

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

**Escuela Profesional de Agronomía**

**“DETERMINACIÓN DEL NIVEL ÓPTIMO DE NITRÓGENO Y  
LA INFLUENCIA DEL FITOREGULADOR QUICK EN EL  
RENDIMIENTO DE LA CEBOLLA (*Allium cepa* L.) Var.  
SIVAN F1 - H202 EN LA LOCALIDAD DE CALANA”**

**TESIS**

**Presentada por:**

**Bach. FRANCISCO EFRAÍN CONDORI CCAMA**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TACNA - PERÚ**

**2014**

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

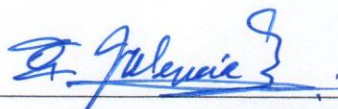
**Escuela Profesional de Agronomía**

**TESIS**

**DETERMINACIÓN DEL NIVEL ÓPTIMO DE NITRÓGENO Y  
LA INFLUENCIA DEL FITORREGULADOR QUICK EN EL  
RENDIMIENTO DE LA CEBOLLA (*Allium cepa* L.) Var.  
SIVAN F1 - H202 EN LA LOCALIDAD DE CALANA**

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 24 DE JULIO DEL 2014,  
SIENDO EL JURADO CALIFICADOR:

PRESIDENTE:



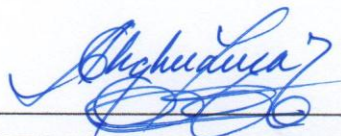
Dr. QUITERIO VALENCIA MECOLA

SECRETARIO:



Dr. OSCAR OCTAVIO FERNÁNDEZ CUTIRE

VOCAL:



Msc. ARÍSTIDES CHOQUEHUANCA TINTAYA

ASESOR:



Msc. MAGNO SANTOS ROBLES TELLO

## DEDICATORIA

*A Dios, por haberme guiado y  
permitido llegar a donde estoy.*

*A mi Familia:*

*A mi madre Rosa Ccama Cueva,  
y hermanos Jaime y Carlos, por su  
motivación y el apoyo incondicional  
para la culminación de mis estudios  
profesionales, y a mi abuelo Facundo  
que de dios gocé.*

## **AGRADECIMIENTO**

*A mis profesores*

*Que me apoyaron constantemente  
en la realización profesional,  
motivándome y animándome a seguir  
adelante y a hacer lo correcto.*

*Finalmente a mis amigos y  
compañeros con quienes compartimos  
muchas experiencias a lo largo de  
nuestros estudios profesionales.*

## **CONTENIDO**

|                                                   |            |
|---------------------------------------------------|------------|
| <b>DEDICATORIA.....</b>                           | <b>iii</b> |
| <b>AGRADECIMIENTO.....</b>                        | <b>iv</b>  |
| <b>CONTENIDO .....</b>                            | <b>v</b>   |
| <b>ÍNDICE DE CUADROS.....</b>                     | <b>xii</b> |
| <b>ÍNDICE DE GRÁFICOS.....</b>                    | <b>xv</b>  |
| <b>RESUMEN.....</b>                               | <b>xv</b>  |
| <b>ABSTRACT .....</b>                             | <b>xvi</b> |
| <b>INTRODUCCIÓN.....</b>                          | <b>1</b>   |
| <br><b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> |            |
| 1.1 Descripción del problema .....                | 3          |
| 1.2 Formulación del problema .....                | 4          |
| 1.2.1 Problema principal .....                    | 4          |
| 1.2.2 Problema secundario .....                   | 4          |

|       |                                       |   |
|-------|---------------------------------------|---|
| 1.3   | Delimitación de la investigación..... | 5 |
| 1.3.1 | Temporal .....                        | 5 |
| 1.3.2 | Espacial .....                        | 5 |
| 1.4   | Justificación.....                    | 5 |

## **CAPÍTULO II: OBJETIVOS E HIPÓTESIS**

|       |                             |   |
|-------|-----------------------------|---|
| 2.1   | Objetivos .....             | 7 |
| 2.1.1 | Objetivo general.....       | 7 |
| 2.1.2 | Objetivos específicos ..... | 7 |
| 2.2   | Hipótesis .....             | 8 |
| 2.2.1 | Hipótesis general .....     | 8 |
| 2.2.2 | Hipótesis específica .....  | 8 |
| 2.3   | Variables .....             | 8 |

## **CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL**

|     |                         |   |
|-----|-------------------------|---|
| 3.1 | Aspectos generales..... | 9 |
|-----|-------------------------|---|

|       |                                                    |    |
|-------|----------------------------------------------------|----|
| 3.2   | Características .....                              | 9  |
| 3.3   | Fases de desarrollo.....                           | 11 |
| 3.3.1 | La bulbificación de la cebolla .....               | 11 |
| 3.4   | Requerimientos agroecológicos .....                | 12 |
| 3.4.1 | Suelo .....                                        | 12 |
| 3.4.2 | Clima .....                                        | 13 |
| 3.4.3 | Fotoperíodo .....                                  | 14 |
| 3.4.4 | Riego .....                                        | 15 |
| 3.5   | Fertilización del cultivo .....                    | 15 |
| 3.5.1 | Nutrientes para las plantas .....                  | 15 |
| 3.5.2 | Fertilización con Nitrógeno.....                   | 16 |
| 3.5.3 | Eficiencia del Nitrógeno .....                     | 17 |
| 3.5.4 | Mineralización e Inmovilización del Nitrógeno..... | 18 |
| 3.5.5 | Fertilización con Fósforo .....                    | 20 |
| 3.5.6 | Fertilización con Potasio .....                    | 21 |

|       |                                                              |    |
|-------|--------------------------------------------------------------|----|
| 3.6   | La cosecha.....                                              | 21 |
| 3.6.1 | Clasificación por tamaño.....                                | 22 |
| 3.7   | La pungencia.....                                            | 22 |
| 3.8   | Principales plagas y enfermedades. ....                      | 23 |
| 3.8.1 | Trips ( <i>Thrips tabaci</i> ).....                          | 23 |
| 3.8.2 | Gusanos cortadores ( <i>Agrotis sp. y Feltia sp.</i> ).....  | 23 |
| 3.8.3 | Pudrición basal ( <i>Fusarium sp.</i> ).....                 | 24 |
| 3.8.4 | Pudrición blanca ( <i>Sclerotinia cepivorum</i> ). ....      | 24 |
| 3.8.5 | Mildiú veloso ( <i>Peronospora destructor</i> ).....         | 25 |
| 3.8.6 | Pudrición gris del cuello ( <i>Botrytis alli munn</i> )..... | 25 |
| 3.9   | Reguladores de crecimiento vegetal.....                      | 26 |
| 3.9.1 | Las auxinas.....                                             | 26 |
| 3.9.2 | Las giberelinas.....                                         | 27 |
| 3.9.3 | Citoquininas .....                                           | 27 |
| 3.9.4 | Cloruro de Mepiquat .....                                    | 28 |



|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| 3.10 Investigaciones realizadas en cebolla ..... | 29 |
|--------------------------------------------------|----|

## **CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| 4.1 Características del suelo .....              | 31 |
| 4.2 Condiciones meteorológicas .....             | 33 |
| 4.3 Tratamientos .....                           | 34 |
| 4.4 Variables respuesta.....                     | 35 |
| 4.4.1 Altura de planta (cm).....                 | 35 |
| 4.4.2 Diámetro polar del bulbo (cm).....         | 36 |
| 4.4.3 Diámetro ecuatorial del bulbo (cm) .....   | 36 |
| 4.4.4 Peso de bulbo (g) .....                    | 36 |
| 4.4.5 Rendimiento (t/ha) .....                   | 36 |
| 4.5 Diseño experimental.....                     | 37 |
| 4.6 Características del campo experimental ..... | 37 |
| 4.7 Análisis estadístico.....                    | 38 |
| 4.8 Croquis y distribución de tratamientos.....  | 38 |

|        |                                                    |    |
|--------|----------------------------------------------------|----|
| 4.9    | Conducción del experimento .....                   | 39 |
| 4.9.1  | Preparación de almacigo .....                      | 39 |
| 4.9.2  | Siembra de almacigo .....                          | 39 |
| 4.9.3  | Preparación de terreno .....                       | 39 |
| 4.9.4  | Transplante.....                                   | 40 |
| 4.9.5  | Aplicación del regulador de crecimiento Quick..... | 40 |
| 4.9.6  | Riego .....                                        | 41 |
| 4.9.7  | Fertilización.....                                 | 41 |
| 4.9.8  | Deshierbos.....                                    | 42 |
| 4.9.9  | Control fitosanitario .....                        | 43 |
| 4.9.10 | Cosecha .....                                      | 44 |

## **CAPÍTULO V: RESULTADOS Y DISCUCIONES**

|     |                                     |    |
|-----|-------------------------------------|----|
| 5.1 | Altura de planta .....              | 45 |
| 5.2 | Diámetro polar de bulbo .....       | 50 |
| 5.3 | Diámetro ecuatorial del bulbo ..... | 53 |

|                                        |                                 |           |
|----------------------------------------|---------------------------------|-----------|
| 5.4                                    | Peso unitario de bulbo (g)..... | 57        |
| 5.5                                    | Rendimiento (t/ha).....         | 60        |
| <b>CONCLUSIONES.....</b>               |                                 | <b>65</b> |
| <b>RECOMENDACIONES.....</b>            |                                 | <b>66</b> |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b> |                                 | <b>67</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>                    |                                 | <b>71</b> |

## ÍNDICE DE CUADROS

|                                                                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Cuadro 1. Clasificación según tamaño de bulbo. ....                                                                                             | 22 |
| Cuadro 2. Análisis físico y químico de suelo ubicado en calana 2012. ....                                                                       | 32 |
| Cuadro 3. Temperaturas mensuales registradas en el fundo ubicado<br>en Calana -Tacna (2012).....                                                | 33 |
| Cuadro 4. Tratamientos .....                                                                                                                    | 34 |
| Cuadro 5. Distribución de tratamientos en el campo experimental.....                                                                            | 38 |
| Cuadro 6. Análisis de varianza de altura de planta (cm) en cebolla<br>Sivan, Calana 2012. ....                                                  | 45 |
| Cuadro 7. Análisis de varianza de regresión de altura de planta (cm)<br>para niveles de nitrógeno en cebolla Sivan, Calana 2012. ....           | 46 |
| Cuadro 8. Análisis de varianza de diámetro polar de bulbo (cm) en<br>cebolla Sivan, Calana 2012. ....                                           | 50 |
| Cuadro 9. Análisis de varianza de regresión de diámetro polar de<br>bulbo (cm) para niveles de nitrógeno en cebolla Sivan,<br>Calana 2012. .... | 51 |

|                                                                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Cuadro 10. Análisis de varianza de diámetro ecuatorial de bulbo (cm)<br>de cebolla Sivan, Calana 2012. ....                                          | 53 |
| Cuadro 11. Prueba de significación de Duncan para diámetro del<br>ecuatorial de bulbo (cm) con aplicación de Quick.....                              | 54 |
| Cuadro 12. Análisis de varianza de regresión de diámetro ecuatorial<br>de bulbo (cm) para niveles de nitrógeno en cebolla Sivan,<br>Calana 2012..... | 55 |
| Cuadro 13. Análisis de varianza para peso unitario de bulbo (g) en<br>cebolla Sivan, Calana 2012.....                                                | 57 |
| Cuadro 14. Análisis de varianza de regresión de peso unitario de<br>bulbo (g) para niveles de nitrógeno en cebolla Sivan,<br>Calana 2012.....        | 58 |
| Cuadro 15. Análisis de varianza para rendimiento (t/ha) en cebolla<br>Sivan, Calana 2012. ....                                                       | 61 |
| Cuadro 16. Prueba de significación de Duncan para rendimiento en<br>(t/ha) en cebolla Sivan con aplicación de Quick .....                            | 62 |

|                                                                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Cuadro 17. Análisis de varianza de regresión para rendimiento de<br>bulbo (t/ha) para niveles de nitrógeno en cebolla Sivan,<br>Calana 2012..... | 62 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gráfico 1. Altura de planta (cm) con respecto a niveles de nitrógeno<br>en cultivo de cebolla Sivan. ....     | 47 |
| Gráfico 2. Interacción del producto Quick con niveles de nitrógeno<br>en cebolla Sivan .....                  | 49 |
| Gráfico 3. Diámetro polar de bulbo (cm) para niveles de nitrógeno<br>en cebolla Sivan. ....                   | 52 |
| Gráfico 4. Diámetro ecuatorial de bulbo (cm) con respecto a niveles<br>de nitrógeno en cebolla Sivan. ....    | 56 |
| Gráfico 5. Peso unitario de bulbo con respecto a niveles de<br>nitrógeno en cebolla Sivan. ....               | 59 |
| Gráfico 6. Función lineal de rendimiento (t/ha) con respecto a<br>niveles de nitrógeno en cebolla Sivan. .... | 63 |

## **RESUMEN**

El presente trabajo titulado: **Determinación del nivel óptimo de nitrógeno y la influencia del fitorregulador Quick en el rendimiento de cebolla (*Allium cepa* L.) Var. Sivan F1- H202 en la localidad de Calana.**

Se evaluaron 4 niveles de nitrógeno y 2 aplicaciones del fitorregulador Quick. El diseño utilizado fue de bloques completos al azar con arreglo factorial de 2 x 4, con 8 tratamientos y 4 repeticiones.

