades tuvieron un porcentaje de germinación de mayor a 90%. Las diferencias probablemente son al potencial genético, tiempo de almacenamiento de semilla, que son características de cada variedad que en interacción con el medio ambiente natural del lugar dieron esos resultados.

Una vez trasplantadas las plántulas en las unidades experimentales para su desarrollo, se aplicó el riego por goteo uniforme, después de trasplante a los 14 días se realizó el conteo de número de plantas prendidas con respecto al número de plántulas trasplantadas, los resultados se muestran en el cuadro 8.

Cuadro 8. Porcentaje de prendimiento de las cebollas híbridas

Cebollas híbridas	Prendimiento (%)			
	0 kgN/ha	60 kgN/ha	120 kgN/ha	180 kgN/ha
Primavera	95	93	92	89
Mercedes	96	94	91	87

En el cuadro 8, se aprecia que en la unidades experimentales donde se aplicó alta dosis, el porcentaje de prendimiento es menor frente a las unidades en la que se aplicó menor cantidad, y siendo superior el testigo a todos.

4.4.2 Altura de planta

Cuadro 9. Análisis de varianza para la altura de planta a la cosecha

FV	GL	SC	CM	F	P>F	Sig.
BLOQUE	3	13,742	4,580	0,17	0,9131	ns
VARIEDAD (A)	1	2,685	2,685	0,1	0,7758	ns
Error a	3	83,043	27,681			
NIVEL NITROGENO (C)	3	181,180	60,393	8,84	0,0008	**
VARIEDAD*NIVEL (AxC)	3	6,363	2,1212	0,31	0,8176	ns
Error	18	123,004	6,833			
Total	31	410,020				

CV = 5.01%

Media = 52.13 cm

Coeficiente de variación (CV) = 5.01 %

* Significancia

** Altamente significativo

ns no significativo

El análisis de varianza de altura de planta, presentó un coeficiente de variación de 5.01% lo cual indica que los datos son confiables, que está ubicado dentro del rango permitido.

De acuerdo al análisis de varianza no se detectan efectos significativos para bloques por lo que el diseño pierde precisión. Por otra parte no se detecta significancia entre variedades, lo que significa que la media de altura de planta a la cosecha es la misma para las variedades Mercedes y primavera. Se evidencia significancia para el efecto de nivel de nitrógeno, esto es que la media de altura de planta es diferente para los niveles estudiados.

El efecto de interacción entre cebollas híbridas y niveles de fertilización (AxC) no presentó diferencia significativa para la altura de la planta, por lo tanto significa que

los niveles de nitrógeno tienen un efecto similar la altura de planta de las cebollas híbridas.

4.4.2.1 Altura de la planta en cuatro niveles de nitrógeno

La prueba de Duncan al 5 % de probabilidad estadística para la altura de planta y las medias obtenidas por niveles de nitrógeno se muestra en el cuadro 10.

Cuadro 10. Prueba Duncan para Altura de planta en cuatro niveles de Nitrógeno

Niveles de Nitrógeno (Kg/ha)	Promedios de altura de planta (cm)	Duncan (P= 0.05)
120	55,57	A
180	52,27	B
60	51,83	B
0	48,86	C

En el cuadro 10, se observa que los niveles 180 y 60 Kg de N/ha no han presentado diferencias significativas con promedios de altura de 52.27 y 51.57 cm respectivamente, y de la misma forma presentaron valores similares estadísticamente los niveles 120 y 60 Kg de N/ha con valores respectivos de 55,57 y 51.83 cm, nos muestra en nivel 120 Kg de N/ha obtuvo el máximo desarrollo de planta con 55.57 cm, demostrando una superioridad a los demás niveles, tanto el menor promedio se obtuvo con el nivel testigo (48.86 cm)

Con la aplicación de nitrógeno de 60,120 y 180 Kg N/ha, se observa que al incrementar la dosis de nitrógeno favorece en el crecimiento de la planta en la reproducción de células lo que ocasiona elongación y formando tallos y hojas más grandes y le da un color verde oscuro de la planta.

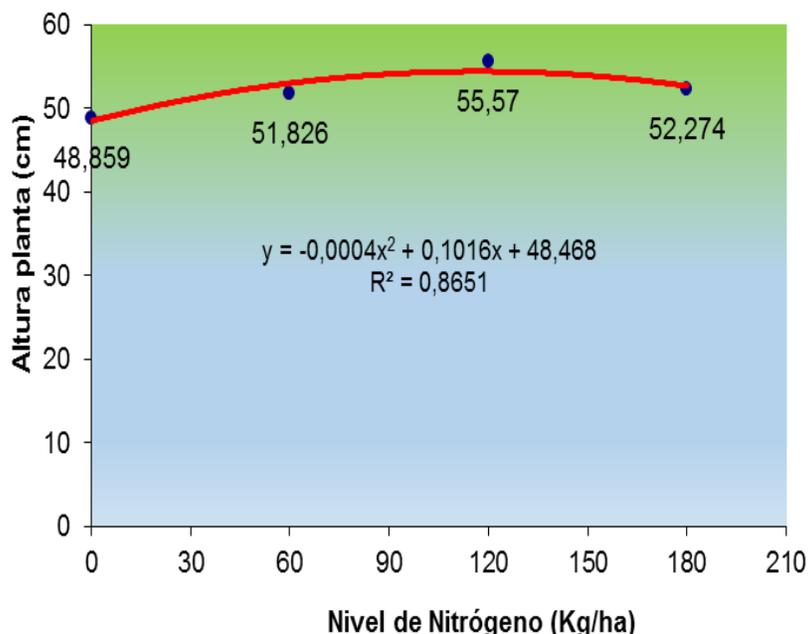


Figura 7. Efecto cuadrático de niveles de nitrógeno en altura de planta

Las diferencias son probablemente atribuibles, principalmente al efecto de la fertilización nitrogenada, donde se observó que a menores niveles de nitrógeno la planta alcanza una menor altura, a un incremento relativo de niveles de fertilización, también tiende a aumentar la altura de la planta. Por otro lado, el suministro de agua en forma uniforme al suelo mediante el riego por goteo, ayuda en el crecimiento y desarrollo de la planta favoreciendo la absorción de elementos nutritivos por las raíces.

Por otra parte Quelali (2001) al trabajar con variedades rosadas y amarillas, reporta los mayores promedios para las variedades rojas (70 a 74 cm), en tanto el menor promedio se tiene para Red Creole (variedad blanca) con 60.4 cm. Estas referencias muestran que las variedades blancas, tienden a una altura de planta menor, como los reportados en el presente estudio

Al respecto Chilón (1997), sostiene que el suministro de nitrógeno tiende a aumentar el crecimiento de la parte aérea de la planta, y permite el uso óptimo del fertilizante nitrogenado. Por su parte Laime (1996), menciona que con los niveles de fertilización de 150-150-150, se obtienen mayores alturas de crecimiento con 83.32 cm respectivamente.

Bohórquez (2001), indica que las plantas absorben la mayor parte de nitrógeno en la forma de iones de nitrato (NO_3) o de amonio (NH_4) en ese orden. Por otro lado López y Espinoza (1995), señalan que en nitrógeno inorgánico se presenta bajo la forma de amonio y nitrato que son rápidamente asimilables.

La mayor altura de planta se da para el nivel de 120 KgN/ha (Figura 8), la altura de planta incrementa a razón de 0.1 cm por cada Kg Nitrógeno/ha, luego la incorporación de mayores dosis de nitrógeno, no incrementa en mayor medida el crecimiento de la planta, ajustándose los datos promedios a un función cuadrática, donde el coeficiente de determinación es de 0.865, que significa que el ajuste cuadrático de la altura de planta es de 86.5% en función de los niveles de nitrógeno.

