

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

**Escuela Profesional de Agronomía**

**TESIS**

**INFLUENCIA DE BIOESTIMULANTES ORGÁNICOS EN EL RENDIMIENTO  
DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.) var. ROJA ILABAYA EN CENTRO  
EXPERIMENTAL AGRÍCOLA III LOS PICHONES - TACNA**

**Presentada por:**

**Bach. TANIA MARIBEL QUISPE QUISPE**

**Para optar el título profesional de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TACNA – PERÚ**

**2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

**Escuela Profesional de Agronomía**

**TESIS**

**INFLUENCIA DE BIOESTIMULANTES ORGÁNICOS EN EL RENDIMIENTO DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.) var. ROJA ILABAYA EN CENTRO EXPERIMENTAL AGRÍCOLA III LOS PICHONES - TACNA**

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 30 DE MAYO DEL 2019, SIENDO EL JURADO CALIFICADOR:

PRESIDENTE:

  
MSc. ARÍSTIDES CHOQUEHUANCA TINTAYA

SECRETARIO:

  
Dr. OSCAR OCTAVIO FERNÁNDEZ CUTIRE

VOCAL:

  
MSc. NIVARDO NÚÑEZ TORREBLANCA

ASESOR:

  
MSc. MAGNO SANTOS ROBLES TELLO

## **DEDICATORIA**

A Dios, por guiarme a lograr mis objetivos dándome fuerzas para seguir adelante día a día y bendecirme.

A mis padres Ricardo Quispe Chambilla y Esperanza Quispe Mamani, por darme la vida, cuidarme, brindarme su amor e inculcarme valores como, respeto, honestidad, puntualidad. Apoyándome incondicionalmente a lograr mis objetivos, y por ser el ejemplo a seguir en la vida.

Mis hermanos Noemí Marylandia Quispe y Frank Rene Quispe por ser mis compañeros de vida y estar en los buenos y malos momentos siempre juntos, brindándome su apoyo incondicionalmente para lograr mis objetivos.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi alma mater Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, por acogerme durante cinco años de mi etapa estudiantil y formación profesional.

A mi asesor MSc. Magno Santos Robles Tello por su apoyo y consejos para culminación de mi trabajo de investigación.

A mis jurados MSc. Arístides Choquehuanca Tintaya, Ing. Ph. Dr. Oscar Octavio Fernández Cutiré y MSc. Nivardo Núñez Torreblanca por su apoyo en la culminación de mi tesis.

Al Ing. Marcos Manuel Alvarez Quispe por su apoyo y colaboración en la investigación del trabajo de investigación

A mi hermana Noemí Marylandia Quispe por su apoyo y colaboración incondicional.

Al Ing. Gladys Huallpa Ccopa y al técnico Ismael Mollinedo Tarapa por su colaboración y apoyo en campo.

A mis compañeros Secia Cahuana Mancilla, Yovana Lucero Onofre y David Mamani Rosado por apoyarme en la instalación del cultivo.

## CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
CONTENIDO .....	v
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiv
RESUMEN .....	xv
ABSTRACT .....	xvi
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	
1.1. Descripción del problema .....	3
1.2. Formulación del problema .....	5
1.2.1. Problema general .....	5
1.2.2. Problema específico .....	5
1.3. Delimitación de la investigación .....	6
1.3.1. Temporal .....	6
1.3.2. Espacial .....	6

1.4. Justificación .....	6
1.5. Alcances y limitaciones.....	8
1.5.1. Alcances.....	8
1.5.2. Limitaciones .....	8
<b>CAPÍTULO II: OBJETIVOS E HIPÓTESIS</b>	
2.1 Objetivos.....	10
2.1.1 General .....	10
2.1.2 Especifico .....	10
2.2 Hipótesis.....	10
2.2.1 General .....	10
2.2.2 Especifica.....	11
2.3 Variables.....	11
2.3.1. Variable independiente .....	11
<b>CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO</b>	
3.1. Antecedentes.....	12
3.2. Cultivo de cebolla .....	14
3.2.1. Aspectos generales .....	14
3.2.3 clasificación taxonómica .....	15
3.2.4 descripción morfológica .....	16
3.2.5. Factores edafoclimáticos .....	19
3.2.6. Fertilización .....	22

3.2.7. Control de malezas.....	23
3.2.8. Riego.....	24
3.2.9. Plagas y enfermedades.....	25
3.2.10. Cosecha.....	26
3.3. Bioestimulantes.....	26
3.3.1. Generalidades.....	26
3.3.2. Modo de acción de los bioestimulantes.....	28
3.3.3. Beneficios del uso de los bioestimulantes.....	28
3.3.4. Manejo de la fertilización foliar y bioestimulantes.....	28
3.3.5. Efectos de la fotosíntesis.....	30
3.3.6. Acción sobre las estomas.....	31
3.3.7. Efecto quelatante.....	31
3.3.8. Aminoácidos.....	32
3.3.9. Extracto de algas.....	33
3.4. Bioestimulantes orgánicos.....	34
3.4.1. Orgabiol.....	34
3.4.2. Aminoterra.....	36
3.4.3. Activeg.....	38
3.4.4. Basfoliar algae.....	41
<b>CAPÍTULO IV: MATERIALES Y MÉTODOS</b>	
4.1. Tipo de investigación.....	43

4.2. Localización del campo experimental .....	43
4.3. Historial del campo experimental .....	43
4.4. Características del suelo.....	44
4.5. Datos meteorológicos .....	45
4.6. Material experimental.....	46
4.6.1. Características de la variedad .....	46
4.7. Tratamientos en estudio .....	46
4.8. Variables de respuesta .....	47
4.8.1. Altura de planta (cm) .....	47
4.8.2. Diámetro polar de bulbo (mm) .....	47
4.8.3. Diámetro ecuatorial de bulbo (mm).....	47
4.8.4. Peso de bulbo (g) .....	48
4.8.5. Rendimiento total (t/ha) .....	48
4.9 Diseño experimental .....	48
4.10. Características del campo experimental .....	49
4.10.1. Características de la parcela .....	49
4.10.2. Características de los bloques.....	49
4.10.3. Características de la unidad experimental .....	49
4.12. Análisis estadístico .....	50
4.13. Conducción del experimento.....	51
4.13.1. Muestreo del suelo .....	51

4.13.2. Preparación del terreno .....	51
4.13.3. Formación de surcos .....	51
4.13.4. Abonado y fertilización de fondo .....	52
4.13.5. Almacigo.....	52
4.13.6. Trasplante .....	52
4.13.7. Aplicación de los bioestimulantes orgánicos .....	53
4.13.8. Deshierbos .....	54
4.13.9. Riego .....	54
4.13.10. Fertilización .....	54
4.13.10. Control fitosanitario.....	55
4.13.11. Cosecha .....	55
<b>CAPÍTULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
5.1. Altura de planta (cm).....	57
5.2. Diámetro polar (mm) .....	59
5.3. Diámetro ecuatorial (mm) .....	61
5.4. Peso de bulbo (g) .....	63
5.5. Rendimiento total de bulbo (t ha <sup>-1</sup> ) .....	65
CONCLUSIÓN.....	68
RECOMENDACIONES.....	69
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	70
ANEXOS .....	76