Los rendimientos logrados son satisfactorios, sin embargo no fue posible determinar el nivel adecuado de nitrógeno que influya en el rendimiento, con respecto a la influencia del fitorregulador Quick, se obtuvo un rendimiento promedio de 38,43 t/ha; con Quick, a diferencia de sin aplicación de Quick, cuyo rendimiento fue de 36,86 t/ha, evidenciándose la influencia del fitorregulador.

**Palabras clave:** Influencia, optimo, rendimiento.



## **ABSTRACT**

This work entitled: **Determining the optimum level of nitrogen and the influence of fitorregulador Quick performance of onion (*Allium cepa* L.) Var. Sivan F1- H202 in the town of Calana.**

4 levels of nitrogen and 2 Quick fitorregulador applications were evaluated. The design was a randomized complete block factorial arrangement of 2 x 4, with 8 treatments and 4 repetitions.

The yields achieved are satisfactory, however it was not possible to determine the appropriate level of nitrogen that influence performance, with respect to the influence of fitorregulador Quick, an average yield of 38,43 t / ha was obtained; with Quick, unlike without application of Quick, whose yield was 36,86 t / ha, demonstrating the influence of fitorregulador.

**Keywords:** Influence, optimal, performance.

## INTRODUCCIÓN

Tacna se caracteriza por la producción de cebolla, orégano, paprika y cucurbitáceas; de gran importancia económica, El cultivo de cebolla se ha incrementado en los últimos años debido a que se han originado variedades cada vez más tolerantes, a problemas fitosanitarios, y de buena aceptación en el mercado local, como: Sivan, Pantera Rosa, Noam; obteniéndose rendimientos mayores a 30 t/ha.

Los departamentos con mayor superficie sembrada son: Ica con 385 ha; le sigue Lima con 500 ha, La Libertad con 443 ha. Cusco con 343 ha. Arequipa sigue manteniéndose con el principal departamento productor de cebollas con 2 684 ha. La región Tacna en la campaña 2012 al 2013, registra 737 ha.

Las exportaciones de cebollas, han ido creciendo, los mercados principalmente están dados por Japón, Alemania, Estados Unidos y Colombia, Chile. (MINAG)

El problema del cultivo de cebolla es la aplicación excesiva de fertilizantes nitrogenados, fosforados y potásicos; debido al desconocimiento sobre la cantidad requerida y el momento oportuno de

aplicación, lo que afecta considerablemente la fertilidad de los suelos agrícolas.

El uso de fitorreguladores inhibe y estimula las plantas favoreciendo el desarrollo del fruto e incrementando los rendimientos, y con una adecuada fertilización se obtendrá productos de calidad comercial.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1 Descripción del problema**

La cebolla es uno de los productos más utilizados en nuestra alimentación, su presencia es indispensable para dar sabor y textura a nuestra gastronomía peruana.

Las exportaciones de cebolla peruana crecieron en un 75% durante el mes de enero del presente año 2012, los principales mercados de destino se encuentran Colombia, con un 71%, Estados Unidos, con un 16%, y España con 9% de la exportación total de cebolla. Los principales productores de cebolla en el Perú se concentran en Arequipa, Lima, Lambayeque, Ica, La Libertad, Tacna y Junín. (MINAG, 2012).

El problema frecuente en el cultivo de cebolla es la aplicación excesiva de fertilizantes y el momento oportuno de aplicación, lo que afecta considerablemente la fertilidad de los suelos agrícolas, influyendo en la disponibilidad de los nutrientes para ser absorbidos por el sistema radicular de las plantas, debido a la reacción ácida y/o alcalina de los

suelos. El uso irracional de fertilizantes constituye una amenaza para la agricultura tradicional e intensiva.

Las aplicaciones elevadas de fertilizantes provocan crecimientos indeseados, debido al incremento de hormonas vegetales, los cuales son posibles de regular mediante la aplicación de fitorreguladores, favoreciendo el desarrollo del fruto e incrementándose los rendimientos. Es necesario identificar los paquetes tecnológicos de las nuevas variedades de hortalizas que se cultivan en nuestra región, para optimizar el uso de fertilizantes y obtener altos rendimientos.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema principal**

¿Cuál es el efecto de la fertilización nitrogenada y la aplicación del fitorregulador Quick en el rendimiento de cebolla Variedad Sivan en la localidad de Calana?

### **1.2.2 Problema secundario**

¿En que manera influye la aplicación de fertilización nitrogenada y la aplicación del fitorregulador de crecimiento sobre el desarrollo y rendimiento de cebolla (*Allium cepa* L)?

### **1.3 Delimitación de la investigación**

#### **1.3.1 Temporal**

El experimento se ha efectuado en la temporada de invierno, durante los meses de abril a octubre del 2012.

#### **1.3.2 Espacial**

El presente trabajo se realizó en el fundo de propiedad de Rosa Ccama Cueva, ubicada en el anexo de Santa Rita del distrito de Calana, Tacna.

### **1.4 Justificación**

La incorporación de paquetes tecnológicos basados en el alto uso de insumos químicos ha agravado de manera catastrófica la fertilidad de los suelos y desabastecimiento de productos alimenticios en los principales mercados.

La Cebolla peruana posee gran demanda en los mercados locales y extranjeros. Siendo necesario conocer los requerimientos de fertilizantes acorde a la zona de producción, y al no existir en nuestra localidad un programa de fertilización para la cebolla Sivan F1, y además al desconocerse los efectos del regulador de crecimiento Quick sobre las

cosechas, motivo por el cual se desarrolla el presente experimento a fin de disminuir los efectos provocados por el mal uso de fertilizantes y así lograr cosechas con buen tamaño y calidad

## **CAPÍTULO II**

### **OBJETIVOS E HIPÓTESIS**

#### **2.1 Objetivos**

##### **2.1.1 Objetivo general**

Determinar la influencia de la fertilización nitrogenada y la del fitorregulador Quick (Cloruro de Mepiquat) en el rendimiento de cebolla variedad Sivan en la localidad de Calana.

##### **2.1.2 Objetivos específicos**

- Determinar el nivel adecuado de nitrógeno que proporcione el mayor rendimiento.
- Determinar la influencia del fitorregulador Quick en el rendimiento de cebolla roja Sivan.



## **2.2 Hipótesis**

### **2.2.1 Hipótesis general**

La aplicación de diferentes niveles de nitrógeno y del fitorregulador Quick influye en el rendimiento de la cebolla variedad Sivan en la localidad de Calana.

### **2.2.2 Hipótesis específica**

- La aplicación de niveles crecientes de nitrógeno incrementaran el rendimiento de la cebolla variedad Sivan.
- La aplicación del fitorregulador Quick influye en el rendimiento de la cebolla variedad Sivan.

## **2.3 Variables**

### **a. Variable independiente**

- Niveles de fertilizante nitrogenado
- Aplicación de fitorregulador de crecimiento.

### **b. Variable dependiente**

- El rendimiento de bulbo

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL**

#### **3.1 Aspectos generales**

El género se sitúa en el siguiente contexto.

Género: *Allium*

Especie: *Allium cepa* L.

La cebolla posee un origen incierto ya que diferentes estudios han señalado Asia Occidental y el Norte de África como posibles lugares de nacimiento de esta hortaliza, concretamente en zonas de Persia, India o Egipto. (Brewster, 2001)

#### **3.2 Características**

La cebolla es una planta bianual, monocotiledónea de la cual se desarrolla el bulbo, que es la parte comestible, en su primera etapa de crecimiento, y los vástagos o tallos florales en la segunda etapa de crecimiento. El sistema radicular es fibroso y ramificado. El tallo es muy rudimentario y pequeño ya que solo alcanza unos mm de longitud,

realmente se le llama falso tallo al conjunto de hojas que forman el punto apical. Las hojas son de color verde cenizo, tubular y hueco, son sésiles y están constituidas por la vaina y el limbo. (Valadez, 2001).

La cebolla posee el bulbo sin dientes o gajos y es esférico o deprimido constituido por hojas escuamiformes, carnosas, superpuestas de color rojizo, amarillo o blanco. (Tamaro, 1988).

La inflorescencia es una umbela que se forma al final del vástago o tallo floral, pueden alcanzar una longitud de 1,5 m, las flores son blanquecinas o violáceas, el fruto capsular globular. Se encuentra envuelta por una membrana blanquecina y con apariencia de papel, la cual se rompe al continuar su crecimiento, el número de flores varía de 500 a 2000 por umbela, las flores permanecen abiertas por unos 15 a 20 días. La polinización cruzada es realizada principalmente por las abejas, aunque también interviene otras especies.

Tanto en la hoja propiamente dicha como en las catafilas hay hileras de células alargadas, laticíferas, que contienen un líquido blanquecino con sustancias resinosas y un aceite esencial volátil, llamado sulfuro de alilo. Al desgarrarse los tejidos el sulfuro de alilo queda en libertad y da el sabor y olor característico. (IICA, 1982).

### **3.3 Fases de desarrollo.**

En la primera fase de crecimiento se inicia con la germinación, formándose una planta provista de un tallo corto o disco en el que se insertan las raíces y en el que existe un meristemo que origina progresivamente hojas, aquí la planta desarrolla el sistema radicular y foliar.

La segunda fase corresponde a la formación de bulbo, la cual inicia una vez que cesa la formación de hojas y la planta inicia la movilización de las reservas hacia la base de las hojas. Simultáneamente se produce la síntesis de glucosa y fructuosa que son acumulados en el bulbo. La tercera fase es cuando el bulbo maduro se encuentra en latencia y la planta no se desarrolla. Cuarta fase se produce en el segundo año del cultivo, dando inicio a la brotación de hojas y de la inflorescencia la que producirá las semillas para la siguiente campaña agrícola.

#### **3.3.1 La bulbificación de la cebolla**

La velocidad de crecimiento de la cebolla depende en gran medida de la temperatura, la fecha de inicio de la bulbación en relación al desarrollo de la cubierta de hojas es crítica en la determinación de los rendimientos. Según Garner y Allard, (1920) fueron los primeros en mostrar que las cebollas desarrollan bulbos en respuesta a fotoperíodos largos, así como

la bulbación es más rápida cuando las temperaturas son más elevadas. (Brewster, 2001)

Las condiciones de día largo estimulan la formación del bulbo, pero hay diferencias entre cultivares, que se clasifican en tres grupos: de día corto, de día intermedio, y de día largo. La temperatura es otro factor que influye en la formación de bulbo, temperaturas de 25 a 30°C aceleran este proceso.

Según la fenología de la cebolla el inicio del bulbeo comienza a partir del tercer mes del trasplante, el cual puede verse alterado por la temperatura y el fotoperíodo, además la planta contará con una adecuada cantidad de hojas.

### **3.4 Requerimientos agroecológicos**

#### **3.4.1 Suelo**

La cebolla prefiere los suelos orgánicos, ligeros arenoso, limosos y limo-arenoso. No se recomienda los suelos arcillosos debido a que deforman la parte comestible o retrasan su desarrollo. La cebolla está clasificada como ligeramente tolerante a la acidez, teniendo un rango de pH de 6,0 a 6,8. (Valadez, 2001).

El rendimiento resulta disminuido drásticamente por la salinidad del suelo, siendo una de las plantas más sensibles al respecto. Por ello, los suelos salinos son inadecuados. (Brewster, 2001).

La salinidad no debe superar 1,2 mmhos/cm ya que a ese nivel se inicia un efecto negativo sobre el rendimiento, que disminuye en un 10%, con 2 mmhos/cm, en un 25% con mmhos/cm 3, en un 50% con 4 mmhos/cm. (UCCH, 2010).

Los suelos con abundante materia orgánica pueden influir en el crecimiento acelerado de la planta, mostrándose gran grosor de las hojas y del pseudotallo. Más aún si el suelo cuenta con bastante humedad.

### **3.4.2 Clima**

Es un cultivo clasificado desde el punto de requerimiento de clima frío como hortaliza de invierno se debe buscar zonas agroecológicas donde se presenten temperaturas de 15 a 24°C, baja humedad relativa y temperatura mayores 24°C durante la maduración de los bulbos. Las zonas que presentan estas condiciones son: Arequipa, Junín, Lima y Ancash. (Nicho, 2006).

Los requerimientos de temperatura van variando según el estado de desarrollo de la planta, para germinar requiere de (18 a 20°C), para la

formación de raíces es de (14 a 22°C), para el desarrollo del bulbo (20 a 22°C).

Además, la temperatura afecta directamente las funciones de fotosíntesis, respiración, permeabilidad de la pared celular, absorción de agua y nutrientes, transpiración, actividad enzimática y coagulación de las proteínas de las plantas. (Tislade y Nelson, 1991).

### **3.4.3 Fotoperíodo**

Todas las cebollas de bulbo son plantas de días largos, puesto que a medida que los días incrementan su longitud, la formación de bulbos ocurre más rápidamente. (IICA, 1982). En lo que se refiere a la formación de bulbo, esta influenciado directamente por el fotoperíodo (horas-luz), ya sea corto (10 a 12 hrs), intermedio (12 a 13 hrs), o largo (>14 hrs). (Valadez, 2001).

El fotoperíodo posee gran importancia al establecer el cultivo, en condiciones idóneas de horas luz la planta desarrolla un buen bulbo, caso contrario, observaremos gran vigor de las hojas y el grosor del tallo, como también prolongarse el periodo vegetativo.

#### **3.4.4 Riego**

El cultivo de la cebolla requiere riegos frecuentes, el cual estará en función del tipo de suelo, además para mejorar la retención de agua se han de realizar la incorporación de estiércol, aumentando la retención de humedad en el suelo. Las raíces de la cebolla son superficiales, demanda riegos frecuentes y ligeros, esto varia según el desarrollo de la planta, hasta antes que los pseudotallos de la cebolla se doblen, el cual denota el punto de cosecha.