4.4.3 Número de hojas

Se realizó el análisis estadístico para evaluar las variables de respuesta, para en número de hojas del cultivo de cebollas híbridas, se muestra en siguiente cuadro 11.

Cuadro 11. Análisis de varianza para el número de hojas

FV	GL	SC	CM	F	P>F	Sig.
BLOQUE	3	7,387	2,462	1,56	0,3612	ns
VARIEDAD (A)	1	1,896	1,896	1,2	0,3527	ns
Error a	3	4,725	1,575			
NIVEL NITROGENO (C)	3	23,8223	7,94	2,97	0,0596	ns
VARIEDAD*NIVEL (AxC)	3	6,632	2,21	0,83	0,4965	ns
Error	18	48,1651	2,675			
Total	31	92,629				

CV = 23.2 %

Media = 7

El cuadro 11, muestra el análisis de varianza para número de hojas, donde permite observar una respuesta no significativa entre bloques y variedades, tampoco existe significancia entre niveles de nitrógeno, el comportamiento son similares entre las variedades, se denota no significativa entre niveles de nitrógeno en el comportamiento son similares en cada nivel y variedad. El coeficiente de variación de 23.2 %, el cual se encuentra dentro los parámetros estadísticos de aceptación, en investigación agrícola.

Respecto al carácter número hojas/planta entre variedades, se observa que poseen un comportamiento similares donde se aprecia que la variedad Primavera alcanzó un promedio mayor número hojas/planta con 7.29 unidades, y la variedad Mercedes obtuvo con promedio menor número hojas/planta con 6.80 unidades.

4.4.4. Diámetro del bulbo

Se realizó el análisis estadístico para evaluar, para el diámetro del bulbo a la cosecha del cultivo de cebolla, se muestra en siguiente cuadro 12.

Cuadro 12. Análisis de varianza para el diámetro de bulbo

FV	GL	SC	CM	F	P>F	Sig.
BLOQUE	3	1,129	0,376	0,58	0,666	ns
VARIEDAD (A)	1	2,525	2,525	3,91	0,1425	ns
Error a	3	1,938	0,646			
NIVELNITROGENO (C)	3	10,938	3,646	7	0,0026	**
VARIEDAD*NIVEL (AxC)	3	1,678	0,559	1,07	0,3852	ns
Error	18	9,381	0,521			
Total	31	27,591				

CV = 7.7%

Media = 9.37cm

El análisis de Varianza del cuadro 12, muestra claramente que solo existen diferencias altamente significativas entre niveles de nitrógeno, para el diámetro del bulbo. Donde se observa que el coeficiente de variación es de 7.7%, valor que determina la confiabilidad de datos de los tratamientos, además muestra que no existen diferencias significativas entre bloques.

Mientras que la interacción entre variedades de cebolla y niveles de nitrógeno, no presenta efectos significativos para el diámetro de bulbo, por lo tanto que las variedades de cebolla tienen respuestas similares en el diámetro de bulbo en los diferentes niveles de nitrógeno.

En el mismo cuadro, se observa que existen diferencias altamente significativas entre niveles de nitrógeno, lo que puede deberse a la genética propia de cada variedad, esto nos indica que el comportamiento de los tratamientos es distinto de cada nivel y variedad

4.4.4.1 Diámetro del bulbo en cuatro niveles de nitrógeno

Los resultados medios para el diámetro del bulbo se muestran en el cuadro 13.

Cuadro 13: Prueba Duncan para Diámetro de bulbo en cuatro niveles de Nitrógeno

Niveles de Nitrógeno (Kg/ha)	Promedios de diámetros de bulbo (cm)	Duncan (P= 0.05)
120	10,13	A
180	9,39	A
60	9,48	A
0	8,49	B

Los resultados del cuadro 13, muestran el nivel que logra el mayor crecimiento de diámetro de bulbo es 120 Kg de N/ha de nitrógeno con un valor superior de (10.13 cm), en lo cual no se diferencia estadísticamente en los niveles 60 y 180 Kg de N/ha con valores de 9.39 y 9.48 cm, y el menor valor con el nivel testigo (8.49 cm), los mismos son asimilados por las variedades de Cebollas híbridas de acuerdo a su capacidad genética.

En el mismo cuadro 13, se observa el aumento de crecimiento en diámetro del bulbo obtenidas por las variedades de cebollas híbridas, es debido al incremento de la dosis de nitrógeno el tipo de suelo arcilloso que influye en la forma del bulbo, una buena porosidad, aeración, humedad de suelo, frecuencia de lluvia, mayor grado de fotoperiodo. Todas estas Características favorecieron en el desarrollo del bulbo.

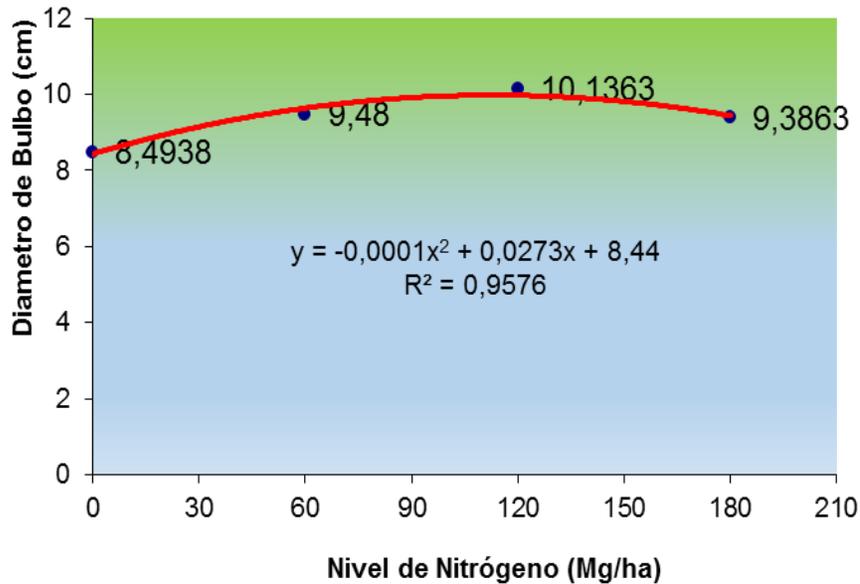


Figura 8. Efecto cuadrático de niveles de nitrógeno en diámetros de bulbo

A mayores niveles de nitrógeno incorporados en el suelo, se evidencia mayor disponibilidad de nitrógeno aprovechable para el cultivo, esta situación favorece en la nutrición de la planta, con el consiguiente desarrollo de la estructura foliar, ello permite mayor proceso de fotosíntesis y el intenso transporte de este elementos desde las hojas hacia el bulbo en desarrollo.

Quelali (2001), en un estudio de fertilización química en tres variedades de cebolla encontró para la variedades rosada y amarilla promedios de 6.68 y 6.32 cm en tanto el menor promedio se tiene para Red Creole (variedad Blanca) con 5.38 cm. Por otro

Guzmán (2000), en su experimento, respecto al diámetro de bulbo, obtuvo un valor promedio de 5.53 cm al aplicar 15 tn de estiércol de ovino/ha. Por otro lado Laime

(1996), obtuvo resultados máximos de diámetro de bulbo con 8.50 cm aplicando el nivel de fertilización de 140-160-140, y concluye que la fertilización química influye significativamente en el diámetro de bulbo.