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Dosis y momentos de aplicación del Orgabiol.....	36
Tabla 2.	Composición química del Aminoterra.....	37
Tabla 3.	Recomendaciones de uso del Aminoterra.....	38
Tabla 4.	Aminoácidos provenientes de la fermentación del bioestimulante Activeg.....	39
Tabla 5.	Composición química del bioestimulante Activeg.....	40
Tabla 6.	Dosis y recomendaciones de uso del bioestimulante Activeg.....	40
Tabla 7.	Composición química del bioestimulante Basfoliar algae.....	42
Tabla 8.	Dosis y épocas de aplicación de Basfoliar algae.....	42
Tabla 9.	Análisis físico - químico del suelo.....	44
Tabla 10.	Datos meteorológicos registrados durante la ejecución de la investigación.....	45
Tabla 11.	Análisis de la varianza para altura de planta de cebolla variedad Roja Ilabaya.....	57
Tabla 12.	Prueba de rango múltiple de Duncan para altura de planta de cebolla variedad Roja Ilabaya.....	58

Tabla 13. Análisis de la varianza para diámetro polar de bulbo de cebolla variedad Roja Ilabaya .....	59
Tabla 14. Prueba de rango múltiple de Duncan para el diámetro polar del bulbo de cebolla variedad Roja Ilabaya .....	60
Tabla 15. Análisis de la varianza para diámetro ecuatorial de bulbo de cebolla variedad Roja Ilabaya.....	61
Tabla 16. Prueba de rango múltiple de Duncan para el diámetro ecuatorial del bulbo cebolla variedad Roja Ilabaya.....	62
Tabla 17. Análisis de la varianza para peso de bulbo de cebolla variedad Roja Ilabaya .....	63
Tabla 18. Prueba de rangos múltiple de Duncan para el peso de bulbo cebolla variedad Roja Ilabaya.....	64
Tabla 19. Análisis de la varianza para rendimiento total de bulbo de cebolla variedad Roja Ilabaya .....	65
Tabla 20. Prueba de rango múltiple de Duncan para el rendimiento total de bulbo cebolla variedad Roja Ilabaya .....	66

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Aleatorización de los tratamientos en el campo experimental .....	50
---	----

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Datos originales de altura de planta .....	77
Anexo 2.	Datos originales de diámetro polar de bulbo .....	77
Anexo 3.	Datos originales de diámetro ecuatorial de bulbo.....	77
Anexo 4.	Datos originales de peso de bulbo .....	78
Anexo 5.	Datos originales de rendimiento total (t/ha).....	78
Anexo 6.	Análisis físico químico de suelo del campo experimental .....	79
Anexo 7.	Costo de producción para el área utilizada en la investigación .....	80
Anexo 8.	Panel fotográfico .....	81
Anexo 9.	Fenología del cultivo de cebolla variedad Ilabaya .....	86
Anexo 10.	Galería de fotos de toma de datos .....	89

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “influencia de bioestimulantes orgánicos en el rendimiento de cebolla (*Allium cepa* L.) Var. Roja Ilabaya” se realizó en el Centro Experimental Agrícola III “Los Pichones” de la UNJBG. El objetivo fue determinar la influencia de los bioestimulantes orgánicos en el rendimiento de bulbo de cebolla var. Roja Ilabaya. Los tratamientos utilizados fueron los bioestimulantes: t<sub>1</sub>: Orgabiol, t<sub>2</sub>: Aminoterra, t<sub>3</sub>: Activeg, t<sub>4</sub>: Basfoliar algae y t<sub>0</sub>: testigo. El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar, para el análisis de datos se empleó el análisis de varianza y para las comparaciones de tratamientos, la prueba de rango múltiple de Duncan. Los resultados concluyeron que el bioestimulante t<sub>2</sub>: Aminoterra logró el mayor rendimiento con 39,82 t ha<sup>-1</sup>.

**Palabras clave:** *Allium cepa*, aminoterra, bioestimulantes, rendimiento

## **ABSTRACT**

The present research work entitled "influence of organic biostimulants on the yield of onion (*Allium cepa* L.) var. Roja Ilabaya "was carried out in the Agricultural Experimental Center III" Los Pichones "of the UNJBG. The objective was to determine the influence of organic biostimulants on the performance of onion bulb var. Ilabaya red the treatments used were the biostimulants: t<sub>1</sub>: Orgabiol, t<sub>2</sub>: Aminoterra, t<sub>3</sub>: Activeg, t<sub>4</sub>: Basfoliar algae and t<sub>0</sub>: control. The experimental design used was randomized complete blocks. For analysis of data, analysis of variance was used and for Duncan's multiple range test for treatment comparisons. The results concluded that the bioestimulant t<sub>2</sub>: Aminoterra with 40.45 t ha<sup>-1</sup> was superior to the other treatments under study.

**Keywords:** *Allium cepa*, aminoterra, biostimulants, yield.

## INTRODUCCIÓN

La cebolla, es una hortaliza de gran importancia tanto en la alimentación familiar, por su contenido en minerales, vitaminas, proteínas y carbohidratos; como por su valor económico y porque representa para la agricultura una buena alternativa de cultivo.

En la región Tacna, el cultivo de cebolla roja ha manifestado un crecimiento en los últimos años, estableciéndose como una de las principales hortalizas cultivadas. La cebolla constituye una alternativa de producción dentro de muchos cultivos hortícolas para los agricultores de la región, debido a su alto potencial productivo y al consumo en el ámbito local nacional e internacional, el mismo que garantiza su comercialización. Los bajos rendimientos en las zonas productoras de Tacna (Ilabaya, Locumba, Ite, La Yarada, Los Palos), se ve afectado por las condiciones adversas (estrés hídrico, plagas, enfermedades, altas temperaturas, etc.) y el desconocimiento en la aplicación de los bioestimulantes orgánicos, para incrementar los rendimientos y la calidad de la cebolla.

Los bioestimulantes principalmente a base de aminoácidos, extractos de algas y ácidos fúlvicos, en los últimos años mediante muchos estudios

se ha podido observar que influyen sobre los procesos fisiológicos del cultivo (crecimiento vegetativo y bulbificación), procesos que aún no han sido estudiados a nivel local.

En el caso de la región Tacna, existen pocas investigaciones acerca de la aplicación de bioestimulantes en el cultivo de cebolla roja Ilabaya. Es precisamente el potencial productivo de la variedad lo que se pretende desarrollar en la presente investigación con la aplicación de bioestimulantes orgánicos a base de aminoácidos, extractos de algas y ácidos fúlvicos aplicados en las fases de crecimiento y bulbificación, manteniendo una fertilización constante para todos los tratamientos.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1. Descripción del problema**

La cebolla (*Allium cepa* L.) es la tercera hortaliza en importancia económica y en términos de superficie cosechada después de la papa y el tomate, en el 2014 se cosecharon 5 millones de has y la producción alcanzó los 88 millones de toneladas con un rendimiento promedio de 16,6 t/ha siendo los principales productores China (27 %) e India (20 %) y Estados Unidos (4 %) (Jaldo, 2017).