Durante los primeros 40 días se debe mantener una humedad adecuada que permita la germinación y crecimiento de la zona radicular, minimizando la acción de la salinidad circundante, a partir de los 90 días de siembra las plantas atraviesan un período de desarrollo muy rápido.

### **3.5 Fertilización del cultivo**

#### **3.5.1 Nutrientes para las plantas**

Los fertilizantes proporcionan nutrientes que ya no se encuentran en el suelo, de tal modo restituimos al suelo la cantidad suficiente de nutrientes, entre los cuales se encuentran los macroelementos y microelementos esto permite desarrollar cultivos intensivos, obteniendo incrementos en los rendimientos. Las plantas toman nitrógeno, fósforo, potasio y



microelementos, en cantidades que varían de unos cuantos kilogramos o más por hectárea; las cantidades efectivas usadas dependen del tipo de planta y de su rendimiento. (Cooke, 1987).

En condiciones de baja fertilidad, una determinada variedad puede dar rendimientos por debajo de su capacidad total de producción. En los suelos fértiles, las nuevas variedades agotarán el suelo mas rápidamente, y con el tiempo disminuirán los rendimientos si no se hacen aportaciones suplementarias. (Tislade y Nelson, 1991).

### **3.5.2 Fertilización con Nitrógeno**

Probablemente el papel mas importante del nitrógeno en las plantas es su participación en la estructura de la molécula proteica, además el nitrógeno se encuentra en moléculas tan importantes como las purinas, pirimidinas, porfirinas y coenzimas. (Devlin, 1982).

Es el elemento que contribuye al desarrollo de raíces en las plantas en el período de crecimiento, y luego es la base de su vigor; contribuye al crecimiento de los tallos y en particular de las hojas (Tamaro, 1988).

La deficiencia de nitrógeno generalmente ocasiona plantas maltrechas y delgadas con hojas de color verde pálido o verde amarillento, al avanzar

la temporada, algunos cultivos con deficiencias de nitrógenos desarrollan otros colores. (Cooke, 1987)

Las formas más comúnmente asimiladas por la planta son los iones de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), amonio ( $\text{NH}_4^+$ ). La urea ( $\text{NH}_2\text{CONH}_2$ ) puede ser también absorbida por las plantas vía foliar. (Tislade y Nelson, 1991).

Es importante un buen aprovisionamiento de nitrógeno, este debe ser colocado cercano a la zona radicular, especialmente durante el período de formación del bulbo. También se considera realizar aplicaciones en la superficie al voleo durante el desarrollo del cultivo (Pezo, 2001).

El nitrógeno es necesario para la síntesis de la clorofila y como parte de la molécula de la clorofila esta involucrado en el proceso de la fotosíntesis. La carencia de nitrógeno y en consecuencia la carencia de clorofila no permite que la planta utilice la luz solar como fuente de energía y pierda la habilidad de ejecutar funciones esenciales como la absorción de nutrientes. El nitrógeno es un componente de las vitaminas y de los sistemas de energía en la planta (Inpofos, 1997).

### **3.5.3 Eficiencia del Nitrógeno**

En zonas húmedas, todos los sistemas de cultivos, ya sea que estén desarrollados en tierras pobres o estén produciendo cultivos intensivos en

buenos suelos, los afecta la baja eficiencia de los fertilizantes nitrogenados. En la agricultura de los climas templados es probable que no mas de la mitad del fertilizante nitrogenado adquirido se utilice en la producción de cosechas, donde quiera que se empleen abonos nitrogenados se necesita hacer mayores esfuerzos para que su utilización sea más eficiente (Pezo, 2001).

La cebolla tiene una baja superficie radicular en relación al peso total de la planta, lo que tiene relación con la capacidad de absorción de nutrientes, de allí que requiere niveles más altos de fertilización a diferencia de otras hortalizas.

El nitrógeno determina generalmente el máximo rendimiento de las cosechas, pero un exceso provoca desequilibrios fisiológicos. La cebolla es muy exigente en nitrógeno, cuyo efecto se manifiesta en la coloración verde oscura y un crecimiento exuberante. Sin embargo un elevado o deficiente nivel de nitrógeno en el último período del desarrollo compromete la calidad y la conservación del bulbo. (Pezo, 2001).

#### **3.5.4 Mineralización e Inmovilización del Nitrógeno.**

El suelo contiene una proporción relativamente alta de nitrógeno orgánico (no disponible) y una pequeña proporción de nitrógeno inorgánico (disponible) que representa el 2 al 3%, el proceso que

convierte las formas orgánicas de nitrógeno no disponible a formas disponibles es importante para el crecimiento de las plantas. Este proceso se denomina, mineralización y ocurre a medida que los organismos del suelo descomponen la materia orgánica para obtener energía.

Los microorganismos usan parte de la energía liberada y parte de los nutrientes esenciales contenidos en la materia orgánica. El exceso de nitrógeno es liberado al suelo en forma inorgánica para ser utilizado por las plantas.

La inmovilización ocurre cuando se incorpora al suelo residuos de cultivo con contenidos alto de Carbono y bajo de nitrógeno. Los microorganismos descomponen vigorosamente la nueva fuente de energía presentes en este residuo, pero al mismo tiempo necesitan de nitrógeno para formar las proteínas de sus cuerpos.

Cuando el contenido de nitrógeno es bajo los microorganismos utilizan el nitrógeno inorgánico del suelo para satisfacer sus necesidades, convirtiéndose el nitrógeno inorgánico a orgánico presente en las proteínas de los microorganismos del suelo, el cual regresa gradualmente a forma disponible a medida que los microorganismos mueren y sus cuerpos se descomponen. La mineralización e inmovilización ocurren simultáneamente en el suelo. (Inpofos, 1997).

### 3.5.5 Fertilización con Fósforo

En los suelos agrícolas el fósforo está disponible en forma de iones de fosfato ( $P_2O_5$ ). Las plantas absorben los iones de fosfato y los integran a su estructura en diversos compuestos. Sin fósforo las plantas no logran desarrollarse adecuadamente. En suelos ricos en arcillas y humus, el anión fosfato es retenido por el complejo arcillo húmico y el ión fosfato.

El fósforo se encuentra en las plantas formando parte de los ácidos nucleicos, fosfolípidos de las coenzimas NAD, NADP y, lo que es especialmente importante, como parte integrante del ATP. Naturalmente, el fósforo se encuentra en otros compuestos de la planta, pero estos se consideran menos importantes. (Devlin, 1982)

Los iones fosfato son solubles en suelos neutros y debajo de ella predominan como  $H_2PO_4$ ,  $HPO_4$  y cuando el pH es mayor o igual a 8 predomina el fósforo bajo la forma de  $PO_4$  (Gros, 1967).

Los iones fosfato son absorbidos con mucha intensidad por la fase sólida del suelo, provocando así una concentración muy baja de fosfato en la solución del suelo. El fósforo es fácilmente absorbido por la planta en forma iónica, sin embargo el pH de la solución del suelo, el fosfato sufre una absorción, lo cual limita la aportación del fosfato a la planta (Devlin, 1982).

### **3.5.6 Fertilización con Potasio**

El potasio se encuentra en el suelo en tres formas, aunque el contenido total del suelo en este elemento es relativamente elevado, la mayor parte es no intercambiable y, por ello, no puede ser aprovechado por la planta, la planta lo absorbe como ión potasio.

Aunque una deficiencia en potasio pueda afectar procesos tan diversos como la respiración, fotosíntesis, aparición de la clorofila y contenido de agua en las hojas, el papel específico del potasio en las plantas es desconocida. (Devlin, 1982).

### **3.6 La cosecha**

La cebolla se cosecha cuando sus bulbos están totalmente maduros. Al alcanzar estos su tamaño máximo se inicia la senescencia del follaje, que se debilita primero en la zona del cuello, por esto los follajes se doblan y caen. Cuando en campo el 30% se encuentra en estas condiciones se suspende el riego. La cosecha se efectúa manualmente haciendo uso de algunas herramientas diseñadas, el curado se efectúa en campo juntando los bulbos en hileras y cubriéndolos con el follaje de ellos mismos y con malezas. Se ha estimado que durante el curado la cantidad de agua disminuye en un 5%.

### 3.6.1 Clasificación por tamaño

Generalmente se exportan las cebollas amarillas con los requisitos de calibres; jumbo, colosal y súper colosal. Luego de efectuado el curado se selecciona los bulbos según el mercado de destino, como es el caso del mercado norteamericano los siguientes calibres son valederos.

**Cuadro 1. Clasificación según tamaño de bulbo.**

| CLASIFICACION | TAMAÑO DE DIAMETRO          |
|---------------|-----------------------------|
| Súper colosal | $\geq 11,43$ cm             |
| Colosal       | $\geq 10,16$ a $< 11,43$ cm |
| Jumbo         | $\geq 7,93$ a $< 10,16$ cm  |
| Large médium  | $\geq 6,66$ a $< 7,93$ cm   |
| Prepack       | $\geq 4,76$ a $< 6,66$ cm   |
| boller        | $< 2,54$ cm                 |

Fuente: Adex, 1997.

### 3.7 La pungencia

Es el sabor y olor picante de la cebolla, que se debe a la presencia de algunos compuestos azufrados, como el sulfuro de alilo. La mayor parte del azufre se encuentra en los *alliums* en forma de varios aminoácidos no proteicos, que incluyen los precursores de los compuestos volátiles del aroma y el sabor. La intensidad del sabor varía con el genotipo y el

ambiente, los cultivares de aroma y sabor suave producen menores cantidades de compuestos volátiles azufrados que los más picantes.

En suelos arenosos de algunas localidades presentan bajos niveles de sulfato y en ellos puede cultivarse cebollas de aroma y sabor dulce (Brewster, 2001).

### **3.8 Principales plagas y enfermedades.**

#### **3.8.1 Trips (*Thrips tabaci*)**

Son insectos muy pequeños difíciles de observar a simple vista, se ubican en la base de las hojas para evitar la acción del sol. Son insectos raspadores–chupadores que pueden causar daños severos cuando hay una población alta, especialmente en plantas jóvenes. La infestación es más abundante cuando las condiciones son secas y calurosas.

#### **3.8.2 Gusanos cortadores (*Agrotis sp.* y *Feltia sp.*).**

Viven en el suelo sin exponerse a la acción del sol, permanecen enterrados durante el día, son de actividad nocturna, el daño es al ras del suelo provocando la muerte de las plantas, especialmente en plantas jóvenes en épocas favorables como la primavera. Son gusanos grandes de 1 a 2 cm de largo generalmente de color café parduzco.



### **3.8.3 Pudrición basal (*Fusarium sp.*)**

Es seguro que donde hay un ataque de raíz rosada u otro agente patógeno se hace presente el hongo *Fusarium*. Los síntomas que causa empiezan por una pudrición en la parte basal del bulbo, las raíces se pudren, dando una coloración chocolate, y cuando el hongo desarrolla signos, se observa un micelio blanco sobre la lesión. En tanto, las hojas comienzan a tomar un tono amarillo, sobre todo las más viejas, las que mueren en pocas semanas después de iniciado el daño. Si el ataque ocurre en los primeros 80 días, es difícil cosechar bulbos de tamaño comercial.

### **3.8.4 Pudrición blanca (*Sclerotinia cepivorum*).**

Esta enfermedad causa amarillamiento foliar en cualquier etapa fenológica del cultivo. Las plantitas en el semillero mueren, pero las más grandes tienen el bulbo podrido, y al sacarlas del suelo salen con mucha facilidad, es de fácil reconocimiento porque el hongo presenta un signo inequívoco sobre las partes afectadas: micelio blanco con esclerosios negros. Ataca también en el trasplante, presentando los síntomas descritos.

### **3.8.5 Mildiú velloso (*Peronospora destructor*).**

Los síntomas causados por la cenicilla algodonosa son parecidos a los de la mancha púrpura. Los primeros síntomas observables se manifiestan con manchas hundidas o decoloraciones alargadas, sobre la lámina de la hoja, de color verde pálido, verde marrón; las puntas de las hojas se secan. Las hojas afectadas se doblan por el punto lesionado.

A veces se presentan manchas violetas estos daños hacen que la planta tengan poco desarrollo de los bulbos. El hongo es favorecido por condiciones de alta humedad ambiental y temperaturas bajas a moderadas, esta enfermedad se presenta con gran intensidad en algunas temporadas, haciéndose difícil su control

### **3.8.6 Pudrición gris del cuello (*Botrytis alli* munn)**

Es una enfermedad destructiva de post cosecha en ajos y cebollas y aparecen cuando los bulbos están mal almacenados y no han sido debidamente curados en el campo. Generalmente se presentan en los bulbos después de la cosecha. El primer síntoma es el humedecimiento a nivel del cuello de la planta y que avanza hacia abajo pudriendo completamente el bulbo, tomando la apariencia de sancochado y hundido, posteriormente se torna gris apareciendo cuerpos irregulares llamados esclerotes.

### **3.9 Reguladores de crecimiento vegetal**

Son sustancias que son sintetizadas en un determinado lugar de la planta y se translocan a otro, donde actúan a muy bajas concentraciones, regulando el crecimiento, desarrollo ó metabolismo del vegetal. El término "sustancias reguladoras del crecimiento" es más general y abarca a las sustancias tanto de origen natural como sintetizado en laboratorio que determinan respuestas a nivel de crecimiento, metabolismo ó desarrollo en la planta.