De acuerdo a la figura 8, se tiene que el mayor diámetro de bulbo se da para el nivel de 120 Kg de N/ha, luego la incorporación de mayores dosis de nitrógeno, no incrementa en diámetro de bulbo, ajustándose los datos promedios a una función cuadrática, donde el coeficiente de determinación es de 0.957, que significa que el ajuste cuadrático de diámetro de bulbo es de 95,7% en función de los niveles de nitrógeno.

4.4.5. Peso fresco del bulbo (gr).

Los análisis de varianza para el variable peso del bulbo se muestran en el siguiente cuadro 14.

Cuadro 14. Análisis de varianza para el peso de bulbo

FV	GL	SC	CM	F	P>F	Sig.
BLOQUE	3	28373,472	9457,824	2,7	0,2185	ns
VARIEDAD (A)	1	10765,946	10765,946	3,07	0,1781	ns
Error a	3	10525,149	3508,383			
NIVEL NITROGENO (C)	3	68892,548	22964,182	10,39	0,0003	**
VARIEDAD*NIVEL (AxC)	3	14985,772	4995,257	2,26	0,1162	ns
Error	18	39775,849	2209,769			
Total	31	173318,738				

CV = 8.7%

Media = 540 g

El análisis de varianza para variable peso de bulbo, cuadro 14, donde permite observar una respuesta no significativa entre los bloques, así como también presenta diferencias altamente significativas entre niveles de nitrógeno, lo cual

demuestra que el comportamiento distinto entre niveles de nitrógeno, esto es que la media de peso de bulbo es diferente para los niveles estudiados.

De la misma forma no se detecta una diferencia significativamente entre el comportamiento de las variedades. Lo que significa que la media de peso de bulbo a la cosecha es la misma para las variedades híbridas, y el coeficiente de variabilidad se encuentra dentro las categorías de aceptación, ya que su valor alcanza a 2.7 %.

El efecto de interacción entre variedades y niveles de fertilización (AxC) presentó diferencia altamente significativa para el peso del bulbo, por lo tanto significa que los niveles de nitrógeno tienen un efecto similar en el peso de bulbo de las cebollas híbridas.

4.4.5.1 Peso de bulbo en cuatro niveles de nitrógeno

Los datos obtenidos para esta variable de muestra en el cuadro 15.

Cuadro 15: Prueba Duncan para el peso de bulbo en cuatro niveles de Nitrógeno

Niveles de Nitrógeno (Mg/ha)	Promedios de peso de bulbo (gr)	Duncan (P= 0.05)
120	609,82	A
180	541,89	B
60	529,46	B
0	479,82	C

En el cuadro 15, se observa que el nivel 120 Kg de N/ha, fue superior estadísticamente con un valor de 609.82 gr para el peso del bulbo con respecto a los niveles de 180 y 60 Kg de N/ha y testigo, que obtuvieron valores de 541.89; 529.46 y 479.82 gr respectivamente. El valor de peso de bulbo de 541.89 gr a 180 Kg de N/ha fue estadísticamente similar al peso de bulbo obtenido por 60 Kg de N/ha con un valor de 529.46 gr.

En el cuadro 15, las diferencias obtenidas en peso del bulbo, se atribuyen al efecto de aplicación de niveles de fertilización nitrogenada, de los cuales las variedades Mercedes y Primavera, tuvieron la disponibilidad de asimilar nutrientes de acuerdo a

su capacidad genética, en cantidades distintos de los niveles de 60, 120 y 180 Kg de N/ha.

Al incrementar la dosis de nitrógeno, existe un aumento proporcional en peso de bulbo (cuadro 15). A parte de encontrarse nutrientes en suelos los macro y micro elementos nutritivos disponibles, esto también se debe al riego por goteo, al tipo de suelo franco arcilloso arenoso que permitió desarrollarse libremente al bulbo, al manejo adecuado del cultivo, los cuales tuvieron un desarrollo del bulbo en los tratamientos.

Quelali (2001), para la variedad arequipeña 196.62 g y para Criolla rosada 165.69 g de peso de bulbo. Valores inferiores a nuestro estudio, las diferencias pueden atribuirse a la época de siembra, material genético variedades híbridas (blancas) los factores climáticos, la fertilidad actual del suelo, a la dosis de N-P-K suministrado mediante los fertilizantes químicos y riego uniforme.

Cori (2004), en la localidad de Escoma en un estudio de la fertilización con estiércol de ovino, obtuvo con 30 tn/ha de estiércol ovino/ha un valor de 162.14 g, menciona que el cultivo de la cebolla responde favorablemente cuando la humedad del suelo es adecuada, cuando la humedad baja disminuye considerablemente el rendimiento obteniéndose bulbos pequeños, por lo tanto el peso de los bulbos será menor.

La fertilización nitrogenada influye directamente en el rendimiento de los cultivos y en el caso de la cebolla tiene un efecto directo en el desarrollo y calidad de los bulbos, ya que el nitrógeno tiene un rol muy activo en las actividades fisiológicas de las plantas por estar vinculado directamente con el proceso de división celular. Es decir que a mayor disponibilidad de nitrógeno en el suelo mayor nitrógeno es asimilado por el cultivo, lo cual se evidencia en el mayor desarrollo del cultivo y mayor peso comercial de la cebolla.

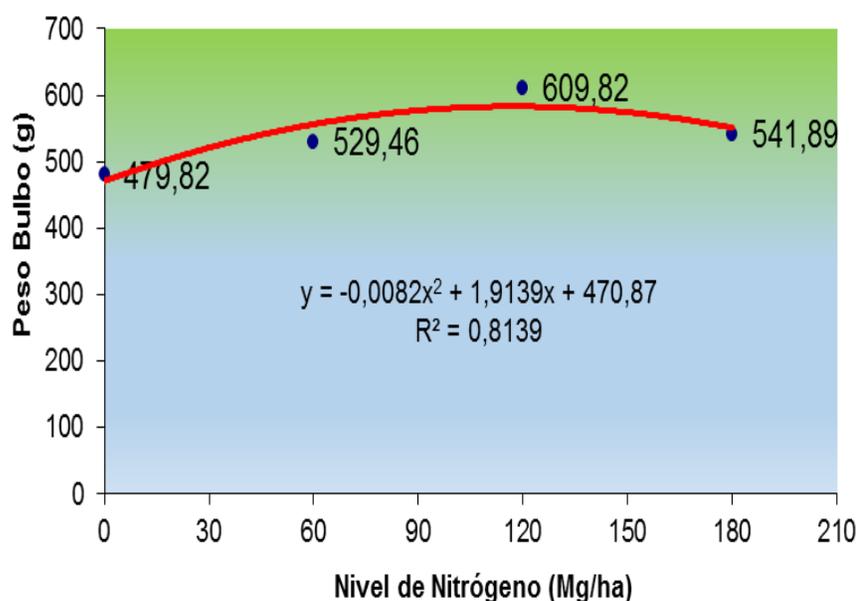


Figura 9. Efecto cuadrático de niveles de nitrógeno en peso de bulbo

El mayor tamaño de bulbo es para 120 Kg de N/ha con 609.82 gr, el cual se diferencié estadísticamente en los niveles 60 y 180 Kg de N/ha con valores de 529.46 y 541.89 gr, los mismos son asimilados por las variedades de cebolla de acuerdo a su capacidad genética. En el testigo es de menor promedio con 479.82 gr, donde se observa que a menores niveles de nitrógeno la planta alcanza un desarrollo menor del bulbo, por ende el peso del bulbo es menor a un incremento relativo de niveles de fertilización, también tiende a aumentar el desarrollo y el peso del mismo.