En el Perú, la producción de cebolla se orienta especialmente al mercado local, en el 2015 más del 80 % de las 775 000 toneladas producidas se destinaron a abastecer al consumo interno. En efecto, el rendimiento promedio nacional aumentó en casi 6 % entre el 2014 y 2015, asimismo Arequipa mantiene la mayor superficie instalada con 9 316 ha, con una participación del 50,95 %, seguida por Ica con 2 377 ha (13 %), Lima con 1 185 ha (6,49 %), y La libertad con 959 ha (5,24 %), estos departamentos concentran el 78,87 % de toda la superficie instalada nacional. La región de Ica presenta el mejor rendimiento con 62 888 kg/ha,, seguida por Arequipa con 47 920 kg/ha.

Las regiones La Libertad y Lima, presentan rendimientos por debajo del promedio nacional (37 145 kg/ha y 31 537 kg/ha respectivamente). El rendimiento promedio nacional es de 41 648 kg/ha (MINAGRI, 2016).

En Tacna la superficie instalada en el 2014 y 2015 fue 585 ha, lo que representa el 3,20 % del área total sembrada en el país, el rendimiento promedio regional es 33 826 kg/ha se encuentra por debajo del rendimiento promedio nacional. Las zonas donde se cultiva la cebolla son Ilabaya, Locumba, Ite y La Yarada (MINAGRI, 2016).

Uno de los mayores problemas más importantes en la región Tacna, son los bajos rendimientos del cultivo de cebolla, lo que implica la baja calidad de los frutos y por ende mínimos ingresos para los productores. La fertilización es muy importante para asegurar altos rendimientos, por ser un factor para un buen crecimiento y desarrollo del cultivo, y siendo necesario para una buena bulbificación de la cebolla, aplicación de los bioestimulantes incrementan los rendimientos y mejoran la calidad de los frutos.

Los bioestimulantes orgánicos actúan sobre crecimiento y desarrollo, acelerando el ciclo del cultivo, permitiendo una mayor eficiencia de la fertilización, y reflejado en el rendimiento. Asimismo actúan como mejoradores del suelo, acción que puede ser aprovechada en la

producción de los cultivos, observándose una mejora constante de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Sin embargo hasta el momento no se han desarrollado muchas investigaciones que permitan determinar la importancia del empleo de los bioestimulantes orgánicos sobre el cultivo de cebolla y los efectos que estos generan directamente sobre la producción. En la presente investigación se determinó la influencia que tienen los bioestimulantes orgánicos sobre el rendimiento de la cebolla Roja Ilabaya.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál será la influencia de los bioestimulantes orgánicos en el rendimiento de la cebolla (*Allium cepa* L.) var. Roja Ilabaya en el CEA III “Los Pichones”, Tacna?

### **1.2.2. Problema específico**

¿Cuál será el bioestimulante orgánico que tiene mejor respuesta en el rendimiento de cebolla (*Allium cepa* L.) var. Roja Ilabaya en el CEA III “Los Pichones”, Tacna?

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

#### **1.3.1. Temporal**

El tiempo de ejecución de la investigación fue 4 meses; la siembra se realizó el 26 octubre del 2018, la cosecha se efectuó el 30 de enero del 2019.

#### **1.3.2. Espacial**

La presente investigación se realizó en el Centro Experimental Agrícola III “Los Pichones”, sector A parcela 11, de la Escuela Profesional de Agronomía, Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

### **1.4. Justificación**

La cebolla (*Allium cepa* L.) variedad Roja Ilabaya es una de las hortalizas más cultivadas en la región, ya que el cultivo se desarrolla fuera de las épocas habituales (verano) a diferencia de otras variedades de cebolla, su cosecha se efectúa básicamente en verano, asegurando un mejor precio del producto, asimismo las condiciones climáticas de las zonas de La Yarada, Los Palos, Ite, Locumba e Ilabaya, son óptimas para el crecimiento y desarrollo de los bulbos con diámetros y calibres requeridos por el mercado.

Recientemente se vienen introduciendo nuevas alternativas en nuestro país, como es el uso de los bioestimulantes orgánicos, debido fundamentalmente al papel crucial que estos cumplen en la nutrición vegetal y su influencia en la actividad fisiológica de las plantas. Es por eso que se pretende experimentar el efecto de los bioestimulantes orgánicos en el crecimiento y desarrollo de la cebolla, ya que aceleran el ciclo fenológico, estimulando a los meristemas originando nuevas células, siendo estas sensibles a la acción de las fitohormonas (auxinas y giberelinas) responsables de estimular el crecimiento y alargamiento de los órganos de las plantas trayendo con siglo una producción más rápida y en diferentes épocas del año.

Esta alternativa ha logrado un amplio desarrollo a nivel técnico y comercial, en este sentido los bioestimuladores orgánicos son un componente vital de los sistemas sustentables, ya que constituyen un medio económicamente atractivo y ecológicamente aceptable para reducir el uso de los insumos externos (fertilizantes químicos), incrementando los rendimientos y mejorando la calidad de las cosechas.

## **1.5. Alcances y limitaciones**

### **1.5.1. Alcances**

A través de la presente investigación se beneficiaran los agricultores dedicados a la producción de cebolla roja variedad llabaya en la región Tacna.

Se incentivará el uso del bioestimulante Aminoterra, para el crecimiento y desarrollo de la cebolla, bajo condiciones ambientales de la zona, obteniendo resultados que beneficien a los productores.

### **5.1.2. Limitaciones**

No existen estudios en relación al tema de investigación, por lo que se consideró trabajos realizados con fitorreguladores y trabajos similares en otras zonas del Perú y a nivel internacional.

Existe desconocimiento de los bioestimulantes orgánicos en la producción de la cebolla, en algunas zonas productoras por falta de información e investigaciones sobre los efectos de estos productos y elegir el bioestimulante más adecuado para las condiciones ambientales del lugar de la investigación.

En el fundo Los Pichones, el recurso hídrico es escaso, es por eso que utilizó el sistema de riego por goteo para hacer uso eficiente del agua de riego. Durante la ejecución del presente trabajo de investigación, se presentaron roturas de las tuberías de conducción del agua de riego, perjudicando al cultivo durante su etapa crítica (fase de bulbificación).

## **CAPÍTULO II**

### **OBJETIVOS E HIPÓTESIS**

#### **2.1 Objetivos**

##### **2.1.1 General**

Determinar la influencia de los bioestimulantes orgánicos en el rendimiento de bulbo de cebolla (*Allium cepa* L.) var. Roja Ilabaya, en el CEA III “Los Pichones”.