#### **3.9.1 Las auxinas**

Desempeñan una función importante en la expansión de las células de los tallos y coleóptilos, también estimulan la división celular, por ejemplo, fomentan el desarrollo de los callos, de los que se desprenden crecimientos similares a raíces, las auxinas son muy efectivas para iniciar la formación de raíces en varias especies vegetales (Lira, 1994).

En general la acción de las auxinas no es aislada y otras hormonas como el etileno, giberelinas y citoquininas también influyen, desde su descubrimiento ha sido objeto de numerosos estudios, en algunos casos los efectos de la auxina parecen estar producidos por la presencia de un gradiente de concentración entre distintas zonas del órgano.

### **3.9.2 Las giberelinas**

El efecto más sorprendente al asperjar plantas con giberelinas es la estimulación del crecimiento, los tallos se vuelven generalmente mucho mas largos de lo normal, se estimula el crecimiento de los entre nudos, con frecuencia se asocia la palidez temporal de las hojas de muchas plantas tratadas con el aumento de la superficie de las mismas, sin embargo recuperan su color normal en diez días aproximadamente.

La aplicación de giberelinas a los tallos produce un pronunciado incremento en la división celular del meristemo subapical (Lira, 1994).

### **3.9.3 Citoquininas**

Las citoquininas son sintetizadas, mayoritariamente en las zonas meristemáticas de las raíces, sin embargo no excluye la participación de los órganos aéreos, especialmente los tejidos meristematicos, en el proceso de biosíntesis de estas hormonas, también existen otros centros de producción de citoquininas.

Entre los procesos que influyen destacan, la división celular, proliferación de yemas axilares, neoformación de órganos *in vitro*, senescencia foliar, desarrollo de floración. Las citoquininas actúan en concierto con otros estímulos hormonales y ambientales. Son sustancias

del crecimiento de las plantas que provocan la división celular, muchas citocininas exógenas y todas las endógenas derivan probablemente de la adenina, una base nitrogenada de purina.

#### **3.9.4 Cloruro de Mepiquat**

De naturaleza sintética, es un regulador de crecimiento sistémico, el cual es absorbido esencialmente a través de las hojas y se traslada por todas las partes de la planta hacia el meristema. En el cultivo de algodón reduce el crecimiento vegetativo ya que acorta los entrenudos y brotes lateral con lo cual se obtiene una planta más compacta. Asimismo mejora la retención de cápsulas en las ramas inferiores lo que conduce a un mayor rendimiento. El follaje tratado se presenta verde oscuro, debido a un mayor contenido de clorofila en las hojas.

Las plantas tratadas alcanzan un menor tamaño (se acortan los entrenudos) evitándose el crecimiento vegetativo indeseado. En cebolla y ajo estimula el crecimiento y desarrollo de bulbos obteniéndose un mejor rendimiento del cultivo.

### 3.10 Investigaciones realizadas en cebolla

Vilca, (2010). En su investigación, evaluación del rendimientos de seis cultivares de cebolla en la localidad de Ite, obtuvo los siguientes rendimientos, Mercury con 69,98 t/ha, Pantera con 50,28 t/ha, Sivan con 49,30 t/ha y Texas Early con 48,38 t/ha, las variedades de Mikado y Camaneja obtuvieron los menores rendimientos con 46,98 y 29,26 t/ha respectivamente. En donde la fertilización nitrogenada fue de 200 kg/ha.

Ortega, (2001). En la investigación, influencia de la fertilización nitrogenada y fosforada en el rendimiento del cultivo de cebolla (*Allium cepa L.*) var. Texas Early grano 502 bajo riego por goteo. Detalla que el nivel optimo de nitrógeno es 148,78 kg /ha para un rendimiento de 24,12 t/ha, considerando el rendimiento bajo debido al distanciamiento entre filas de 1,5 m. siendo ideal de 0,5 m, no lográndose encontrar un óptimo para el fósforo.

El trabajo realizado por Ayca, C. (2012), en la influencia de 4 niveles de de nitrógeno en el rendimiento y calidad de dos variedades de cebolla en Ite, obtuvo los siguientes rendimientos, donde el nivel óptimo para la cebolla Sivan fue de 158,65 kg/ha con un rendimiento de 49,20 t/ha; para Yelloy Granex PRR fue de 199,57 con un rendimiento de 67,89 t/ha.

En la aplicación de reguladores de crecimiento en la cebolla de variedad valenciana, los resultados obtenidos indican que el rendimiento total en kilogramos de bulbo de cebolla se incrementa con el uso de los reguladores Biozyme, Aminofol, Triggrr y Ethrel los que reportan: 62,2; 58,5; 57,7 y 57,2 t/ha respectivamente superando al testigo que alcanzó 45 t/ha. La fertilización nitrogenada fue de 200 kg/ha. (Figueroa, 1996).

Machaca. (2012), al evaluar la comparación de efectividad de distintos insecticidas en el control de Trips, en el cultivo de cebolla cultivar Sivan en el Proter Sama, donde obtuvo un rendimiento de 55,22 t/ha. Y con respecto a peso de bulbo obtuvo un promedio de 276,075 g.

Dios, M. (2008), estudio el efecto de tres fitorreguladores de crecimiento (Ethrel, Pix, Progibb) en el cultivo de cebolla var Texas Granex 438 en el valle de Tumbes. En donde el tratamiento con Pix (cloruro de Mepiquat) obtuvo el mayor rendimiento con 60,15 t/ha; Progibb con 57,14 t/ha; el tratamiento testigo 45,82 t/ha y Ethrel con 45,80 t/ha.

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación se llevo a cabo en el fundo de propiedad de Rosa Ccama Cueva, parcela 11-B, carretera a Calana, ubicado en el anexo de Santa Rita del distrito de Calana - Tacna. Ubicado al noreste de Tacna a una altitud de 840 msnm, en 17° 58'50'' latitud sur y 70° 11'55'' latitud oeste.

El tipo de investigación fue experimental.

La población está constituida por plantas de cebolla roja, variedad híbrida Sivan.

#### **4.1 Características del suelo**

Para el presente trabajo de investigación, se realizó un muestreo de suelo a una profundidad de 25 cm y fue llevada a laboratorio para su análisis.



**Cuadro 2. Análisis físico y químico del suelo ubicado en Calana 2012.**

| ANÁLISIS FÍSICO      |               |
|----------------------|---------------|
| Arena                | 26,4          |
| Limo                 | 48            |
| Arcilla              | 25,6          |
| Textura              | Franco limoso |
| ANÁLISIS QUÍMICO     |               |
| Ca CO <sub>3</sub> % | 1,67          |
| pH                   | 7,15          |
| CE mmhos/cm          | 3,2           |
| M.O %                | 2,13          |
| N %                  | 0,11          |
| P ppm                | 43,12         |
| K ppm                | 734,57        |

Fuente: laboratorio de análisis de suelos del INIA - Arequipa.

El cuadro 2, del análisis de suelo, indica un suelo franco limoso, la cebolla puede desarrollarse según las condiciones de humedad del suelo, según Valadez la cebolla prefiere suelos sueltos y con buen drenaje. En cuanto al pH del suelo fue de 7,15 siendo ligeramente alcalino, adecuado para la cebolla. La conductividad eléctrica es 3,2 mmhos/cm que según Ayca (2012) es elevado y puede afectar en el rendimiento.

El contenido de materia orgánica fue del 2,13 % es considerado bajo, siendo necesario incorporar materia orgánica. El contenido de fósforo y potasio presente en el suelo fue elevado (INIA, 2012).

#### 4.2 Condiciones meteorológicas

Los datos meteorológicos correspondientes a los meses que duró el presente ensayo fueron obtenidos del Senamhi Tacna, de la estación CP. Calana, ubicado en el distrito de Calana.

**Cuadro 3. Temperaturas mensuales registradas en el fundo ubicado en Calana -Tacna (2012).**

| Mes        | Temperatura media |        | Humedad relativa (%) | Precipitación total (mm) | Evaporación total (mm) |
|------------|-------------------|--------|----------------------|--------------------------|------------------------|
|            | Mínima            | Máxima |                      |                          |                        |
| Abril      | 13,4              | 25,5   | 82                   | 0,3                      | 3,2                    |
| Mayo       | 9,8               | 22,7   | 77                   | 0,0                      | 3,0                    |
| Junio      | 8,6               | 21,4   | 80                   | 2,3                      | 2,8                    |
| Julio      | 7,6               | 20,6   | 79                   | 1,6                      | 1,9                    |
| Agosto     | 8,2               | 19,2   | 81                   | 5,7                      | 2,0                    |
| Septiembre | 9,6               | 21,5   | 79                   | 3,3                      | 2,2                    |

Fuente: Senamhi – Tacna (2012)/ CP Calana.

Las temperaturas registradas durante la ejecución del experimento están dentro de los rangos de temperaturas requeridas por el cultivo, según Nicho (2006) es una planta que se adapta a zonas frías. Sin embargo prolongan el periodo vegetativo.

Según las temperaturas registradas resultan ligeramente adversas y retrasaron el desarrollo normal de la cebolla Sivan F1. Los elevados porcentajes de humedad y precipitación propiciaron la presencia de enfermedades impidiendo una adecuada translocación de fotoasimilados.

### 4.3 Tratamientos

Se realizó la combinación de los factores Quick y Nitrógeno, obteniéndose 8 tratamientos Y con 4 repeticiones.

**Cuadro 4. Tratamientos del experimento**

| Factor Quick (Q)                 | Factor Nitrógeno (N)       | Combinaciones                 | Tratamientos   |
|----------------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------|
| Q <sub>0</sub><br>Sin aplicación | N <sub>0</sub> = 00 kg/ha  | Q <sub>0</sub> N <sub>0</sub> | t <sub>1</sub> |
|                                  | N <sub>1</sub> = 80 kg/ha  | Q <sub>0</sub> N <sub>1</sub> | t <sub>2</sub> |
|                                  | N <sub>2</sub> = 160 kg/ha | Q <sub>0</sub> N <sub>2</sub> | t <sub>3</sub> |
|                                  | N <sub>3</sub> = 240 kg/ha | Q <sub>0</sub> N <sub>3</sub> | t <sub>4</sub> |
| Q <sub>1</sub><br>Con aplicación | N <sub>0</sub> = 00 kg/ha  | Q <sub>1</sub> N <sub>0</sub> | t <sub>5</sub> |
|                                  | N <sub>1</sub> = 80 kg/ha  | Q <sub>1</sub> N <sub>1</sub> | t <sub>6</sub> |
|                                  | N <sub>2</sub> = 160 kg/ha | Q <sub>1</sub> N <sub>2</sub> | t <sub>7</sub> |
|                                  | N <sub>3</sub> = 240 kg/ha | Q <sub>1</sub> N <sub>3</sub> | t <sub>8</sub> |

Fuente: Elaboración propia.

Para los tratamientos se utilizaron lo siguiente:

a. Cebolla Sivan F1 (roja)

El material experimental utilizado fue la cebolla de la variedad Sivan F1-H202 (roja), producida por HAZERA GENETICS, es una Cebolla israelita dulce, suave, precoz, de buen rendimiento y buena calidad de las catafilas

b. Nitrógeno (Urea).

La urea es uno de los fertilizantes más concentrados en nitrógeno (46%) y normalmente, el más económico en el mercado. Es utilizado en fertirrigación y aplicación directa al suelo.

c. Quick (Cloruro de Mepiquat)

Es un regulador de crecimiento agrícola de la empresa TQC, cuyo ingrediente activo es Cloruro de Mepiquat, el cual inhibe el crecimiento en longitud y grosor.

#### **4.4 Variables respuesta**

##### **4.4.1 Altura de planta (cm)**

Consistió en la medición de la planta al momento que empieza a madurar y doblarse el falso tallo, la misma se efectuó midiendo desde la

base del bulbo a la proyección de las hojas, para lo cual se tomarón 20 plantas al azar por unidad experimental.

#### **4.4.2 Diámetro polar del bulbo (cm)**

Se evaluó en el momento de la cosecha. Se tomaron 20 muestras al azar por unidad experimental y se procedió a medir con un vernier.

#### **4.4.3 Diámetro ecuatorial del bulbo (cm)**

Se evaluó en el momento de la cosecha, para lo cual se eligió 20 bulbos al azar por unidad experimental y se procedió a su medición.

#### **4.4.4 Peso de bulbo (g)**

Se efectuó pesando los bulbos cosechados, al azar por unidad experimental, los que se pesaron con la ayuda de una balanza electrónica.

#### **4.4.5 Rendimiento (t/ha)**

Se determino basándose en el rendimiento por unidad experimental de los tratamientos, los cuales se realizó la conversión a t/ha.

#### **4.5 Diseño experimental**

Se utilizó el diseño de bloques completos aleatorios, con arreglo factorial de 2 x 4, con 8 tratamientos y 4 repeticiones.

#### **4.6 Características del campo experimental**

##### **Campo experimental:**

|       |   |                    |
|-------|---|--------------------|
| Largo | : | 26 m.              |
| Ancho | : | 12 m.              |
| Área  | : | 312 m <sup>2</sup> |

##### **Bloques:**

|       |   |                   |
|-------|---|-------------------|
| Largo | : | 6,5 m.            |
| Ancho | : | 12 m.             |
| Área  | : | 78 m <sup>2</sup> |

##### **Unidad experimental:**

|            |   |                    |
|------------|---|--------------------|
| Largo      | : | 6,5                |
| Ancho      | : | 1,5                |
| Área total | : | 9,75m <sup>2</sup> |
| Área neta  | : | 9 m <sup>2</sup>   |

- Número de líneas del campo experimental:16
- Distancia entre líneas: 0,75 m.
- Distanciamiento entre plantas: 0,15 x 0,11 m.
- Separación entre bloques: 0,5 m
- Numero de plantas: 242 424 plantas /ha.