Se puede suponer al tipo de suelo arcilloso que permitió desarrollarse libremente al bulbo, fotoperiodo, accesibilidad de nutrientes de los niveles de nitrógeno, (macro y micro nutrientes), asimismo a la frecuencia de lluvia durante el desarrollo del cultivo, a las condiciones de humedad de suelo y asimismo manejo adecuado del cultivo.

Quelali (2001), obtuvo con el nivel de fertilización (136-156-117) un promedio de 206.42 g y con el nivel testigo 112.75 g. Por otro lado Laime (1996), sostiene que con el nivel de fertilización 150-150-150 se llega a obtener el peso de bulbo de 156

Guzmán (2000), respecto al peso del bulbo obtuvo un valor promedio de 114 g para la variedad arequipeña, al aplicar 15 tn de estiércol de ovino/ha.

La tendencia cuadrática del peso de bulbo en función a las dosis de nitrógeno se observa en la siguiente figura 9, donde a mayor dosis de nitrógeno el peso de cada bulbo aumenta a razón de 1.9 g, esto ocurre hasta la dosis de 120 Kg de N/ha.

4.4.6. Rendimiento de biomasa total

El análisis estadístico realizado para el rendimiento de materia verde correspondiente nos proporcionó resultados que se muestran en el cuadro 16, reflejando el coeficiente de variación y la media correspondiente.

Cuadro 16. Análisis de varianza en rendimiento de biomasa total

FV	GL	SC	CM	F	P>F	Sig.
BLOQUE	3	0,951	0,317	0,12	0,941	ns
VARIEDAD (A)	1	0,132	0,1326	0,05	0,8356	ns
Error a	3	7,781	2,593			
NIVEL NITROGENO (C)	3	36,295	12,098	6,86	0,0028	**
VARIED*NIVEL (AxC)	3	4,5295	1,509	0,86	0,4815	ns
Error	18	31,736	1,763			
Total	31	81,427				

CV = 11.89%

Media = 11.16 lb/m²

El análisis de Varianza del cuadro 16, muestra claramente que no existen diferencias significativas entre bloques, las variedades y las interacciones con respecto a los niveles de nitrógeno mostraron estadísticamente diferencia altamente significativa, lo que demuestra que el comportamiento es distinto de cada nivel, con respecto al carácter rendimiento de biomasa total del cultivo.

La media general es de 11.16 lb/m², que representa 111,16 tn/ha, valores superiores a los reportados en otros estudios, Quelali (2001), obtuvo un rendimiento

medio de 45.383 tn/ha y Cori (2004), 41.58 tn/ha, el rendimiento de bulbo de cebolla es variable de acuerdo a la ecoregión y el sistema agrícola de producción, Mahaney (2004), en el sistema de SukaKollus obtuvo un rendimiento de 9.52 y 6.5 tn/ha para las variedades arequipeña y rosada, por otro lado en condiciones del valle alto de Cochabamba los rendimientos que reporta Calderón (1989), fueron de 72 tn/ha.

4.4.6.1 Rendimientos de biomasa total en cuatro niveles de Nitrógeno

Los resultados del análisis de medias para los cuatro niveles de nitrógeno según la prueba de Duncan realizado para el rendimiento de materia verde se ilustran en el cuadro 17.

Cuadro 17: Prueba Duncan para el rendimiento de biomasa total

Niveles de Nitrógeno (Kg/ha)	Promedios de rendimiento de materia verde (tn/ha)	Duncan (P= 0.05)
120	127,20	A
180	111.30	B
60	111,00	B
0	97,10	C

El nivel que logra la mayor respuesta 120 Kg de N/ha de nitrógeno 127,20 tn/ha el cual se diferenció estadísticamente de los demás niveles según la prueba Duncan del cuadro 17. En tanto el menor promedio se obtuvo con el nivel testigo (97,00 tn/ha), debido al efecto de los nutrientes que los componen, es así que el nitrógeno adicional colaboró en la formación foliar, lo cual permitió una mayor generación de fotosíntesis que favorecieron el mayor rendimiento, este elemento colaboro además en la absorción del fósforo.

En conclusión podemos afirmar indicando que los rendimientos fueron obtenidos con la aplicación del nitrógeno 60,180 kg/ha con un valor 111,0, 111,30 tn/ha, cuando se aumenta los niveles de nitrógeno los rendimientos se mantienen paralelamente y el costo de producción será mayor.

Por otra parte Quelali (2001), en su estudio de fertilización química al trabajar con variedades Arequipeña, Criolla rosada, reporta los mayores promedios, con valores

53.27 y 49.46 tn/ha, en tanto el menor promedio se tiene para Red Creole (variedad blanca) con 33.41 tn/ha respectivamente. Estos resultados son menores a los obtenidos por nuestro experimento. Las diferencias pueden deberse a la época de trasplante fertilidad actual del suelo, aplicación uniforme de agua.

Al respecto Laime (1996), sostiene con el nivel de 150- 150- 150 se obtiene el mayor rendimiento de 62 tn/ha seguido por el nivel 100-100-00 con 60.41 tn/ha, al respecto asumen que los rendimientos obtenidos son los producto de los efectos de las interacciones altas de N-P-K.

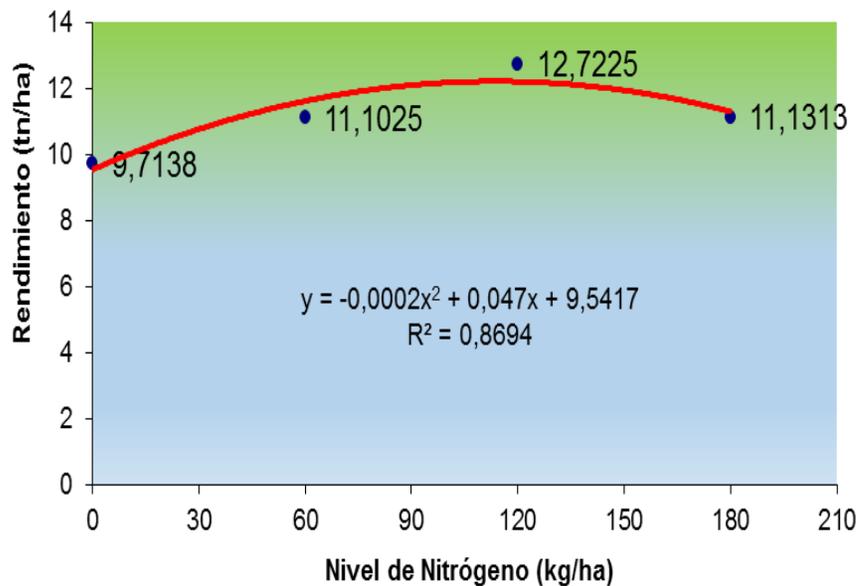


Figura 10. Efecto cuadrático de niveles de nitrógeno en rendimiento de bulbo

En la figura 10, se observa que existe un incremento proporcional de rendimiento en materia verde al aumentar los niveles 0 y 60 Kg de N/ha, 97.10 tn/ha, 111.00 tn/ha. Pero sin embargo, al aumentar hasta 127.20 tn/ha con el nivel 120 Kg de N/ha, existe un aumento en el rendimiento mientras con nivel 180 Kg de N/ha con un promedio de 111.30 tn/ha, por lo tanto el aumento de niveles de Nitrógeno los rendimientos se estabilizará paralelamente el costo de producción será mayor.

El análisis de regresión en la (figura 10), permite determinar mejor el comportamiento del rendimiento de materia verde, cuya variación es explicada en un 86.94% por la relación cuadrática con los niveles de nitrógeno, los incrementos de nitrógeno, permiten también incrementar los rendimientos de bulbo a razón de 47 Kg/ha por cada Kg de nitrógeno adicional, esto ocurre hasta el nivel 120 Kg de N/ha, a partir de este nivel el rendimiento de bulbo no aumenta, al contrario se observa una tendencia a disminuir el rendimientos.