##### **2.1.2 Especifico**

Determinar el bioestimulante orgánico de mejor respuesta en el rendimiento de bulbo de cebolla (*Allium cepa* L.) var. Roja Ilabaya, en el CEA III “Los Pichones”.

#### **2.2 Hipótesis**

##### **2.2.1 General**

La aplicación de los bioestimulantes orgánicos influyeron significativamente en el rendimiento de bulbo de cebolla (*Allium cepa* L.) var. Roja Ilabaya, en el CEA III “Los Pichones”.

### **2.2.2 Especifica**

Al menos un bioestimulante orgánico de mejor respuesta en el rendimiento de bulbo de cebolla (*Allium cepa* L.) var. Roja Ilabaya, en el CEA III “Los Pichones”.

### **2.3 Variables**

#### **2.3.1. Variable independiente**

Tipos de bioestimulantes orgánicos

Orgabiol

Aminoterra

Activeg

Basfoliar algae

#### **2.3.2. Variable dependiente**

Rendimiento total ( $t\ ha^{-1}$ )

Altura de planta (cm)

Diámetro polar del bulbo (mm)

Diámetro ecuatorial del bulbo (mm)

Peso de bulbo (g)

## CAPÍTULO III

### MARCO TEÓRICO

#### 3.1. Antecedentes

Casas (2018) en su tesis realizada en el CEA III “Los Pichones” titulada “Efecto de la aplicación foliar de fitorreguladores en el rendimiento de la cebolla roja (*Allium cepa* L.) variedad llabaya, su objetivo fue evaluar el efecto de los fitorreguladores sobre el rendimiento de la cebolla var. llabaya, el diseño experimental que utilizó fue bloques completos al azar, los tratamientos fueron 3 fitorreguladores (Cyt-hor, Cito-one y Triggrr suelo) y un testigo. Los resultados indicaron que el fitorreguladores Cyt-hor, Triggrr suelo y Cito-one alcanzaron el mayor rendimiento con 35,33; 31,46 y 29,95 t/ha respectivamente.

Rojas (2012), en su tesis realizada en el sector de Oconchay, distrito de llabaya, provincia Jorge Basadre, Tacna, titulado efecto de los fitorreguladores en el rendimiento de cebolla roja ecotipo llabaya (*Allium cepa* L.). El diseño experimental que empleó fue de bloques al azar con arreglo factorial de 3x3, los factores en estudio que utilizó fue Promalina a tres dosis (40; 50 y 60 ml/cil) y Biozime con tres dosis (0,30; 0,35 y 0,40 l/ha). Los resultados indican que obtuvo un rendimiento de 64,33 t/ha con

el fitorregulador promalina, y con biozyme el rendimiento alcanzado fue 63,14 t/ha.

León (2015) en su investigación desarrollada en el CEA III “Los Pichones”, titulada “Niveles de nitrógeno y fitorreguladores en el bulbo de la cebolla”. el objetivo fue determinar el efecto de tres bioestimulantes y tres niveles de nitrógeno en el bulbo de la cebolla (*Allium cepa* L.) cultivar roja llabya. El diseño experimental que utilizó fue bloques completo aleatorios con arreglo factorial de 4x4 y cuatro repeticiones. Los factores en estudio fueron: niveles de nitrógeno ( 0; 100; 150 y 200 kg/ha) y bioestimulantes (testigo, Simplex, Agrocimax y Tumba). Los resultados que encontró indican que, el nivel de nitrógeno de mayor efecto fue 200 kg/ha con un rendimiento de 45,60 t/ha, en cuanto al factor bioestimulante el Stimplex logró el mayor rendimiento con 38,51 t/ha.

Tipantiza (2017), en su investigación realizada en la granja experimental Querochaca, provincia de Tungurahua. Titulada “Influencia de bioestimulantes naturales, en el rendimiento del cultivo de cebolla de bulbo (*Allium cepa* L.) var Burguesa”. El objetivo fue utilizar los bioestimulantes naturales (Biol de gallinaza y solución de semillas pregerminadas de maíz) para el rendimiento del cultivo de cebolla variedad burguesa. El diseño experimental que utilizó fue bloques al azar

con arreglo factorial de 3x2+1. Obtuvo los siguientes resultados un rendimiento de 25,57 t/ha con la combinación M<sub>0</sub>B<sub>15</sub> (maíz 0 % y biol 15 %).

Así mismo se realizaron investigaciones en otros cultivos. Cabrera, Borrego, Rodríguez, Angarica, y Rojas (2011), ejecutaron un estudio titulado “efecto de tres bioestimulantes en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) variedad Atlas en condiciones de cultivo protegido”, investigación se llevó a cabo en el municipio Contramaestre, en la provincia Santiago de Cuba. Efectuaron tres aplicaciones de Vitazyme cada 15 días, los resultados que encontraron concluyeron que el tratamiento Enerplant (t<sub>4</sub>), con una dosis de aplicación de 1,3 ml/ha aumentó de la producción en 2,58 kg/m<sup>2</sup>.

## **3.2. Cultivo de cebolla**

### **3.2.1. Aspectos generales**

La cebolla (*Allium cepa* L.) es una de las especies hortícolas más cultivadas a nivel mundial, su uso en la alimentación es ciertamente reconocida y ninguna expresión puede ser capaz para elogiarla (Rodríguez, Montenegro, Vieras, y Alonzo de la Paz, 2016).

La cebolla de bulbo pertenece a la familia de las Liliáceas su nombre botánico es *Allium cepa* L. tiene su origen en Asia y es un alimento tónico, diurético, digestivo, dotado de propiedades antirreumáticas y de un cierto poder afrodisiaco. Se utiliza en fresco, en conserva, en curtidos y en deshidratados, de ella también se extraen algunas esencias (Castillo, 1999).

### **3.2.3 Clasificación taxonómica**

Según Galmarini (1997), la cebolla se sitúa en el siguiente contexto taxonómico:

Clase: Monocotiledónea

Súper orden: Liliflorae

Orden: Asparagales

Familia: Alliaceae

Tribu: Alliae

Género: *Allium*

Especie: *cepa* L.

Nombre científico: *Allium cepa* L.

### **3.2.4 Descripción morfológica**

#### **A. Raíz**

El sistema radicular está formado por una raíz primaria al inicio de la germinación de la semilla, posteriormente de la base de la planta nacen varias decenas de raíces adventicias, carnosas, de color blanquecino; normalmente cada raíz adventicia emite pocas raíces secundarias, las cuales raramente se ramifican. El sistema radicular se encuentra generalmente concentrado en el radio lateral de 15 cm, alcanzando una profundidad de hasta 50 cm en suelos sueltos (Maroto, 1994).

#### **B. Bulbo**

El bulbo de la cebolla es simple, ovalado o achatado con un diámetro que varía de 3 a 10 cm, según la especie. Este bulbo es una consecuencia de la acumulación de sustancias alimenticias; e interiormente está formado por capas carnosas dispuestas en forma helicoidal y bien estructurada (Galmarini, 1997).