#### 4.7 Análisis estadístico

Se utilizó el análisis de varianza (ANVA) para comparar varianzas y la prueba de F a un nivel de significación de 0,05 y 0,01, para determinar el nivel adecuado se utilizó el análisis de regresión.

#### 4.8 Croquis y distribución de tratamientos

**Cuadro 5. Distribución de tratamientos en el campo experimental**



|                  |                |                |                |                |                |                |                |                |
|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>Block II</b>  | t <sub>1</sub> | t <sub>5</sub> | t <sub>6</sub> | t <sub>2</sub> | t <sub>7</sub> | t <sub>3</sub> | t <sub>8</sub> | t <sub>4</sub> |
| <b>Block I</b>   | t <sub>5</sub> | t <sub>6</sub> | t <sub>2</sub> | t <sub>4</sub> | t <sub>1</sub> | t <sub>8</sub> | t <sub>3</sub> | t <sub>7</sub> |
| <b>Block III</b> | t <sub>3</sub> | t <sub>8</sub> | t <sub>1</sub> | t <sub>7</sub> | t <sub>4</sub> | t <sub>6</sub> | t <sub>5</sub> | t <sub>2</sub> |
| <b>Block IV</b>  | t <sub>6</sub> | t <sub>2</sub> | t <sub>4</sub> | t <sub>8</sub> | t <sub>5</sub> | t <sub>7</sub> | t <sub>1</sub> | t <sub>3</sub> |

Fuente: Elaboración propia

## **4.9 Conducción del experimento**

### **4.9.1 Preparación de almacigo**

Se buscó un terreno con condiciones adecuadas para la germinación, suelo suelto y libre de patógenos de suelo, procediendo a roturación, nivelación y acondicionamiento para la siembra.

### **4.9.2 Siembra de almacigo**

La siembra se efectuó el 17 de abril del 2012, a chorro continuo sobre camellones acondicionados previamente, se realizó un pequeño surco para colocar las semillas, cubriéndolas posteriormente con una capa de tierra de 0,5 a 1 cm. Los riegos fueron frecuentes y ligeros, procurando que no se produzcan encharcamientos. Se aplicó fungicidas (Benomyl) para evitar la aparición de *Fusarium sp.* Para el control de mildiu (Metalaxil + Mancozeb) y un abono foliar (Wuxal doble).

### **4.9.3 Preparación de terreno**

Se efectuó en forma mecánica mediante el empleo arado de discos, previamente se incorporó estiércol a razón de 15 t/ha, el cual fue mullido homogéneamente. Efectuándose posteriormente el riego por 5 días a fin de colaborar con la descomposición del estiércol y no afecte a la raíz de las plántulas trasplantadas.



#### **4.9.4 Transplante**

Se realizó el 10 de junio del 2012, para ello el suelo se encontró en capacidad de campo a fin de evitar el estrés de la plántula. Se realizó hoyos de 2 cm de profundidad, en ambos márgenes de la cinta, de tal manera que coincida con el diámetro de las plántulas, al extraer el almácigo se procedió al corte de la raíz y el follaje para facilitar su transplante. El distanciamiento entre planta será de 15 x 11 cm, culminada la labor de plantación se efectuó el riego respectivo afín de reducir el estrés de la planta.

Las plántulas fueron tratadas con los siguientes insumos: RHIZOLEX-T (fungicida) y ROOT-HOR (enraizador).

- ❖ Se preparó una solución, utilizando 20 g de fungicida + 5 ml de enraizador, disuelto en 4 l. de agua, se mezcló homogéneamente. En esta solución se introdujeron los plantines de cebolla durante 5 minutos para luego dejar que se escurra la solución y finalmente plantarlos.

#### **4.9.5 Aplicación del regulador de crecimiento Quick**

La aplicación del regulador de crecimiento se efectuó según el periodo vegetativo de la planta, teniendo en cuenta el inicio de bulbificación, las

dosificaciones se efectuó siguiendo las recomendaciones del producto comercial (QUICK).

La primera aplicación se realizó a los 40 días del transplante y tres aplicaciones consecutivas cada 15 días, a una dosis de 1l/ha. Su equivalente 500 ml/cil de 200 l. ó 50 ml/20 l. Quick es compatible con otros productos agrícolas.

#### **4.9.6 Riego**

El suministro de agua fue por el sistema de riego por goteo, las cintas de riego cuentan con emisores dispuestos a cada 20 cm, los riegos fueron frecuentes y ligeros, según los requerimientos de la planta durante su desarrollo. El experimento se realizó en temporada de invierno y requirió poco riego al inicio, la demanda de agua se incremento cuando la planta se encontraba en su período de crecimiento rápido hasta la formación del bulbo.

#### **4.9.7 Fertilización**

Se incorporó estiércol a razón de 15 t/ha, en la preparación de terreno. Los fertilizantes nitrogenados se fraccionaron en 3 aplicación, la primera se aplicó a los 15 días después del transplante, luego dos sucesivas

fertilizaciones de un mes cada una, de tal manera coincidan con el inicio de la bulbificación.

Las dosis de nitrógeno se realizaron según los niveles de fertilización para cada tratamiento, los cuales fueron: 00; 80; 160; 240, kg/ha respectivamente. El fósforo se incorporó en la preparación del terreno a una dosis de 80 kg/ha, con respecto al potasio no se incorporó, pues existe en cantidades elevadas en el suelo.

Numero de aplicaciones del nitrógeno:

- Primera aplicación: 25 de junio
- Segunda aplicación: 28 de julio.
- Tercera aplicación: 26 de agosto.

#### **4.9.8 Deshierbos**

Se realizó en forma manual a los quince días del transplante, para ello se ocuparon herramientas destinadas para la ocasión, de esta manera mitigar los efectos de las malezas, evitando la competencia por nutrientes y la proliferación de plagas y enfermedades.

Se efectuó dos sucesivos deshierbos antes de realizar las fertilizaciones a base de nitrógeno y así facilitar la absorción de los fertilizantes.

Malezas encontradas:

- Hierba gallinazo (*Chenopodium petiolare*)
- Yuyo o amaranto (*Amaranthus sp.*)
- Quinoa silvestre (*Chenopodium album*)
- Malva (*Malva sp.*)

#### **4.9.9 Control fitosanitario**

Se efectuó el monitoreo semanal a fin de realizar las aplicación pertinentes en forma preventiva. Se realizó aplicaciones de fungicidas e insecticidas, principalmente contra enfermedades de la raíz y follaje, los mismos que tuvieron enorme influencia en la presente campaña.

Principales plagas y enfermedades observadas:

- Thrips ( *Trips tabaci* )
- Gusanos de tierra ( *Spodoptera sp*)(*Prodenia eridania*)
- Pudrición basal (*Fusarium oxysporum*)
- Mildiu (*Peronospora destructor*).

#### Preparación de solución (mochila de 20 litros)

- ❖ Para controlar el mildiu, se aplicó FOLIO GOLD 440 SC, a una dosis de 100 ml /20 l + un adherente THRU MASTER, 6 ml /20 l + un abono foliar KALIFOL PLUS, 100 ml /20 l.
- ❖ Para el thrips y gusano, se aplicó, LANNATE 90 a una dosis de 50 g/20 l + 6 ml de adherente + KUMULUS DF a razón de 60 g/20 l

La frecuencia de las aspersiones fue semanal, ya que las condiciones climáticas fueron favorables para la proliferación del mildiu. Las aplicaciones se realizaron en las tardes, de manera que fueran asimilados por la planta, evitando la evaporación acelerada de los insumos agrícolas.

#### **4.9.10 Cosecha**

Previo a la cosecha se suspendió el riego de esta manera promueve la maduración del bulbo y lograr un buen curado. La cosecha se realizó el 19 de octubre del 2012. La extracción de los bulbos se realizó con herramientas adecuadas, y se colocaron en montones para evitar la exposición al sol, lográndose un adecuado curado y proceder a la selección, envasado, y comercialización.

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS Y DISCUCIONES

#### 5.1 Altura de planta

**Cuadro 6. Análisis de varianza de altura de planta (cm) en cebolla Sivan, Calana 2012.**

| F de V       | G.L. | S.C.   | C.M.  | Fc    | F $\alpha$ |         |
|--------------|------|--------|-------|-------|------------|---------|
|              |      |        |       |       | 0,05       | 0,01    |
| Bloques      | 3    | 50,67  | 16,89 | 4,65  | 3,07       | 4,87 *  |
| Quick (Q)    | 1    | 13,07  | 13,07 | 3,60  | 4,32       | 8,02ns  |
| Nitrógeno(N) | 3    | 135,32 | 45,11 | 12,41 | 3,07       | 4,87 ** |
| Q*N          | 3    | 34,49  | 11,50 | 3,16  | 3,07       | 4,87*   |
| Error        | 21   | 76,32  | 3,63  |       |            |         |
| Total        | 31   | 309,87 |       |       |            |         |
| CV=3,85%     |      |        |       |       |            |         |

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 6, nos indica diferencias significativas entre bloques, se observa que para el factor Quick, no se halló diferencias significativas, para el factor nitrógeno, se halló diferencias altamente significativas y con respecto a la interacción Q x N, si hubo significación estadística,

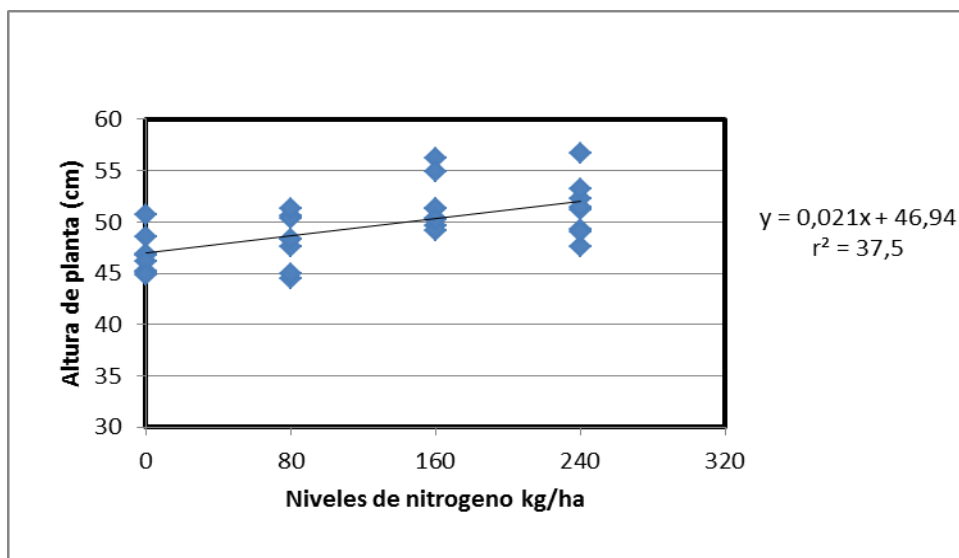
por lo tanto ambos factores se ven influenciada uno del otro, el coeficiente de variación es de 4,59 % es aceptable

**Cuadro 7. Análisis de varianza de regresión de altura de planta (cm) para niveles de nitrógeno en cebolla Sivan, Calana 2012.**

| FV        | G.L. | S.C.   | C.M.   | F.C           |
|-----------|------|--------|--------|---------------|
| Regresión | 1    | 116,20 | 116,20 | 18,00 **      |
| Error     | 30   | 193,68 | 6,46   |               |
| Total     | 31   | 309,87 |        | $r^2=37,5 \%$ |

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 7, el análisis de regresión para altura de planta, se observa que existe una alta significación estadística, el coeficiente de determinación indica que el 37,49% de la altura de planta depende del efecto del nitrógeno y el resto de otros factores .



**Gráfico 1. Altura de planta (cm) con respecto a niveles de nitrógeno en cultivo de cebolla Sivan.**

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 1, de altura de planta se observa una tendencia lineal y la ecuación resultante, indica que por cada kilogramo de nitrógeno incorporado en el ensayo la altura de planta aumentara en 0,021cm.

|                                        |
|----------------------------------------|
| $Y = 46,94 + 0,021N \quad R^2 = 37,49$ |
|----------------------------------------|

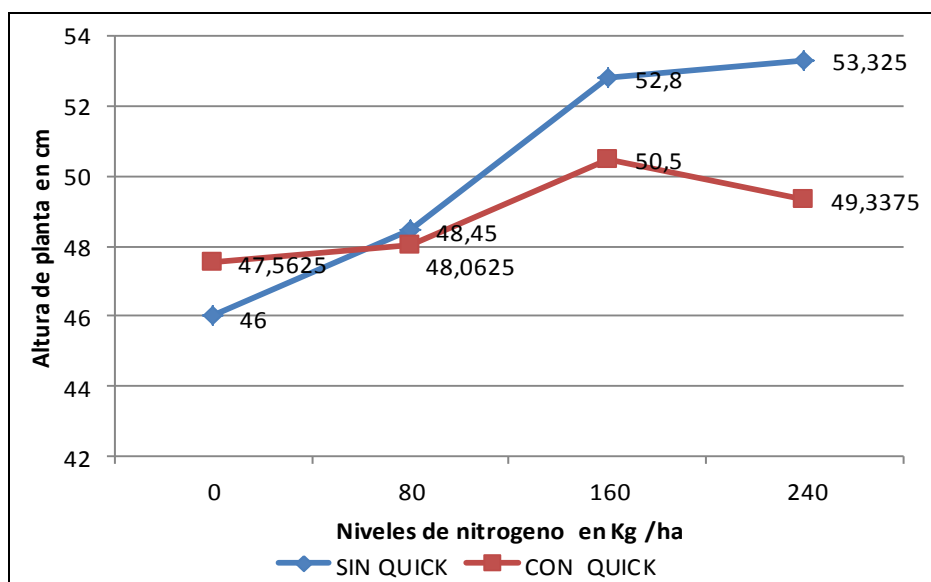
Los resultados obtenidos, ponen en evidencia la participación directa del nitrógeno para la variable altura de planta, lo que significa que todavía podemos seguir aumentando los niveles de nitrógeno hasta llegar a un punto de quiebre y así determinar un nivel adecuado de nitrógeno, ya que el nitrógeno esta influyendo en 37,5 % sobre la altura de planta.