4.4.7. Materia seca

El análisis de varianza de materia seca de la planta, mostró un coeficiente de variación de 13.83% que indica que los datos son confiables, que está dentro de los rangos de la investigación agrícola, al respecto Calzada (1989), afirma un rango de 9 a 30 % de CV como aceptable para trabajos en campo, como se observa en el cuadro 18.

Cuadro 18. Análisis de varianza para el peso de materia seca

FV	GL	SC	CM	F	P>F	Sig.
BLOQUE	3	6,837	2.279	2.97	0.197	ns
VARIEDAD (A)	1	30.717	30.717	40.04	0.008	**
BLOQUE*VARIEDAD	3	2.301	0.767			
NIVEL NITROGENO (C)	3	10.303	3.434	1.89	0.167	ns
VARIED* NIVEL (Ax C)	3	1.138	0.379	0.21	0.888	ns
Error	18	32.675	1.815			
Total	31	83.974				

CV = 13.83 %

Media = 9.73

El análisis de varianza del cuadro 18 muestra claramente que no existe diferencias significativas entre los bloques, lo cual expresa que el trabajo se desarrollo en forma uniforme, al igual de lo acontece en la interacción entre el factor A variedad y el factor C niveles de nitrógeno, al mismo tiempo muestra estadísticamente una diferencia altamente significativamente al 1 % de probabilidad entre las variedades,

lo que demuestra que el comportamiento es distinto de las variedades , con respecto al carácter rendimiento de materia seca de cebolla.

4.4.7.1. Rendimiento total de materia seca para las variedades de cebolla:

De acuerdo al cuadro 19 de análisis de varianza para la variable de estudio variedades de cebolla presento significancia estadística, por lo cual se realizó la comparación de promedios del rendimiento de materia de seca de las dos variedades de cebolla (análisis de los componentes principales), por el método de Duncan a un nivel de significancia del 5%.

Cuadro 19. Comparación: rendimiento de materia seca en variedades de cebolla.

Variedades	Promedio de materia seca (tn/ha)	DUNCAN (5 %)
Mercedes	10.71	A
Primavera	8.75	B

Del cuadro 19, se deduce que la variedad de cebolla mercedes mostro mayor rendimiento de materia seca 10.71 tn/ha, valor que es superior estadísticamente a la variedad primavera con 8.75 tn/ha. La variedad mercedes muestra rendimiento superior debido a la característica varietal, de bulbos con mayor diámetro y de forma esférica y achatada globosa, las hojas anchas las raíces zona más desarrolladas.

El alto rendimiento de materia seca de la variedad *Mercedes* frente a la *Primavera* se debe a los factores genéticos propias de cada variedad, la aplicación de nitrógeno, manejo del cultivo que tiene un mayor porte expresado, en mayor longitud de hojas, mayor número de hojas y diámetro de bulbo superior.

4.5. Análisis Costos Parciales

Debido a que no se han determinado diferencias estadísticas entre las variedades de cebolla y a la similitud en cuanto a los costos entre las mismas, para evitar la

redundancia, el análisis económico solo se ha basado en el estudio de los niveles de nitrógeno.

En el cuadro 20 se presenta el análisis económico realizado para los niveles de nitrógeno del experimento.

Cuadro 20. Análisis económico (Beneficio Bruto, Neto y B/C)

Nitrógeno (kg/ha)	Rdto (lb/m ²)	Rdto (tn/ha)	Rdto Ajustado (tn/ha)	Beneficio Bruto (Bs.)	Beneficio Neto (Bs.)	B/C
Testigo	9.714	97,138	87,4	157363.6	119017.6	3.10
60 kg N/ha	11.103	111,025	99,9	179860.5	140800.0	3.60
120 kg N/ha	12.723	127,225	114,5	206104.5	166261.1	4.17
180 kg N/ha	11.131	111,313	100,2	180327.1	139701.1	3.44

De acuerdo a la relación B/C, el testigo (sin fertilización) tiene una relación B/C de 3.1, lo que lo hace una alternativa rentable (siempre y cuando se emplee el riego). Una mejor relación B/C se determina con la aplicación de 60 y 120 Kg N/ha, la dosis de 180 reduce su tasa de B/C, el análisis de dominancia da mayor información sobre este nivel.

Cuadro 21. Análisis de costos que varían, retorno marginal y dominancia

Nitrógeno (kg N/ha)	Costos que varían (Bs.)	BN (Bs.)	TRM (%)	Dominancia
0	0	119017.6	304.872	ND
60	714.48	140800.0	325.224	ND
120	1497.36	166261.1		ND
180	2280	139701.1		D

El análisis de dominancia se realizó de acuerdo al criterio propuesto por Perrin et al. (1988), un tratamiento es dominado (D), cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de los costos que varían más bajos. Se ordenaron los valores total de costos de menor a mayor como se observa en Cuadro 21.

Los análisis del Cuadro 21 determinan que los niveles 0 - 60 - 120 Kg N/ha son No dominados (ND) mientras el nivel 180 Kg N/ha fue dominado (D), por lo que se descartó su análisis.

Perrin et al. (1988), indican que una manera más sencilla de expresar esta relación es calcular la tasa de retorno marginal (TRM), que es de beneficio neto marginal (el aumento en beneficios netos) dividido por el costo marginal (aumento en los costos que varían), expresado en porcentaje.

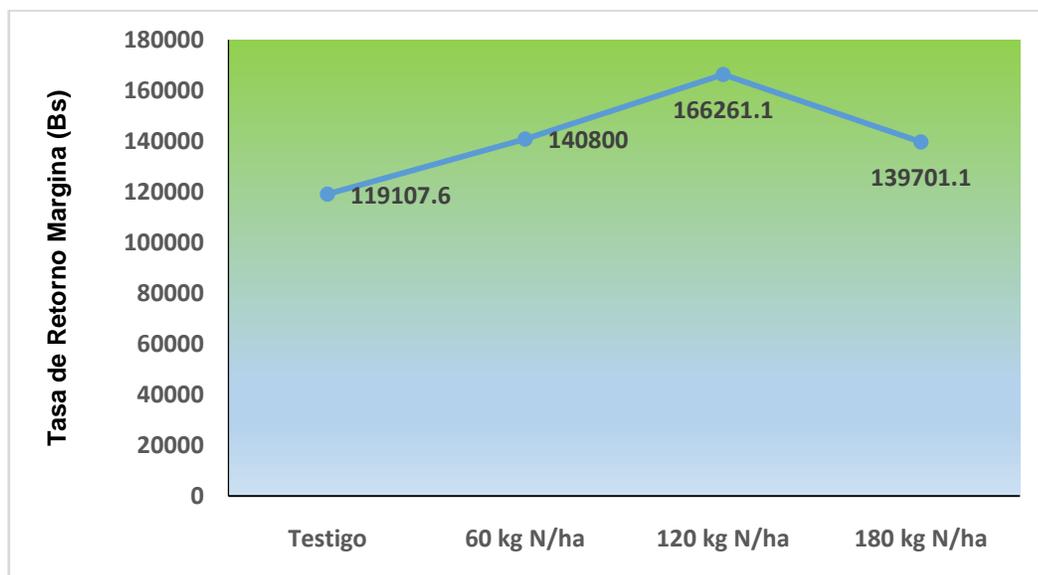


Figura 11. Curva de beneficios netos

En la figura 11, se observa la curva de beneficios netos puede mostrar de manera más clara el incremento en los beneficios netos al cambiar de un nivel de nitrógeno a otro, el testigo pese a ser el de menor beneficio neto, sin embargo tiene la ventaja de no emplear insumos nitrogenados, las alternativas respecto a este tratamiento son las dosis de 60 y 120 Kg de N/ha, el nivel de 180 Kg de N/ha no está conectado con los otros tratamientos, por lo tanto deja de ser una alternativa.