El bulbo de la cebolla es como un tallo subterráneo modificado por la gran cantidad de sustancias de reserva que contienen y tienen la función de ser un órgano permanente, ya que es capaz de dar vida a una nueva planta, tanto si permanece enterrado en el suelo, como si se arranca y

después de ser conservado durante algún tiempo se vuelve a plantar (Maroto, 1994).

### **C. Tallo**

La planta de cebolla produce un tallo floral hueco en la parte apical se forma la inflorescencia donde se produce las semillas que permiten la posterior reproducción. Este tallo es subterráneo y se desarrolla sumando distintas capas de células de las cuales se forman hojas, y de las localizadas en la parte inferior se forman el sistema de raíces de tipo adventicio (Galmarini, 1997).

El tallo está dividido en dos partes, una subterránea en forma de bulbo tunicado que es la parte utilizada y una parte aérea eréctil (Maroto, 1994).

### **D. Hojas**

La planta de cebolla está constituida por hojas de forma cilíndrica, huecas y mostrando fibras longitudinales; las cuales se protuberan al termino en la parte inferior formando un bulbo que es el resultado de la acumulación de alimentos alimenticios, estas van en número de 4 a 7 y con largo de 40 a 65 cm (Galmarini, 1997; Maroto, 1994).

la cebolla las hojas están transformadas en escamas carnosas (catafilos), sobrepuestas e imbricadas unas a otras, son especialmente

gruesas y tienen el aspecto de dientes, las hojas externas del bulbo de las cebollas son finas y membranosas y en su madurez tienen consistencia cartilaginosa (Castillo, 1999).

#### **E. Flor**

En el extremo del tallo se dispone las flores pequeñas y verdosas agrupadas en umbelas (Maroto, 1994).

#### **F. Fruto**

El fruto de la cebolla es una cápsula globular con dos semillas en cada lóculo (Castillo, 1999; Galmarini, 1997).

#### **G. Semilla**

La semilla de cebolla es de forma convexa por un lado y achatado por el otro; además tiene una cubierta seminal oscura. Dentro de la semilla se encuentra el embrión concrescente bajo una forma espiralada, conformada por un cotiledón largo y un eje embrionario corto. El epicótilo se conforma por un meristemo apical y un primordio foliar; el cotiledón es la fuente de reserva de la semilla, principalmente de fosfatos (Galmarini, 1997).

### **3.2.5. Factores edafoclimáticos**

#### **A. Clima**

La temperatura óptima para el desarrollo del cultivo está alrededor de los 13 °C y 14 °C con máxima de 30 °C y mínima de 7 °C (Maroto, 1994).

#### **Fotoperiodo**

La cebolla es una planta de días largos, sin embargo varios autores atribuyen al fotoperiodo como factor limitante en la producción de bulbos, los cuales han sido clasificados en relación al mínimo de horas luz para promover el estímulo de la bulbificación; existen cultivares de días cortos que requieren de 11 a 12 horas/luz/día, cultivares intermedios que exigen 12 a 14 horas/luz/día, y cultivares de días largos de más de 14 horas/luz/día (Maroto, 1994).

#### **Temperatura**

Según ([agriculturacanaria.com](http://agriculturacanaria.com)), la temperatura óptima de germinación es 24 °C (a menos de 2 °C o más de 35 °C no germina). Entre 10 y 30 °C germina perfectamente. La temperatura óptima de desarrollo es 13 a 24 °C. A menos de 6 °C y más de 31 °C empieza a decaer. Entre 10 y 20 °C crece perfectamente. Es muy resistente al frío (Maroto, 1994).

## **Latitud**

La latitud en función de la duración del fotoperiodo lo mismo que la temperatura, tiene una decidida influencia sobre la formación de bulbos de la cebolla. Las variedades que crecen mejor en días cortos de 10 a 12 horas se adaptan a fajas limitadas por latitudes de 0° a 24° y hasta 28°; a veces pueden formar bulbos en latitudes mayores si las temperaturas son relativamente frescas que no aceleren el desarrollo del bulbo. Las variedades de días intermedios que requieren unas 12 a 13 horas producen mejor entre los 28° y 40°. Las variedades de día largo que requiere 14 horas o más de exposición al sol se encuentran generalmente en lugares de 36° de latitud en adelante (Castillo, 1999).

## **Humedad Relativa**

La humedad relativa tiene una fuerte influencia en la incidencia de enfermedades fungosas en la cebolla. Las zonas áridas (secas) con un verano bien marcado con varios meses libres de lluvia son ideales para la producción de cebolla si reúnen las demás condiciones necesarias para el cultivo. Días calientes y secos son favorables para una buena maduración y curado natural de la cebolla en el campo. La condensación de la humedad relativa (niebla o neblina) durante las horas frías del día es

desfavorable porque favorece al desarrollo de enfermedades foliares (Castillo, 1999).

## **B. Suelos**

La cebolla se cultiva en diferentes tipos de suelo, desde suelos francos arenosos con textura ligera a francos arcillosos más pesados. Los principales requerimientos para una buena producción son: un buen drenaje, suelos ligeros, ausencia de malezas, abundante materia orgánica y un pH de 5,8 a 6,5. La producción de bulbos tiene lugar más rápidamente en suelos ligeros que en el más pesado. El tamaño y la calidad del bulbo dependen del tipo de suelo, fertilidad y variedad (Castillo, 1999).

Es conveniente que el suelo sea, sueltos arenoso y fresco, en las tierras compactas los bulbos se desarrollan poco y pueden llegar a deformarse. Se cultivan generalmente en los suelos aluviales, un suelo con buena fertilidad, buen drenaje y con un pH de 6 a 6,5 es el mejor para la producción de cebollas (Maroto, 1994).

La cebolla vegeta mejor en terrenos de consistencia media ligera; tan solo pueden desarrollarse bien en suelos arcillosos si estos están convenientemente drenados. Es una planta medianamente tolerante a la salinidad y poco tolerante a la acidez del suelo (Galmarini, 1997).

Se ha observado que la siembra en suelos muy pesados induce la formación de bulbos deformes, pero no se tiene referencia de su efecto sobre el rendimiento (Aljaro, Monardes, Urbina, Martin, y Muñoz, 2009).

### **3.2.6. Fertilización**

Para la cebolla y demás cultivos es indispensable contar con un análisis de suelo y agua confiable, pues son las herramientas que ayudan a definir la dosis de fertilización que se debe aplicar al cultivo. Además es necesario conocer cuáles son los requerimientos de nutrientes del cultivo. De esta manera se puede evaluar el aporte de nutrientes del suelo y agua y la eficiencia del cultivo para aprovechar los fertilizantes aplicados. Por otro lado, el análisis de agua también nos brinda información acerca del contenido de carbonatos y elementos tóxicos que pueden afectar la nutrición del cultivo (Álvarez, Venegas, Soto, Chávez, y Zabala, 2011).