La cebolla al poseer una baja superficie radicular en relación al peso total de la planta, lo que tiene relación con la capacidad de absorción de nutrientes, de allí que requiere niveles más altos de fertilización a diferencia de otras hortalizas.(Pezo, 2001)

El nitrógeno influye en el máximo rendimiento de las cosechas, pero un exceso provoca desequilibrios fisiológicos. Sin embargo un elevado o deficiente nivel de nitrógeno en el último periodo del desarrollo compromete la calidad y la conservación del bulbo.

Todo el Nitrógeno debe aplicarse antes del inicio de bulbificación, para obtener un buen desarrollo foliar y evitar la predisposición a la formación de bulbos dobles. Así como altas dosis aplicadas más tardíamente pueden traer problemas para la maduración y formación del bulbo, según, Semiagro/Hazera.



**Gráfico 2. Interacción del producto Quick con niveles de nitrógeno en cebolla Sivan**

Fuente: Elaboración propia

El gráfico 2, de la interacción de la influencia el fitorregulador quick y los niveles de nitrógeno, se aprecia que  $Q_0$  (sin Quick) la tendencia de la altura de planta se incrementara a medida que se agrega un kg de nitrógeno, sin embargo el  $Q_1$  (con Quick) se aprecia que un incremento en el nivel de nitrógeno con llevará que la altura de planta sea inhibida. La influencia del Quick no es muy notoria ya que los resultados difieren poco, sin embargo el producto a demostrado sus efectos; según la empresa TQC, las plantas tratadas alcanzan un menor tamaño, evitándose el crecimiento vegetativo indeseado. En cebolla y ajo estimula el crecimiento y desarrollo de bulbos obteniéndose un mejor rendimiento del cultivo.

## 5.2 Diámetro polar de bulbo

Los datos del diámetro polar del bulbo se presentan en el anexo 2, el análisis de varianza se presenta en cuadro 8.

**Cuadro 8. Análisis de varianza de diámetro polar de bulbo (cm) en cebolla Sivan, Calana 2012.**

| F de V       | G.L. | S.C.  | C.M.   | Fc   | F $\alpha$ |             |
|--------------|------|-------|--------|------|------------|-------------|
|              |      |       |        |      | 0,05       | 0,01        |
| Bloques      | 3    | 0,13  | 0,0433 | 1,28 | 3,07       | 4,87 ns     |
| Quick(Q)     | 1    | 0,06  | 0,06   | 1,76 | 4,32       | 8,02 ns     |
| Nitrógeno(N) | 3    | 0,37  | 0,123  | 3,55 | 3,07       | 4,87 *      |
| Q*N          | 3    | 0,038 | 0,013  | 0,05 | 3,07       | 4,87ns      |
| Error        | 21   | 0,726 | 0,036  | 0,36 |            |             |
| Total        | 31   | 1,34  |        |      |            | C.V= 2,57 % |

Fuente: Elaboración propia.

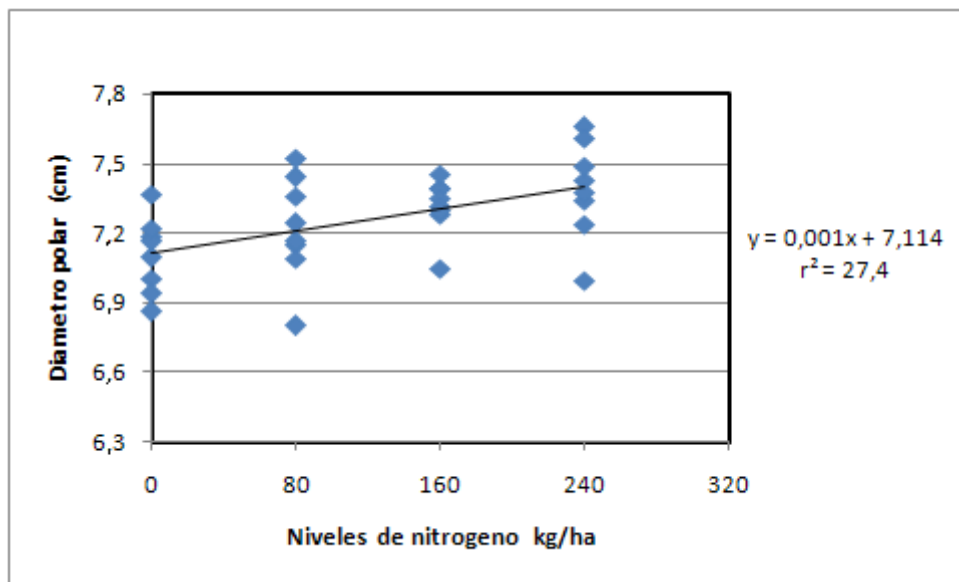
En el cuadro 8, se evidencia que no hubo diferencias significativas entre bloques, así mismo no se halló diferencias significativas para el factor Quick, sin embargo para el factor nitrógeno se halló diferencias significativas, por lo tanto los niveles de nitrógeno influyeron de manera positiva en el diámetro polar de bulbo, para la interacción QxN, no hubo significación estadística, indicando que ambos factores actúan independientemente uno del otro, el coeficiente de variación fue de 2,57%, es aceptable.

**Cuadro 9. Análisis de varianza de regresión de diámetro polar de bulbo (cm) para niveles de nitrógeno en cebolla Sivan, Calana 2012.**

| F.V.      | G.L. | S.C. | C.M. | F.C           |
|-----------|------|------|------|---------------|
| Regresión | 1    | 0,37 | 0,37 | 11,32 **      |
| Error     | 30   | 0,97 | 0,03 |               |
| Total     | 31   | 1,34 |      | $r^2=27,4 \%$ |

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 9, el análisis de regresión para diámetro polar de bulbo, indica que se encontró alta significación estadística para el factor nitrógeno, lo que indica que el modelo es útil para analizar la variable de respuesta.



**Gráfico 3. Diámetro polar de bulbo (cm) para niveles de nitrógeno en cebolla Sivan.**

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 3, se observa que los niveles de nitrógeno influyeron significativamente en el diámetro polar de bulbo, lo cual tendrá un efecto directo sobre el rendimiento, lográndose la siguiente ecuación lineal.

$$Y = 7,114 + 0,001N$$

La ecuación señala que por cada kilogramo de nitrógeno incorporado al ensayo el diámetro polar se incrementara en 0,001 cm el coeficiente de determinación señala que el 27,4% del diámetro polar de bulbo esta influenciado por el nitrógeno y el porcentaje restante esta influenciada por otros factores.

### 5.3 Diámetro ecuatorial del bulbo

Los datos de diámetro ecuatorial de bulbo se presentan en el anexo 3, el análisis de varianza se presenta en cuadro 10.

**Cuadro 10. Análisis de varianza de diámetro ecuatorial de bulbo (cm) de cebolla Sivan, Calana 2012.**

| F de V.       | G.L. | S.C.   | C.M.   | F.C.  | F $\alpha$ |           |
|---------------|------|--------|--------|-------|------------|-----------|
|               |      |        |        |       | 0,05       | 0,01      |
| Bloques       | 3    | 0,4323 | 0,1433 | 4,37  | 3,07       | 4,87 *    |
| Quick(Q)      | 1    | 0,15   | 0,15   | 4,43  | 4,32       | 8,02 *    |
| Nitrógeno (N) | 3    | 1,65   | 0,55   | 16,66 | 3,07       | 4,87 **   |
| Q*N           | 3    | 0.16   | 0,0533 | 1,65  | 3,07       | 4,87 ns   |
| Error         | 21   | 0,69   | 0,0328 |       |            |           |
| Total         | 31   | 3,08   |        |       |            | CV: 2,56% |

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 10, indica que hay diferencias significativas entre bloques, se observa que para el factor Quick, se halló diferencias significativas; por lo tanto se asume que el fitorregulador Quick ha influido en el diámetro de bulbo con respecto al testigo. Para el factor nitrógeno se halló diferencias altamente significativas, se evidencia que los niveles de nitrógeno influyeron de manera positiva en el diámetro ecuatorial, para la interacción QxN, no hubo significación estadística por lo tanto ambos factores actúan independientemente, el coeficiente de variación es de 2,57%, es aceptable.

**Cuadro 11. Prueba de significación de Duncan para diámetro del ecuatorial de bulbo (cm) con aplicación de Quick**

| Orden de mérito | Tratamiento    | Promedio | Significancia<br>$\alpha$ 0,05 |
|-----------------|----------------|----------|--------------------------------|
| 1               | Q <sub>1</sub> | 7,13     | a                              |
| 2               | Q <sub>0</sub> | 6,99     | b                              |

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 11, La prueba de significación de Duncan para diámetro ecuatorial de bulbo en cebolla Sivan, muestra que el tratamiento Q<sub>1</sub> (con Quick) obtuvo un mayor promedio 7,13 cm; en comparación al Q<sub>0</sub> (sin Quick) cuyo promedio alcanzó los 6,99 cm. Se observa una ligera influencia del fitorregulador (cloruro de Mepiquat), por lo tanto se reflejará en el rendimiento.

Vilca, J. (2010) al evaluar el rendimiento de seis cultivares de cebolla en la localidad de Ite obtuvo un diámetro de 7,9 cm para la variedad Sivan superando al resultado obtenido; sin embargo, Ayca C, (2012) en la determinación del nivel óptimo de nitrógeno y la evaluación de dos variedades de cebolla en el valle de Ite, logra para la variedad Sivan un diámetro de 5,88 cm considerándose inferior al presente trabajo.

Machaca, V. (2012) En la comparación de efectividad de distintos insecticidas en el control de Trips en el cultivo de cebolla Sivan en el

Proter Sama, obtiene un diámetro de 8,10 cm. siendo superior al resultado logrado.

La textura del suelo es un factor importante, los resultados obtenidos en el presente trabajo, confirman que un suelo pesado limita el desarrollo normal del bulbo.

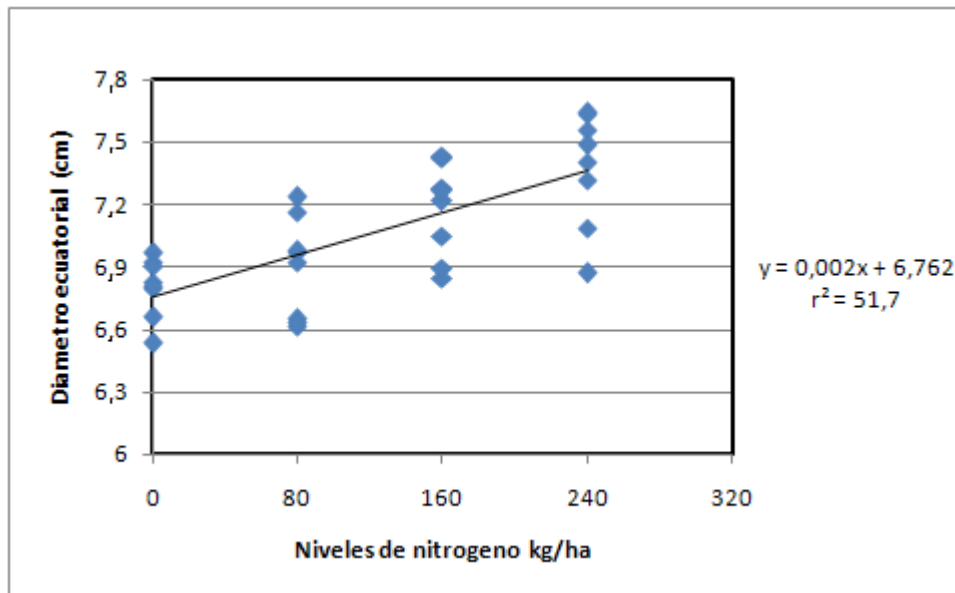
**Cuadro 12. Análisis de varianza de regresión de diámetro ecuatorial de bulbo (cm) para niveles de nitrógeno en cebolla Sivan, Calana 2012.**

| F.V.      | G.L. | S.C. | C.M. | F.C.                       |
|-----------|------|------|------|----------------------------|
| Regresión | 1    | 1,60 | 1,60 | 32,27 **                   |
| Error     | 30   | 1,48 | 0,05 |                            |
| Total     | 31   | 3,08 |      |                            |
|           |      |      |      | <b>r<sup>2</sup>=51,7%</b> |

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 12, El análisis de regresión de diámetro ecuatorial de cebolla Sivan, indica que se encontró alta significación estadística, lo que indica la gran influencia del nitrógeno en el diámetro ecuatorial de bulbo en 51,7%.