5. CONCLUSIONES

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

- Las variedades de cebolla no presentaron diferencias significativas en las variables de altura de planta, numero de hojas, diámetro de bulbo, peso de bulbo y rendimiento de materia verde, mientras las diferencias fueron significativas para la materia seca.
- En las variedades el mayor desarrollo en la altura de planta alcanzo un valor de 55,57 cm con la dosis de 120 Kg de N/ha fue de mayor altura de planta con respecto a los demás niveles, el menor nivel de nitrógeno aplicado de 60 Kg de N/ha con un valor de 51.83 cm y 180 Kg de N/ha tuvo una altura de planta menor 52.27 cm.
- No se encontró significación estadística para el efecto del nivel de nitrógeno en el número de hojas por planta, sin embargo se ha observado que poseen un comportamiento similares donde se aprecia donde la variedad Primavera alcanzo un promedio mayor hoja/planta con 7,29 unidades, y la variedad Mercedes obtuvo un promedio menor de numero hojas/planta con 6.80 unidades.
- El diámetro de bulbo fue afectado por las dosis de nitrógeno, el efecto cuadrático determinó que la dosis con mayor efecto es la de 120 Kg de N/ha, con un valor de 10.13 cm en tanto la dosis de 60 y 180 Kg de N/ha, obtuvo un promedio menor de 9.48 y 9.39 cm.
- El peso de bulbo fue afectado por la dosis de nitrógeno, se ha observado un efecto cuadrático, donde la dosis de 120 Kg de N/ha alcanzo el mayor promedio de 609.82 g, en tanto el peso con dosis de 60 kg de N/ha con un valor de 529,46 gr y 541.89 g tiende a disminuir con dosis mayores como 180 Kg de N/ha.

- El rendimiento de biomasa total se vio afectado por las dosis de nitrógeno, el efecto cuadrático muestra que la dosis de 120 Kg de N/ha es la que logra los mayores rendimientos con 127.20 tn/ha, con incrementos de dosis con los nivel de 60 y 180 Kg de N/ha con valores 111.00 y 111.30 tn/ha, que no incrementaron los rendimientos.
- Se deduce que la variedad Mercedes mostró mayor rendimiento de materia seca con 10.71 tn/ha, valor que es superior estadísticamente a la variedad Primavera con 8.75 tn/ha.
- El análisis de dominancia y el análisis de retornos marginales, descartan a la dosis de 180 Kg de N/ha como una alternativa para la producción de cebolla debido a su mayor costo marginal y menor beneficio neto que determinaron que sea un nivel dominado.

5. RECOMENDACIONES

Sobre la base de los resultados y las conclusiones obtenidas en el presente trabajo experimental, se llega a dar las siguientes recomendaciones:

- Efectuar ensayos de investigación sobre los resultados obtenidos en las comunidades aledañas con las mismas variedades, para el incremento de la producción de cebolla y hacer conocer los resultados del presente trabajo a las comunidades aledañas y para la productiva similar.
- Se recomienda cultivar las variedades Mercedes y Primavera a un nivel de 120 kg N/ha. Debido a que presenta la tasa de retorno marginal y relación B/C más alta.
- Como se observa el normal crecimiento del cultivo de cebolla en plena época de invierno (Octubre y Febrero), se recomienda seguir investigando por su alta rentabilidad económica, pero siempre que exista la disponibilidad de agua en la zona de cultivo.
- Se recomienda realizar trabajos de investigación sobre la aplicación de fertilizantes nitrogenada, que dan buenos resultados en la producción de cultivo de cebollas híbrida.
- Realizar el estudio sobre el comportamiento agronómico del cultivo de cebolla para la misma época, con diferentes métodos de riego.
- Se recomienda cultivar cebollas bajo el sistema de riego por goteo para la época en que se llevó el experimento, debido a que el producto sale al mercado, donde los precios son muy buenos en el mercado para de esta manera justificar la inversión alta de riego por goteo.

7. LITERATURA CITADA

ACOSTA, R.A. VIGIOLA, C.J. 1989. Manual de producción de semilla de cebolla. Santiago de Chile. p 60.

ALTKEN.O. 1987. Cámara agropecuaria de Potosí. Bolivia 68 p.

BROUWER. C Y HEIBLOEM. M. 1987. Necesidades de agua de los cultivos, manual de carpas N° 3 de manejo de agua de riego. FAO Roma, Italia 70 p.

CALZADA, B. 1985. Métodos estadísticos para la investigación. 5ta ed. S.A. Lima, Perú. Milagros. 421-432.

CORI, M.W.R. 2004. Abonamiento orgánico en variedades de Cebolla (*Allium cepa* L.) bajo riego por goteo en la Localidad de Escoma Provincia Camacho La Paz. Tesis de grado. UMSA. Facultad de Agronomía. La Paz Bolivia. 112 p.

CASSERES, E. 1984. Producción de hortalizas. Instituto interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José Costa Rica, pp387.

CORTES, B.J. 1994. Estudio de la biología de *Lycoriasp.* (Díptera) y estimación de daños al cultivo de cebolla en la Provincia Aroma – La Paz. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía La Paz- Bolivia 101 p.

CIMMYT. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.

CHIPANA R. 1996. Principios de Riegos y Drenajes IRTEC. La Paz, Bolivia 202 Pág.

CHILON C.E. 1997. Manual de fertilidad de suelo y nutrición de plantas 2da Edición, CIDAT. La Paz – Bolivia 186 p.

DELGADO, F Y TOLEDO, H. 1982 Datos básicos de cultivo hortícola. Publicaciones UNALM, Lima Perú 96p.

DENISSEN, L 1988, Cultivo de hortaliza planta y flores de orientación, México 95 p.

FAO. 1986. las necesidades de agua de los cultivos. Organización de naciones unidas para la agricultura y la alimentación 2º Edición Roma Italia 101p.

FAO (Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, BOL)/IFDC (Centro Internacional de Producción de Fertilizantes, IT)/ IPI (Instituto Internacional de los Fertilizantes Potásicos, IT)/ IFA (Asociación Internacional de la industria de los fertilizantes, IT). 2002. Utilización de Fertilizantes por cultivo. 4 ed. Rev. Roma. P 1.

GROS F. 1986. Elementos de la Horticultura General. Mundi – Prensa Madrid España 335 Pág.

GENTA A. BERNAL R. Y GUTIERREZA. 1991 Producción de cebolla en el litoral norte de Uruguay. INEA Boletín Uruguay. 34p.

III. Instituto internacional de Irrigación. 1983. Exportación no tradicional no flores cortadas, cebolla, ajo, frutas carozos, madera para muebles. Editorial Santa Cruz Bolivia 110.

MAHANEY, R.E. 2004. Comportamiento agronómico en tres variedades de cebolla en sistema de suka Kollo en el altiplano norte. Tesis de grado. UMSA. Facultad de Agronomía. La Paz Bolivia. 166 p.

MEDINA, S 1988 Riego por goteo, teoría y práctica, Mundi prensa. Madrid España 15 – 18- 169 pp.

MONTES DE OCA, I. 1997. Geografía y Recursos Naturales de Bolivia. Editorial Printed, tercera edición. La Paz, Bolivia.