El nitrógeno es el elemento más demandado por la cebolla, y su deficiencia produce plantas amarillentas, reducidas, torcidas o enrolladas y a la madurez el cuello no se dobla ni se seca. La mayoría de los autores coinciden en señalar que la cebolla responde a la fertilización nitrogenada (una producción de 35 t/ha de cebolla extrae aproximadamente 128 kg N/ha) (Álvarez et al., 2011).

La fertilización con P, favorece el crecimiento de raíces laterales. Se ha reportado que niveles levemente bajos de P y nitrógeno (N) en etapas tempranas del desarrollo de las plantas ayuda a promover el crecimiento de las raíces, siempre y cuando los demás nutrientes estén en los niveles adecuados, sobre todo potasio ( $K_2O$ ) y magnesio (Mg). Dicho crecimiento es un proceso de adaptación que tienen las plantas como respuesta a la deficiencia de P (International Plant Nutrition Institute, 1998). La fertilización de fósforo para una producción de 35 t/ha de cebolla extrae aproximadamente 22 kg de  $P_2O_5$ /ha (Aljaro et al., 2009).

El potasio ( $K_2O$ ) es uno de los nutrimentos más importantes en el crecimiento y desarrollo de las plantas, ya que desempeña funciones esenciales en la activación enzimática, síntesis de proteínas, fotosíntesis, osmorregulación, actividad estomática, transferencia de energía, transporte en el floema, equilibrio anión-cation y resistencia al estrés biótico y abiótico (International Plant Nutrition Institute, 1998). La fertilización potásica para una producción de 35 t/ha de cebolla extrae aproximadamente 180 kg de  $K_2O$ /ha (Aljaro et al., 2009).

### **3.2.7. Control de malezas**

El manejo de especies consideradas malezas, las cuales compiten con el cultivo por nutrientes, agua, luz, espacio e incluso algunas tienen

efectos alelopáticos que impiden el desarrollo normal del cultivo (Labrada, Caseley, y Parker, 1996). El control de malezas se debe conducir cuatro métodos; Buena selección de terreno libre de malezas; rotación de cultivo; deshierbo manual y control químico. Para malezas de hoja ancha se emplean Goal (100 ml/200 litros de agua); Sencor (300 g/200 litros de agua); Afilón (400 ml/200 litros de agua), en caso de malezas gramíneas se controla con Hache súper (500 ml/200 litros de agua) (Abad, Rodríguez, Rojas, y Moreno, 2016).

### **3.2.8. Riego**

Para la producción de cebollas es necesario un riego regular. La cebolla es un cultivo único en sus requerimientos de agua que cambian con las fases de desarrollo. Las plantas jóvenes requieren menos agua inmediatamente después del trasplante y esta situación continua durante algún tiempo. El consumo relativo de agua aumenta con la edad de la planta, alcanzando el máximo antes de la madurez para luego descender de nuevo en la fase de maduración. Por consiguiente, la frecuencia de los riegos debe ajustarse de acuerdo con la etapa de crecimiento. La falta de agua durante la formación del bulbo es muy perjudicial para el desarrollo del bulbo. Los bulbos tienen tendencia a abrirse si el suelo está seco. Por consiguiente, deben tomarse precauciones y no dejar de regar durante

ese periodo. Generalmente, el riego se detiene 2 a 3 antes de recoger los bulbos (Aljaro et al., 2009).

### **3.2.9. Plagas y Enfermedades**

#### **A. Plagas**

Según Aljaro et al. (2009), las más importantes que se presentan en las plántulas a nivel de semilleros son: gusano de tierra (*Agrotis ipsilon*), trips de la cebolla (*Thrips tabaci* Linderman) y algunos cortadores generalizados. Estos controles se pueden realizar con el uso de trampas adhesivas amarillas

El trips de la cebolla (*Thrips tabaci* Lindeman) es una plaga del Mediterráneo que actualmente se distribuye en la mayor parte de mundo. Es un insecto sumamente peligroso, de no controlarse a tiempo puede causar pérdidas que van del 70 al 100 % de la producción, ya sea por daños directos o indirectos (Waters y Wohleb, 2016).

#### **B. Enfermedades**

Antracnosis (*Colletotrichum spp*), mancha foliar (*Alternaria spp*), Mildiu (*Peronospora spp*). Pudrición blanca de la cebolla (*Sclerotium cepivorum*), pudrición del cuello (*Botrytis sp*) (Latorre, 1995).

### **3.2.10. Cosecha**

La cosecha se debe realizar cuando los bulbos estén suficientemente maduros, lo que se produce cuando las 2 o 3 hojas exteriores estén secas. La cosecha tradicional se efectúa a mano aunque hoy en día la mayoría de los casos es mecanizada, el arrancado de los bulbos suele efectuarse con un tractor que lleva posteriormente un bastidor hueco en forma de marco. Es frecuente, a continuación y en el campo recortar los extremos superiores de las hojas “rabos” de los bulbos para conseguir un secado más rápido. Una vez secos, los bulbos son recolectados o bien manualmente en sacos donde se llevan al almacén para su pesado (Aljaro et al., 2009).

## **3.3. Bioestimulantes**

### **3.3.1. Generalidades**

Los bioestimulantes son sustancias que producen el crecimiento y desarrollo de los cultivos, mejorando su metabolismo, otorgándole resistencia cuando las condiciones son desfavorables (estrés abiótico). En la actualidad los bioestimulantes son cada vez más utilizados en la agricultura convencional, porque ayudan a solucionar las ineficiencias que se presentan en la agricultura moderna (Tapia, 1983; Rojas y Ramírez, 1987).

Los bioestimulantes son mezclas de dos o más reguladores vegetales con otras sustancias (aminoácidos, nutrientes, vitaminas, etc.), pudiendo estos compuestos químicos actuar sobre la división celular, diferenciación y elongación de las células o modificar procesos fisiológicos de las plantas. Son compuestos a base de hormonas vegetales, fracciones metabólicamente activas y extractos vegetales conteniendo muchísimas moléculas bioactivas; usados principalmente para estimular el rendimiento (Red agrícola, 2017).

Los bioestimulantes son capaces de incrementar el desarrollo, la producción y/o crecimiento de los vegetales; además hay algunos cuya composición se basa en aminoácidos, moléculas formadoras de las proteínas y enzimas (Bietti y Orlando, 2003). La concentración hormonal en los bioestimulantes casi siempre es baja (menos de 0,02% o 200 ppm de cada hormona en un litro), los tipos de hormonas contenidas y las cantidades de cada una de ellas depende del origen de la extracción (algas, semillas, raíces, etc.) y su procesamiento. Los bioestimulantes pueden catalogarse como auxiliares del mantenimiento fisiológico de las plantas ya que proveen de múltiples compuestos en pequeñas cantidades, lo cual puede ser importante en condiciones limitantes del cultivo como mal clima, sequía, ataque de patógenos, etc. En términos

generales un cultivo con un buen desarrollo y productividad no responde significativamente a los bioestimulantes (Díaz, 2009).