**Gráfico 4. Diámetro ecuatorial de bulbo (cm) con respecto a niveles de nitrógeno en cebolla Sivan.**

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 4, de diámetro ecuatorial de bulbo se observa la siguiente ecuación.

$$Y = 6,76 + 0,002N$$

Indicando que por cada kilogramo de nitrógeno el diámetro ecuatorial se incrementara en 0,002 cm, el coeficiente de determinación indica que el 51,7% esta influenciada por el nitrógeno.

Ayca C, 2012 al comparar dos variedades de cebolla con dosis crecientes de nitrógeno, obtiene una dosis óptima de 213,71 kg/ha de

nitrógeno con la que obtiene un diámetro de bulbo de 6,77 para la variedad Sivan. En el presente trabajo no es posible hallar una dosis óptima.

#### 5.4 Peso unitario de bulbo (g)

Los datos del peso unitario del bulbo se presentan en el anexo 4, el análisis de varianza se presenta en el cuadro 13.

**Cuadro 13. Análisis de varianza para peso unitario de bulbo (g) en cebolla Sivan, Calana 2012.**

| F de V.       | G.L. | S.C.      | C.M.     | F.C.  | F $\alpha$ |         |
|---------------|------|-----------|----------|-------|------------|---------|
|               |      |           |          |       | 0,05       | 0,01    |
| Bloques       | 3    | 3 118,06  | 1 039,35 | 6,36  | 3,07       | 4,87 ** |
| Quick(Q)      | 1    | 216,32    | 216,32   | 1,32  | 4,32       | 8,02 ns |
| Nitrógeno (N) | 3    | 8 337,76  | 2 779,25 | 17,02 | 3,07       | 4,87 ** |
| Q*N           | 3    | 495,03    | 165,01   | 1,01  | 3,07       | 4,87 ns |
| Error         | 21   | 3 429,56  | 163,31   |       |            |         |
| Total         | 31   | 15 596,73 |          |       | C.V= 6,76% |         |

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 13, de análisis de varianza de peso unitario de bulbo, se observa diferencias altamente significativas entre bloques, para el factor Quick, no se halló diferencias significativas, por lo tanto la influencia de Quick no es notoria, para el factor nitrógeno se halló diferencias altamente significativa, por lo tanto los niveles de nitrógeno influyeron de

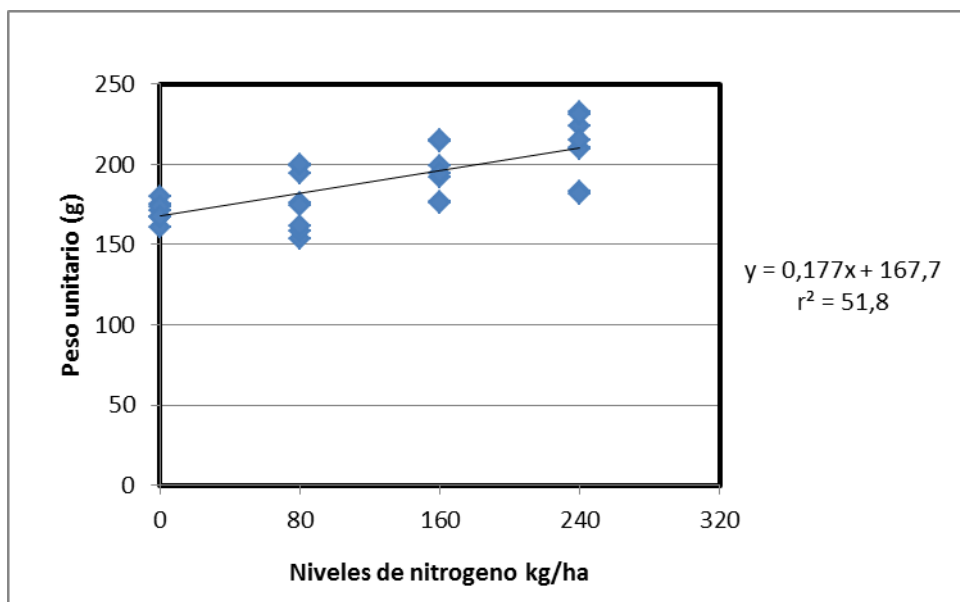
manera positiva sobre el peso unitario de bulbo. Con respecto a la interacción QxN, no hubo significación estadística, es decir ambos factores actúan independientemente, el coeficiente de variación fue de 6,76 %, es aceptable.

**Cuadro 14. Análisis de varianza de regresión de peso unitario de bulbo (g) para niveles de nitrógeno en cebolla Sivan, Calana 2012.**

| F.V.      | G.L. | S.C.     | C.M.    | F.C.                              |
|-----------|------|----------|---------|-----------------------------------|
| Regresión | 1    | 8078,39  | 8078,39 | 32,23 **                          |
| Error     | 30   | 75,18,35 | 250,61  |                                   |
| Total     | 31   | 15596,73 |         |                                   |
|           |      |          |         | <b><math>r^2 = 51,8 \%</math></b> |

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 14, del análisis de regresión de peso unitario de bulbo (g), para niveles de nitrógeno (kg/ha), se observa una alta significación estadística, cuyo coeficiente de determinación indica que el 51,8% de peso unitario depende del efecto del nitrógeno y el resto de otros factores.



**Gráfico 5. Peso unitario de bulbo con respecto a niveles de nitrógeno en cebolla Sivan.**

Fuente: Elaboración propia

El Gráfico 5, del peso unitario de bulbo, se observa la ecuación siguiente:

$$Y=167,7 + 0,177N$$

Indica que por cada kilogramo de nitrógeno incorporado en el ensayo el peso unitario de bulbo se incrementará en 0,177 g. evidenciándose la enorme influencia de la fertilización nitrogenada.

Machaca V (.2012), En la comparación de la efectividad de distintos insecticidas en el control de Trips, obtuvo un peso promedio de bulbo de 276,07 g, considerándose superior al hallado en el presente trabajo.

En nuestro trabajo de investigación no se halló una dosis óptima de nitrógeno para esta variable respuesta, puesto que el nitrógeno, según nuestro resultado, tiene participación directa en el peso del bulbo, sobre la planta y eleva los rendimientos, según otros trabajos e investigadores, se da en evidencia en el presente trabajo, puesto que a medida que se incorpora más nitrógeno en kg/ha se incrementará el peso llegando caer en un determinado momento, por la ley de los rendimientos decrecientes.

La cebolla Sivan requiere entre 15 a 20 % menos Nitrógeno que cualquiera de las variedades locales que se siembren en su zona. Un excesivo uso de Nitrógeno traerá como consecuencia el partido de bulbos de cebolla, bajando con esta la calidad de la cebolla. (Semiagro, 2010).

### **5.5 Rendimiento (t/ha)**

Esta variable consta del peso de los frutos de las plantas evaluadas por unidad experimental, siendo finalmente transformadas estos por hectárea, los datos originales se presentan en el anexo 5.

**Cuadro 15. Análisis de varianza para rendimiento (t/ha) en cebolla Sivan, Calana 2012.**

| F de V.       | G.L. | S.C.   | C.M.   | F.C.  | F $\alpha$ |         |
|---------------|------|--------|--------|-------|------------|---------|
|               |      |        |        |       | 0,05       | 0,01    |
| Bloques       | 3    | 78,16  | 26,05  | 7,01  | 3,07       | 4,87 ** |
| Quick(Q)      | 1    | 19,68  | 19,679 | 5,29  | 4,32       | 8,02 *  |
| Nitrógeno (N) | 3    | 408,23 | 136,08 | 36,61 | 3,07       | 4,87**  |
| Q*N           | 3    | 20,72  | 6,909  | 1,86  | 3,07       | 4,87ns  |
| Error         | 21   | 78,07  | 3,717  |       |            |         |
| Total         | 31   | 604,86 |        |       | C.V= 5,12% |         |

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 15, de análisis de varianza para rendimiento, nos indica diferencias altamente significativas entre bloques, para el factor Quick se halló diferencias significativas; por lo que evidencia una influencia del Quick con respecto al testigo, para el factor nitrógeno se halló diferencias altamente significativas, por lo tanto se infiere que los niveles de nitrógeno influyeron de manera positiva en el rendimiento. En la interacción QxN, no hubo significación estadística, por tanto ambos factores actúan independientemente, no se ven influenciados el uno del otro, el coeficiente de variación fue de 5,12 %, es aceptable.

**Cuadro 16. Prueba de significación de Duncan para rendimiento en (t/ha) en cebolla Sivan con aplicación de Quick**

| Orden de mérito | Tratamiento    | Promedio t/ha | Significancia<br>0,05 | $\alpha$ |
|-----------------|----------------|---------------|-----------------------|----------|
| 1               | Q <sub>1</sub> | 38,43         | a                     |          |
| 2               | Q <sub>0</sub> | 36,86         | b                     |          |

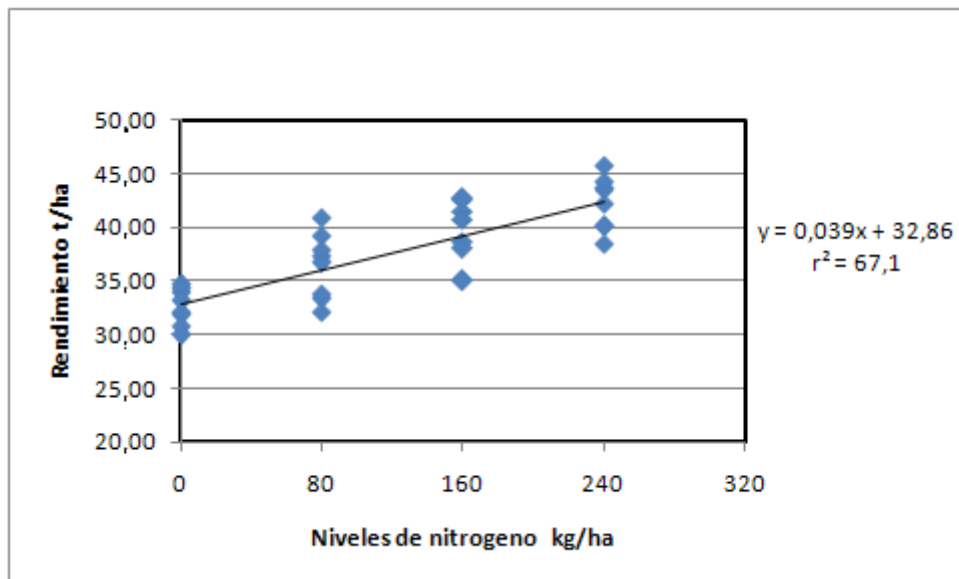
Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 16, de la prueba de significación de Duncan para rendimiento (t/ha), se observa que el tratamiento Q<sub>1</sub> (con Quick) obtuvo un mayor promedio 38,43 t/ha; en comparación al Q<sub>0</sub> (sin Quick) cuyo promedio alcanzó los 36,86 t/ha. Estos resultados reflejan que el fitorregulador Quick tiene efecto en la fisiología de la planta al inhibir a la giberelinas y evitar el viciado del tallo, permitiendo que las sustancias de reserva se transloque y acumulen en los órganos cosechables.

**Cuadro 17. Análisis de varianza de regresión para rendimiento de bulbo (t/ha) para niveles de nitrógeno en cebolla Sivan, Calana 2012.**

| F.V.      | G.L. | S.C.    | C.M.   | F.C.          |
|-----------|------|---------|--------|---------------|
| Regresión | 1    | 406,353 | 406,35 | 61,411**      |
| Error     | 30   | 198,505 | 6,616  |               |
| Total     | 31   | 604,858 |        |               |
|           |      |         |        | $r^2=67,1 \%$ |

Fuente: Elaboración propia



**Gráfico 6. Función lineal de rendimiento (t/ha) con respecto a niveles de nitrógeno en cebolla Sivan.**

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 17, del análisis de regresión para rendimiento, se observa una alta significación estadística para el nitrógeno, evidencia que a medida que incorporemos más unidades de nitrógeno el rendimiento aumentara hasta un punto de quiebre, la producción de bulbos se encuentra influenciada en 67,1% por el nitrógeno, así como se observa en la siguiente ecuación.

$$Y=32,86 + 0,039N$$



Indica que por cada unidad de nitrógeno incorporada al experimento el rendimiento se incrementara en 0,039 t/ha. No es posible determinar un nivel óptimo de nitrógeno en el presente experimento.

El rendimiento alcanzado la presente investigación puede ser calificado como bajo, ya que esta variedad alcanza rendimientos de 80 t/ha según Semiagro (2010). Machaca V. (2012), en su trabajo denominado comparación de efectividad de distintos insecticidas en el control de “Trips” en el cultivo de cebolla Sivan, en el Proter – Sama”, donde llega obtener 55,22 t/ha.

Ayca C, obtiene un rendimiento de 49,2 t/ha con una dosis de 158,65 kg/ha de nitrógeno en cebolla Sivan; así mismo cabe destacar que el producto Quick (cloruro de Mepiquat) según Dios M. (Tumbes) influye en el rendimiento, logrando cosechar 60,58 t/ha con la aplicación de Pix en la variedad de cebolla Texas Granex 438.

## **CONCLUSIONES**

De los resultados obtenidos en el presente trabajo se llega a la siguiente conclusión.