MORALES, J.P. 2001. Análisis comparativo de los costos de riego por goteo en el cultivo de cebolla, usando energía eléctrica y energía solar. Tesis de Grado, UMSA, facultad de agronomía. La Paz, Bolivia. 90 p.

MILLAR, AH 1989. Manejo racional de irrigación, uso de información básica sobre diferentes cultivos. 2da edición provincia Brasilia 57 p.

OROSCO LUNA F. 1997 suelo y fertilización. Ed. Trillas, sexta impresión en México, 59-60 p.

PARDAVE, C. 2004. Cultivo y Comercialización del cultivo de papa. Perú. Palomino 133p.

PERRIN, R. et al 1988. Las formulaciones de recomendaciones a partir de datos Agronómicos. Manual metodológico de Evaluación Económica CIMMYT. México. 79 p.

LIRA, R.H. 1986. Desarrollo de la investigación sobre Evapotranspiración México 420 pp.

LLERENA, A.G. 1980 Enciclopedia de la huerta. Editorial mundi técnico SRL Buenos Aires Argentina 157 p.

RODRIGUES. S. F. 1996, Fisiología Vegetal, loa amigos de libros Cochabamba Bolivia 445 p.

SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología). 2006-2007. Información Agroclimática de la localidad, Estación experimental de Belén. La Paz –Bolivia

SOBRINO, I.E. 1992, Tratado de horticultura herbácea, hortaliza de legumbre, tallo, bulbo y tuberosas, Ed. Aedos S.A. Barcelona España, pp. 224 – 252.

SUPO, F.R. 1986. Fertilizantes Nutrición vegetal editorial, México, primera edición. pp 157.

SANCHEZ, B.H. 2001. Fertilización química-orgánica, bajo tres densidades de siembra en el cultivo de cebolla en la localidad de Mallasa Provincia Murillo. Tesis de Grado UMSA. Facultad de agronomía. La Paz, Bolivia 90 P.

TISDALE, L. 1985.Fertilidad de suelo y fertilizantes. Editorial México, 683-693 pp.

QUELALI, M. L. 2001 Efecto de fertilización química en tres variedades de cebolla en la región de Carabuco Provincia Camacho. Tesis de grado UMSA. Facultad de Agronomía. La Paz Bolivia 90p.

TORREZ, S. W. 1998. Comportamiento agronómico de seis variedades de cebolla, en la Provincia Aroma, departamento de La Paz. Tesis Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. 86 p.

VINICIUS, F.M. 1999 Fertilización, citrus, flores, hortalizas. Librería. Ed. Agropecuaria Guaira- Brasil 160 pp.

VALADEZ, A. 1990. Producción de hortalizas. México 1ra. Ed. Editorial LIMUSA. Noriega 288 p.

VIGLIOLA, M 1986. Manual de horticultura. Ed. Hemisferio Sud. Buenos Aires, Argentina. 106 -118 p.

VILLARROEL, J. 1988. Horticultura en los Valles de Cochabamba. AGRUCO, serie Técnica No 11. Cochabamba, Bolivia. 45 p.

VILLCA, M.S. 2002. Determinación del coeficiente de cultivo (Kc) de cinco cultivos de importancia agrícola a nivel agricultor en el altiplano norte de La Paz. Tesis de grado del Ingeniero Agrónomo de la Facultad de Agronomía UMSA, La Paz Bolivia, p 54.

VERA, OAL 2004 comportamiento Agronómico de cuatro variedades de cebolla (*Allium cepa*) en dos distanciamientos de plantación bajo riego por goteo, en la provincia Omasuyos departamento de La Paz. Tesis de grado del Ingeniero Agrónomo de la Facultad de Agronomía UMSA, La Paz Bolivia p 61-63.

YAMADA, I 200 Informe técnico General, método de desarrollo de riego por goteo en Bolivia, Dirección General de Suelos y riegos Ministerio de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural 98 pp.

ZABALA, L. Y OJEDA, L.1988, Fitotecnia Especial. Tomo II. Ed. Pueblo y educación. La Habana. 58 p.

ANEXOS

ANEXO 1.

ANALISIS DE SUELO

MINISTERIO DE PLANIFICACION DEL DESARROLLO

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

ANALISIS FISICO-QUIMICO DE SUELOS

INTERESADO : **ORLANDO COA CHURA**
PROCEDENCIA : **Dpto. LA PAZ, Pvcia. OMASUYOS,**
Comunidad AYATA AJLLATA

Nº SOLICITUD: **126 / 2006**
FECHA DE RECEPCION : **10 / agosto / 2006**
FECHA DE ENTREGA : **22 / agosto / 2006**

Nº Lab.	CODIGO	ARENA %	ARCILLA %	LIMO %	CLASE TEXTURA	GRAVA %	CARBO NATOS LIBRES	pH en agua 1:5	pH en KCl 1N 1:5	C.E. mS/cm 1:5	CATIONES DE CAMBIO (meq / 100 gr suelo)						SAT. BAS. %	M. O. %	N TOTAL %	P Asim. ppm	
											Al + H	Ca	Mg	Na	K	TBI					CIC
481 /2006	Suelo de Ayata Ajllata - 30 a 35 cm. de prof.	42	33	25	FY	5,14	P	7,13	7,29	0,090	0,05	13,05	2,77	0,26	1,74	17,82	17,87	99,7	3,21	0,08	41,80

OBSERVACIONES,-

- ** Cationes de Cambio extraidos con acetato de amonio 1N.
- P Asim. : Fósforo asimilable.
- C.E. Conductividad eléctrica en miliSiemens por centímetro.
- C.I.C. Capacidad de Intercambio Catiónico.
- T.B.I. Total de Bases de Intercambio.
- M.O. Materia Orgánica.

CARBONATOS LIBRES

- A Ausente
- P Presente
- PP Presente en gran cantidad

CLASE TEXTURAL

- F : Franco
- L : Limoso
- A : Arenoso
- Y : Arcilloso
- YA : Arcilloso Arenoso
- FYA : Franco Arcilloso Arenoso
- FA : Franco Arenoso
- AF : Arenoso Franco
- FY : Franco Arcilloso
- YL : Arcilloso Limoso
- FYL : Franco Arcilloso Limoso
- FL : Franco Limoso



[Signature]
RESPONSABLE DE LABORATORIO

ANEXO 2.

PROCEDIMIENTO PARA EL CÁLCULO DE NUTRIENTES EN EL SUELO, A PARTIR DE LOS DATOS DEL ANÁLISIS DE SUELO, GESTIÓN 2006

Cálculo de peso de la capa arable (PCA) de la parcela experimental

PCA = Área x Profundidad x Densidad Aparente

PCA = (10000 m²/ha) x 0,30 m x 1300 kg/m³

PCA = 3900000 kg de suelo/ha

I. Cálculo de Nitrógeno total

100 kg de suelo ----- 0,08 kg de nitrógeno total

3900000 kg de suelo ----- X

X = 3120 kg de nitrógeno total/ha

II. Cálculo de Fósforo asimilable

Relación 41,80 ppm = 41,80 kg de fósforo/1000000 kg de suelo

1000000 kg de suelo ----- 41,80 kg de fósforo asimilable

3900000 kg de suelo ----- X

X = 163,02 kg de fósforo asimilable/ha

III. Cálculo de Potasio

1,74 meq K x 1 Eq K x 39 g K = 0,00678 g K/100 g de suelo = 0,00678 Kg K/100Kg S

100 g suelo 100 meq K 1 Eq K

100 Kg de suelo ----- 0,00678 Kg de potasio

3900000 Kg de suelo ----- X

X = 264,4 kg potasio cambiabile/ha

Transformar los resultados de los incisos I, II y III en valores de N, P, K disponible ó asimilable

Para nitrógeno: Considerando el coeficiente de mineralización de 1% para el Altiplano

3120 kg de nitrógeno total/ha x 0,01 = 31,2 kg N – NO₃ / ha/año

Considerando el ciclo del cultivo de cebolla es de 4 meses, tenemos:

(31,2 kg nitrógeno mineral/ha/año) / 3 = 10,4 kg nitrógeno mineral asimilable/ha/4 meses

Para Fósforo: Ya está en términos de fósforo disponible

Para Potasio: Se lo considera que el 50 % de potasio es disponible para la mayoría de los cultivos 264,62 kg potasio cambiabile/ha x 0,5 = 132,32 kg de potasio disponible/ha

Transformar los valores de N, P, K disponible, a la forma de óxido:

Nitrógeno: 10,4 kg N mineral disponible/ha/4 meses.