### **3.3.2. Modo de acción de los bioestimulantes**

El modo de acción de los bioestimulantes, se basa en la estimulación de procesos fisiológicos que benefician el crecimiento de las plantas y respuestas para tolerar al estrés biótico y abiótico (Red de Especialistas en Agricultura, 2016).

### **3.3.3. Beneficios del uso de los bioestimulantes**

Ayudan a la germinación para que sea más rápida y completa. Asimismo mejoran los procesos fisiológicos como: fotosíntesis, respiración, síntesis de proteínas, favoreciendo al desarrollo y multiplicación celular. También incrementan el volumen y masa radicular, mejorando la capacidad de absorción de nutrientes y agua del suelo. Aumentan la resistencia de la planta a condiciones ambientales adversas, plagas y enfermedades, aumentando de la producción y calidad de las cosechas (Lara, 2009).

### **3.3.4. Manejo de la fertilización foliar y bioestimulantes**

El manejo de la fertilización foliar y utilización de bioestimulantes en la agricultura es cada vez más frecuente por la demanda nutricional de los

cultivos de altos rendimiento, donde el objetivo generalmente es suplir los requerimientos nutricionales en épocas críticas (caso micronutrientes esenciales); acortar o retardar ciclos en la planta e inducir etapas específicas fenológicas, además, de contrarrestar condiciones de estrés en la planta; aporte energético en etapas productivas o nutrición foliar con fines de sanidad vegetal (Gómez, 2003).

El uso de bioestimulantes foliares se refiere a la aplicación externa de sustancias en baja concentración generalmente menor al 0,25 % bien sea para activar o retardar procesos fisiológicas específicos principalmente en el crecimiento (raíz, ápices foliares, yemas) o para contrarrestar demandas energéticas o activación puntual de procesos en el desarrollo y sostenimiento de estructuras, además pueden en ocasiones incentivar la absorción de nutrientes como es el caso de algunos aminoácidos o ácidos carboxílicos de cadena corta o media, por otro lado se ha buscado incentivar procesos de defensa natural contra patógenos como es el caso de sustancias con base en fosfonatos, ácido salicílico, boratos. Los grupos de compuestos hormonales descubiertos y reportados hasta el momento y que tienen un impacto significativo sobre el desarrollo y manejo en los cultivos son los siguientes: auxinas, giberelinas, citoquininas, etileno, ácido abscísico, brasinoesteroides, salicilatos, jasmonatos (Cedeño, 2007).

Los bioestimulantes independientemente de su contenido de nutrientes, pueden contener sustancias, compuestos y/o microorganismos, cuyo uso funcional, cuando se aplican a las hojas o en la rizósfera, es mejorar el desarrollo del cultivo y consecuentemente el rendimiento, ya que mediante la estimulación de procesos naturales benefician el aprovechamiento de nutrientes e incrementa la resistencia a condiciones de estrés biótico y/o abiótico. Los bioestimulantes pueden estar compuestos a base de hormonas vegetales, o bien, de extractos de algas marinas, aminoácidos, enzimas o vitaminas como la tiamina, ácidos húmicos, entre otros (Saborio, 2002).

### **3.3.5. Efectos de la fotosíntesis**

Una tasa de fotosíntesis baja por cualquier tipo de estrés implica un lento crecimiento. La clorofila es la molécula pigmento que da color verde a las hojas y es la responsable de la captación de la energía solar, energía que se empleará para la síntesis de azúcares a partir del agua y dióxido de carbono. Estos aminoácidos ayudan a incrementar la concentración de clorofila en las plantas y por lo tanto aumenta la absorción de energía lumínica, lo que conduce a que la planta tenga un grado más alto de fotosíntesis (Rojas y Ramírez, 1987).

### **3.3.6. Acción sobre las estomas**

Las estomas son estructuras celulares que controlan el balance hídrico de las plantas, la absorción de micro y macro nutrientes y la absorción de gases. La abertura de estomas es controlado por factores externos (luz, humedad, temperatura y concentración de sales) y factores internos (concentración de aminoácidos, ácido absicico, etc.). Las estomas se cierran cuando la luz y la humedad son bajas y la temperatura y la concentración de sales es alta. Cuando los estomas se cierran se reduce la fotosíntesis y la transpiración (baja absorción de macro y micro nutrientes) y se incrementa la respiración (destrucción de carbohidratos) (Angulo, 2009).

### **3.3.7. Efecto quelatante**

Los aminoácidos tienen un efecto quelatante sobre los micronutrientes. Cuando se aplican junto con los micronutrientes la absorción y transporte de los micronutrientes en el interior de la planta es más sencillo, este efecto se debe a la acción quelante y al efecto de la permeabilidad de la membrana (Angulo, 2009).

### **3.3.8. Aminoácidos**

Entre las ventajas de la aplicación de aminoácidos se sabe que en momentos de estrés de la planta ayudan a esta a conseguir una normalización de sus funciones ya que por efecto de temperatura, síntomas de virosis, etc. se ven afectados. Actúan como reconstituyentes de los tejidos vegetales. Los aminoácidos son los componentes básicos de las proteínas, macromoléculas complejas que en las plantas desarrollan funciones estructurales, enzimáticas, hormonales y pueden ser asimilados en forma directa (Bietti y Orlando, 2003).

Es posible entonces, suministrar aminoácidos a las planta vía foliar o radicular y ahorrarle energía para sintetizarlos. Los aminoácidos suministrados de estas formas son rápidamente utilizados, siendo el transporte de los mismos inmediato, dirigiéndose a todas las partes de ella, sobre todo a los órganos en crecimiento. Los aminoácidos libres son un factor regulador del crecimiento, y están indicados como vigorizantes y estimulantes de la vegetación en los períodos críticos de los cultivos, como plantas recién trasplantadas, plantas jóvenes en fase activa de crecimiento, frutales en pre-floración, cuajado y crecimiento de fruto. También resulta provechosa su aplicación en la recuperación de daños producidos por estrés hídrico, heladas, granizos y plagas (Calmet, 2003).

Las proteínas tienen funciones estructurales (sostén), metabólicas (enzimas), de transporte, de reserva de aminoácidos y otras funciones en las que intervienen los aminoácidos. Solo los L-aminoácidos son asimilables por las plantas (Angulo, 2009).

### **3.3.9. Extracto de algas**

Uno de los extractos vegetales más conocidos y aplicados en la nutrición vegetal son los derivados de algas marinas. Se ha reportado que la incorporación de algas al suelo incrementa las cosechas y favorece la calidad de los frutos, debido a que se administra a los cultivos no sólo todos los macro y micronutrientes en pequeñas cantidades, sino también 27 sustancias naturales cuyos efectos son similares a los reguladores de crecimiento. Dentro de los compuestos ya identificados en los extractos de algas marinas, se tienen agentes quelatantes como ácidos algínicos, fúlvicos y manitol, así como vitaminas, cerca de 5000 enzimas y algunos compuestos biocidas que hacen más resistentes a las plantas de ataques de plagas y enfermedades (Saborio, 2002).