Realizadas las aplicación crecientes de 00; 80; 160; 240 kg de N/ha, no ha sido posible determinar la dosis adecuada de nitrógeno que proporcione el mayor rendimiento t/ha de bulbo para las condiciones de la localidad de Calana.

Así también se demostró la influencia del fitorregulador Quick (cloruro de Mepiquat), sobre la producción, obteniéndose un rendimiento promedio de 38,43 t/ha con aplicación de Quick, a diferencia de 36,86 t/ha sin aplicación del Quick.

## **RECOMENDACIONES**

Dadas las condiciones edafoclimaticas se recomienda.

Utilizar dosis cercanas a los 200 de kg de N/ha para obtener rendimientos elevados. Así como replicar el presente trabajo con niveles superiores a 240 kg de N/ha.

Realizar aplicaciones con el fitorregulador Quick (cloruro de Mepiquat) a una dosis superior a 500 ml/cil para incrementar los rendimientos en el cultivo de cebolla Sivan, y lograr bulbos de calidad para la comercialización en el mercado interno y externo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arbaiza, A. (2002). Guía practica y manejo de plagas en 26 cultivos, impresiones del castillo., Chiclayo – Perú, 727 pág.
- Ayca, C. (2012). Influencia de 4 niveles de nitrógeno en el rendimiento y calidad de 2 variedades de cebolla (*Allium cepa L*) de exportación en el valle de Ite. Tesis UNJBG. Tacna –Perú. 97 pág.
- Azcon, J & Talon, M; (2000). Fundamentos de fisiología vegetal, Edición Mc Grill-Interamericana. España, 522 pág.
- Brewster, J.L, (2001). Las cebollas y otros alliums, editorial Acribia, España, 253 pág.
- Cooke, G.W. (1987). Fertilizantes y sus usos. Editorial continental. México
- Cotrado, J. (1998). Distanciamiento y nitrógeno óptimo en rendimiento de cebolla (*Allium cepa L*) var. Texas Early grano 502 con riego por exudación. Tesis UNJBG. Tacna – Perú.
- Delgado de la Flor, F. (2000). Hortalizas, Datos básicos. UNALM. 202.

Devlin, R. (1982). Fisiología vegetal. Ediciones Omega, SA.518 pág.

Dios, M. (2008). Efecto de tres fitorreguladores de crecimiento en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L) var. Texas Granex 438 en el valle de tumbes Perú. Tesis Universidad de tumbes.

Figuerola, M. (1996). Efecto de la aplicación de reguladores de crecimiento en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L) c.v. valenciana; tesis UNJBG, Tacna - Perú 117 pág.

Gros, A. (1981). Abonos, guía práctica de la fertilización. Séptima edición. Editorial Mundi-prensa, 570 pág.

Lira, H. (1994). Fisiología Vegetal; Editorial Trillas; México, 237 pág.

Machaca, V. (2012). Comparación de efectividad de distintos insecticidas en el control de Trips, en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) cultivar Sivan en el Proter-Sama. Tesis UNJBG Tacna –Perú.

Maroto, J. (1994). Horticultura especial. 4º Edición. Editorial Mundi – Prensa.611 pág.

Maroto, J.V. Elementos de Horticultura general, segunda edición, editorial Mundi-prensa.

Ortega, A. (2001). Influencia de la fertilización nitrogenada y fosforada en el rendimiento del cultivo de cebolla (*Allium cepa L*) var. Texas Early grano, bajo riego por goteo. Tesis UNJBG. Tacna – Perú. 96 pág.

Pezo, F. (2001). Determinación del nivel óptimo de nitrógeno en tres variedades de cebolla (*Allium cepa L*) en la Yarada. Tesis UNJBG. Tacna- Perú. 79 pág.

Potash & Phosphate Institute, (1997). Manual internacional de fertilidad de suelos, INPOFOS, 120 pág.

Salisbury, B. (1994). Fisiología vegetal, editorial Iberoamérica, México, 359 pág.

Semiagro. (2010). Manual de cebolla. Lima- Perú. 22 pág.

Tamaro, D. (1974). Manual de Horticultura. Séptima edición. Editorial Gustavo Gili. Barcelona España.

Tislade, (1991). Fertilidad de los suelos y fertilizantes, editorial Limusa, México, 760 pág.

Universidad Católica de Chile. Monografías Hortícolas; 153 pág.

Vademecun (1982). (Tomo II), cultivo de cebolla, análisis de costos y evaluación económica de una hectárea. pag.50.

Valadez, A. (2001). Producción de hortalizas, editorial Limusa, México 297 pág.

Vilca, J. (2010). Evaluación del rendimiento de seis cultivares de cebolla (*Allium cepa L*) en condiciones de época de invierno en la irrigación de Ite - Departamento de Tacna. Tesis UNJBG, 103 pág.

**ANEXOS**



### Anexo 1. Datos de altura de planta (cm)

| TRATAMIENTO | COMBINACIÓN | REPETICIONES |       |       |       | PROMEDIO |
|-------------|-------------|--------------|-------|-------|-------|----------|
|             |             | R1           | R2    | R3    | R4    |          |
| <b>T1</b>   | Q0N1        | 46,80        | 46,85 | 45,25 | 45,10 | 46,00    |
| <b>T2</b>   | Q0N2        | 48,35        | 50,55 | 50,40 | 44,50 | 48,45    |
| <b>T3</b>   | Q0N3        | 49,65        | 56,25 | 54,90 | 50,40 | 52,80    |
| <b>T4</b>   | Q0N4        | 52,30        | 56,65 | 53,20 | 51,15 | 53,33    |
| <b>T5</b>   | Q1N1        | 50,65        | 48,60 | 46,20 | 44,80 | 47,56    |
| <b>T6</b>   | Q1N2        | 47,55        | 48,35 | 51,35 | 45,00 | 48,06    |
| <b>T7</b>   | Q1N3        | 51,30        | 49,10 | 51,35 | 50,25 | 50,50    |
| <b>T8</b>   | Q1N4        | 49,25        | 51,45 | 47,60 | 49,05 | 49,34    |

Fuente: Elaboración propia.

### Anexo 2. Datos de diámetro polar (cm)

| TRATAMIENTOS | COMBINACIÓN | REPETICIONES |      |      |      | PROMEDIO |
|--------------|-------------|--------------|------|------|------|----------|
|              |             | R1           | R2   | R3   | R4   |          |
| <b>T1</b>    | Q0N1        | 7,10         | 7,18 | 7,17 | 7,01 | 7,12     |
| <b>T2</b>    | Q0N2        | 7,24         | 7,36 | 6,80 | 7,15 | 7,14     |
| <b>T3</b>    | Q0N3        | 7,28         | 7,39 | 7,40 | 7,05 | 7,28     |
| <b>T4</b>    | Q0N4        | 7,66         | 7,43 | 7,00 | 7,24 | 7,33     |
| <b>T5</b>    | Q1N1        | 7,37         | 7,22 | 6,94 | 6,86 | 7,10     |
| <b>T6</b>    | Q1N2        | 7,09         | 7,44 | 7,52 | 7,17 | 7,31     |
| <b>T7</b>    | Q1N3        | 7,35         | 7,32 | 7,30 | 7,46 | 7,36     |
| <b>T8</b>    | Q1N4        | 7,34         | 7,38 | 7,61 | 7,49 | 7,46     |

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 3. Datos de diámetro ecuatorial de fruto (cm)

| TRATAMIENTOS | COMBINACION | REPETICIONES |      |      |      | PROMEDIO |
|--------------|-------------|--------------|------|------|------|----------|
|              |             | R1           | R2   | R3   | R4   |          |
| T1           | Q0N1        | 6,83         | 5,53 | 6,66 | 6,80 | 6,71     |
| T2           | Q0N2        | 6,97         | 7,17 | 6,62 | 6,92 | 6,92     |
| T3           | Q0N3        | 7,42         | 7,28 | 7,05 | 6,85 | 7,15     |
| T4           | Q0N4        | 7,32         | 7,56 | 7,09 | 6,87 | 7,21     |
| T5           | Q1N1        | 6,97         | 6,92 | 6,91 | 6,81 | 6,90     |
| T6           | Q1N2        | 6,65         | 7,24 | 6,98 | 6,63 | 6,88     |
| T7           | Q1N3        | 7,43         | 7,22 | 7,27 | 6,90 | 7,21     |
| T8           | Q1N4        | 7,64         | 7,64 | 7,41 | 7,48 | 7,54     |

Fuente: Elaboración propia.

### Anexo 4. Datos de peso unitario de bulbo (g)

| TRATAMIENTOS | COMBINACIÓN | REPETICIONES |        |        |        | PROMEDIO |
|--------------|-------------|--------------|--------|--------|--------|----------|
|              |             | R1           | R2     | R3     | R4     |          |
| T1           | Q0N1        | 171,25       | 174,95 | 166,8  | 160,40 | 168,35   |
| T2           | Q0N2        | 176,10       | 199,50 | 153,70 | 174,35 | 175,91   |
| T3           | Q0N3        | 215,05       | 214,25 | 192,20 | 177,10 | 199,65   |
| T4           | Q0N4        | 210,25       | 232,35 | 183,05 | 181,40 | 201,76   |
| T5           | Q1N1        | 180,35       | 173,70 | 167,40 | 167,35 | 172,20   |
| T6           | Q1N2        | 158,25       | 194,60 | 199,60 | 161,25 | 178,43   |
| T7           | Q1N3        | 215,35       | 199,25 | 194,15 | 175,80 | 196,14   |
| T8           | Q1N4        | 223,55       | 230,85 | 209,35 | 215,10 | 219,71   |

Fuente: Elaboración propia.

### Anexo 5. Datos de rendimiento (t/ha)

| TRATAMIENTOS COMBINACIÓN |      | REPETICIONES |       |       |       | PROMEDIO |
|--------------------------|------|--------------|-------|-------|-------|----------|
|                          |      | R1           | R2    | R3    | R4    |          |
| T1                       | Q0N1 | 34,00        | 31,86 | 32,17 | 29,94 | 31,99    |
| T2                       | Q0N2 | 37,39        | 39,22 | 36,72 | 33,33 | 36,67    |
| T3                       | Q0N3 | 35,00        | 42,60 | 41,44 | 35,00 | 38,51    |
| T4                       | Q0N4 | 40,06        | 40,22 | 42,28 | 38,50 | 40,26    |
| T5                       | Q1N1 | 34,67        | 34,27 | 33,14 | 30,75 | 33,21    |
| T6                       | Q1N2 | 32,17        | 40,89 | 37,87 | 33,83 | 36,19    |
| T7                       | Q1N3 | 38,67        | 42,69 | 40,72 | 38,00 | 40,02    |
| T8                       | Q1N4 | 43,50        | 43,69 | 45,76 | 44,22 | 44,29    |

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 6. CRONOGRAMA DE TRABAJO - 2012

| ACTIVIDADES             | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SET | OCT | NOV |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <b>I.-CAMPO</b>         |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Preparación de terreno  | x   |     |     |     |     |     |     |     |
| Siembra de almacigo     | x   |     |     |     |     |     |     |     |
| Transplante             |     |     | x   |     |     |     |     |     |
| Riegos                  |     |     | x   | x   | x   | x   |     |     |
| Deshierbo               | x   |     | x   | x   | x   |     |     |     |
| Fertilizaciones         | x   |     | x   | x   | x   |     |     |     |
| Control fitosanitario   | x   | x   | x   | x   | x   | x   |     |     |
| Cosecha                 |     |     |     |     |     |     | x   |     |
| Evaluaciones            |     |     |     |     |     |     | x   |     |
| <b>II.-GABINETE</b>     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Tabulación de datos     |     |     |     |     |     |     | x   |     |
| Elaboración de informe  |     |     |     |     |     |     |     | x   |
| Presentación de informe |     |     |     |     |     |     |     | x   |

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 7. PRESUPUESTO DEL EXPERIMENTO.

| DESCRIPCION                  | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO<br>UNI. | SUB<br>TOTAL | TOTAL        |
|------------------------------|--------|----------|----------------|--------------|--------------|
| <b>COSTOS<br/>DIRECTOS</b>   |        |          |                |              | 815          |
| <b>I.-MANO DE OBRA</b>       |        |          |                |              | 480          |
| preparación de terreno       | Jrn    | 2        | 30             | 60           |              |
| siembra y trasplante         | Jrn    | 2        | 30             | 60           |              |
| labores culturales           | Jrn    | 5        | 30             | 150          |              |
| riegos                       | Jrn    | 5        | 30             | 150          |              |
| cosecha                      | Jrn    | 2        | 30             | 60           |              |
| <b>II.- INSUMOS</b>          |        |          |                |              | 335          |
| semilla                      | Kg     | 0,1      | 450            | 45           |              |
| fertilizantes                | kg     | 20       | 2,5            | 50           |              |
| Insecticidas                 | L      | 4        | 30             | 120          |              |
| fungicidas                   | Kg     | 2        | 35             | 70           |              |
| otros                        |        |          |                | 50           |              |
| <b>COSTOS<br/>INDIRECTOS</b> |        |          |                |              | 200          |
| otros                        |        |          |                | 200          |              |
| <b>COSTO TOTAL</b>           |        |          |                |              | <b>1 015</b> |

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 8. Fotografías del experimento



Fotografía 1. Plantado de la cebolla Sivan, Calana 2012.



Fotografía 2. Control de plagas y enfermedades.



Fotografía 3. Pesado y aplicación del fertilizante (urea).



Fotografía 4. Cosecha y selección de la cebolla Sivan.