Fósforo: 163,02 kg fósforo disponible x 2,29 = 373,31 kg P₂O₅/ha

Potasio: 132,32 kg potasio disponible x 1,2 = 158,8 kg K₂O/ha

Por lo tanto, el nivel de nutrientes en el suelo es:

10,4 – 373,31 – 158,8

N - P₂O₅ - K₂O

ANEXO 3.

PROCEDIMIENTO PARA EL CÁLCULO DE NITROGENO QUE SE APLICARA EN EL CULTIVO DE CEBOLLA EN LA GESTION 2006.

CALCULOS DE LOS NIVELES DE NITROGENO

Para 60 Kg/ha. Urea

(60 -4,16) kg de N/ha = 55,84 kg de Nitrógeno/ha

46 kg de Nitrógeno	-----	100 kg de UREA total
55,84 kg de Nitrógeno	-----	X

$$X = 121,39 \text{ Kg de UREA /ha}$$

10000 m ²	-----	121,39 kg de UREA
312 m ²	-----	X

$$X = 3,78 \text{ kg de UREA}$$

312 m ²	-----	3,78 kg de UREA
--------------------	-------	-----------------

7,8 m ²	-----	X
--------------------	-------	---

$$X = 0,0946 \text{ kg de UREA/ U.E.}$$

3,78 kg de UREA x 4 bloques =1,52 kg de Urea/ 4 bloques

Para 120 kg/ha de Urea

(120 - 4,16) Kg de Nitrógeno/ha = 115,57 kg de Nitrógeno /ha

46 kg de Nitrógeno	-----	100 kg de UREA total
115,57 kg de Nitrógeno	-----	X

$$X = 251,2 \text{ Kg de UREA /ha}$$

10000 m ²	-----	251,2 kg de UREA
312 m ²	-----	X

$$X = 7,83 \text{ kg de UREA/312 m}^2$$

312 m ²	-----	7,83 kg de UREA
--------------------	-------	-----------------

124,8 m ² en 4 bloques	-----	X
-----------------------------------	-------	---

$$X = 3,132 \text{ kg de UREA/ 4 bloques}$$

Para 180 kg/ha de Urea.

(180 – 4,16) Kg de Nitrógeno/ha = 175,84 kg de Nitrógeno /ha

46 kg de Nitrógeno ----- 100 kg de UREA total
175,84 kg de Nitrógeno ----- X

$$X = 382,2 \text{ Kg de UREA /ha}$$

10000 m² ----- 382,2 kg de UREA
312 m² ----- X

$$X = 11,92 \text{ kg de UREA/312 m}^2$$

312 m² ----- 11,92 kg de UREA
124,8 m² en 4 bloques ----- X

$$X = 4,76 \text{ kg de UREA/ 4 bloques}$$

ANEXO 4.

**COSTO DE INSTALACION DEL RIEGO POR GOTEO EN UN SUPERFICIE DE
338 m²**

ITEM	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U. (\$US)	Costo Total (\$us)
1	Llave paso 1/2 vuelta 2"	Pza..	2	6,89	13,78
2	Niple 2"	Pza.	2	0,3	0,6
3	Tapones	Pza.	2	0,63	1,26
4	Acople 2"	Pza.	2	0,73	1,46
5	Te 2"	Pza.	1	1,17	1,17
6	Tubería PVC SDR 2"	Metro	25	0,71	17,75
8	Codos 2"	Pza.	5	1	5
9	Unión Universal 2"	Pza.	2	1,8	3,6
10	Conector Barbado 16 mm c/goma	Pza.	16	0,47	7,52
11	Conector rápido /cinta 16x17mm	Pza.	16	0,41	6,56
12	Acople para cinta rxr 17x17mm	Pza.	16	0,51	8,16
13	cinta goteo	Metro	420	0,15	63
14	filtro de malla 1"	Pza.	1	21	21
15	Pegamento	Litro	1	15	15
16	limpiador	Litro	1	6,34	6,34
18	Teflón 3/4"	Pza.	10	0,2	2
19	Accesorios menores	Global	1	12	12
20	Bomba centrifuga 1.5 HP	Pza.	1	200	200
22	Tubería PVC E-40 2"	Metros	8	1,43	11,44
23	Cable N° 12	Metros	30	0,29	8,7
24	Chupador	Pza.	2	5,5	11
			Total (\$us)		417,34
			Total	1\$= 8,2 Bs	Bs. 3422,188

ANEXO 5.
COSTOS DE PRODUCCIÓN PARA 338 M² DE CEBOLLA EN (BS).

ITEM	Actividades	Unidad	Cantidad	Costo Unit.	Costo. Total Bs
	Materiales				
1	Picota	Piezas	4	2	8
2	Chontilla	Piezas	4	2	8
3	Rastrillo	Piezas	3	2	6
4	Palas	Piezas	2	2	4
	SUB TOTAL				26
	Costo de Operación				
5	Remoción del terreno Yunta	Jornal	1	80	80
6	Nivelado de terreno	Jornal	1	70	70
8	Preparación de terreno	Jornal	3	30	90
9	Instalación de sist. de riego	Jornal	3	50	150
10	Apertura de surcos	Jornal	5	30	150
11	Trasplante	Jornal	4	30	120
12	Preparación de Almacigo	Jornal	2	30	60
13	Perforación de poso	Jornal	3	30	90
	SUB TOTAL				810
	Insumo Agrícola				
14	Semilla de cebolla	bolsas	2	95	190
15	Insecticida Karate	Litros		75	0
16	Aplicación de Producto	Jornal	1	30	30
17	Transporte	global	1	10	10
18	Urea	kg	10	4	40
	Sub Total				270
	labores culturales				
19	Riego	Jornal	7	30	210
20	Escarda	Jornal	3	20	60
21	Deshierbe	Jornal	6	20	120
22	Aporque	Jornal	3	20	60
	Sub Total				450
	Cosecha				
23	Cosecha de cebolla en verde	Jornal	5	30	150
24	Selección	Jornal	2	30	60
25	Empaque de carga	Jornal	1	30	30
26	Transporte a La Paz	Viaje	4	120	480
	Sub Total				720
	SUB TOTAL				1826
27	Imprevisto (5%)				91,3
	TOTAL (Bs)				1917,3

ANEXO 6.

MEMORIA FOTOGRAFICA

EL CULTIVO DE LA CEBOLLA DESARROLLO HASTA LA COSECHA.



Variedad primavera



Variedad Mercedes



Variedad Mercedes

Variedad Primavera



Cosecha de cebollas

RENDIMIENTO DE CEBOLLA



Por Unidad Experimental



Variedad mercedes



Cosecha de cebolla Variedades Mercedes la mejor y Primavera