Las algas marinas se aplican en la agricultura en forma de harina, extractos y polvos solubles. Algunos experimentos que se han realizado en diversos países demuestran la efectividad de las algas marinas en cultivos como: el cacahuete, en el cual incrementó el volumen de semilla,

el contenido de proteína; coliflor, el diámetro del florete se incrementó significativamente; en crisantemo, se redujo considerablemente la población de araña roja y de áfidos; en chile pimiento, se incrementó la absorción de B, Cu, Fe, Mn y Zn; en maíz y frijol, se obtuvieron incrementos en el rendimiento de 1,5 % y 7,7 %, respectivamente; en pepino cv. Pepinova, el rendimiento se incrementó más de 40 %, la vida de anaquel se incrementó de 14 a 21 días y se redujo la población de araña roja; y en tomate, se incrementó la resistencia a heladas (Saborio, 2002).

### **3.4. Bioestimulantes orgánicos**

#### **3.4.1. Orgabiol**

##### **Generalidades**

Es un bioestimulante orgánico que regula en forma natural, el equilibrio hormonal y enzimático de las plantas lo que permite la máxima expresión del potencial genético-productivo y por lo tanto la optimización de los procesos fisiológicos (crecimiento, floración, cuajado), y otros órganos cosechables, lo que se traduce en el incremento de los niveles de productividad (cantidad y calidad de cosecha). La producción hormonal se limita drásticamente por la influencia de las condiciones ambientales adversas

(plagas y enfermedades, variaciones de temperatura, humedad, heladas, sequías, etc.) que desencadenan estrés.

Favorece la producción de hormonas (auxinas, citoquininas, giberelinas, etc.) en forma natural. Del equilibrio hormonal depende el óptimo desarrollo de los cultivos en cada una de sus etapas fenológicas. Favorece además el máximo aprovechamiento de los fertilizantes para obtener mejores cosechas en términos de rendimiento y calidad (TQC, 2014).

### **Composición**

Orgabiol es un formulado orgánico a base de aminoácidos activos, sucratos activos y cofactores enzimáticos que intervienen en la formación de hormonas endógenas, que comandan los procesos de crecimiento, desarrollo, reproducción y maduración de los cultivos.

Bioestimulante formador hormonal que recupera los niveles hormonales de las plantas garantizando máximos rendimientos (TQC, 2014).

### **Aplicación**

Se aplica en las etapas de crecimiento, prefloración y desarrollo de órganos cosechables.

Tabla 1

*Dosis y momentos de aplicación del Orgabiol*

Cultivo	Cilindro 200 l	Litros/ha	Momentos de aplicación
Alcachofa, cebolla, ajo, brócoli, pimentón, paprika, ají, rocoto, tomate, coliflor, lechuga, espinaca, zanahoria, betarraga	250 ml	0,500-0,750	1a. 7-15 días después de trasplante o a los 10- 15 cm de altura 2a. Entre 7-15 días de la primera aplicación 3a. En prefloración con el 5 % de flores abiertas 4a. Durante en llenado de frutos, según el número de pisos florales repetir la aplicación.

Fuente: TQC (2014)

### 3.4.2. Aminoterra

#### Características

Aminoterra es un poderoso fertilizante y bioestimulante líquido, obtenido a partir de proteínas de origen marino, hidrolizadas enzimáticamente en condiciones controladas con alta tecnología. Este avanzado proceso, permite obtener un producto estable, rico en aminoácidos libres y péptidos de bajo peso molecular, favoreciendo la absorción vía foliar y radicular, lo que permite a las plantas construir sus propias proteínas y tejidos de forma rápida, y con gran ahorro de energía, especialmente en ambientes con estrés de tipo nutricional, térmico, hídrico, luminoso o salino (Inkafert, 2010).

Las plantas que disponen de aminoácidos libres en forma constante durante su ciclo, no solo mejoran su resistencia y adaptación a todo tipo

de ambientes, sino que también aumentan la capacidad de síntesis de hormonas de crecimiento, con el consecuente mayor potencial en productividad y calidad de todos sus tejidos (raíces, hojas, tallos, flores y frutos) (Inkafert, 2010). Producto de su origen, Aminoterra también posee un interesante contenido de macronutrientes (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, Ca y Mg), micronutrientes (Zn, B, Mn y Fe), y ácidos fúlvicos, lo que contribuye a una nutrición exitosa en todo tipo de cultivos, hortalizas y frutales.

## Composición

Tabla 2

*Composición química del Aminoterra*

Parámetros	Unidad	Valor
Materia Seca	%	23
Materia Orgánica	%	15
Aminoácidos totales	%	14
Aminoácidos libres	%	8
Ácidos Fúlvicos	%	9,5
Nitrógeno (N-Total)	%	2,5
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	%	1
Potasio (K <sub>2</sub> O)	%	0,3
Calcio (CaO)	%	0,5
Magnesio (MgO)	%	0,5
Zinc (Zn)	Ppm	50
Boro (B)	Ppm	3
Manganeso (Mn)	Ppm	6
Fierro (Fe)	Ppm	400

Fuente: Farmagro 2009

Aminoterra es cuidadosamente filtrado a 100 micras, lo que permite versatilidad en las formas de aplicación, pudiendo ser aplicado vía foliar, en equipos de fertirrigación, o directamente al suelo (Inkafert, 2010).

Tabla 3

*Recomendaciones de uso del Aminoterra*

Cultivo	Sugerencias de uso
Hortalizas de fruto (goteo y aspersión)	5 semana de establecimiento/ha/semana por 8 a 10 semanas vía riego a partir de inicio de segunda
Hortalizas en riego gravitacional.	3 L/ha/semana vía foliar por 8 a 12 semanas a partir de establecimiento

Fuente: Inkafert (2010)

### 3.4.3. Activeg

#### Generalidades

Bioestimulante orgánico que presenta una alta composición de aminoácidos, nitrógeno, ácidos fúlvicos y materia orgánica, recomendado especialmente para:

Momentos críticos de crecimiento vegetal como pueden ser el desarrollo del sistema radical, frotaciones, floración (solo hortalizas) o engorde del fruto. La aportación de aminoácidos estimula el cultivo promoviendo la activación del desarrollo vegetativo, así como los ácidos fúlvicos mejoran la recuperación rápida del suelo manteniendo a la planta

en un estado óptimo nutricional (KIMITEC 2017). Superar rápidamente situaciones adversas (trasplante, granizo, heladas, estrés, sequías, etc.). Aporta gran cantidad de materia orgánica, mejorando la textura y estructura del suelo, favoreciendo la absorción de nutrientes. Favorece la actividad vegetativa de las plantas tratadas pudiendo utilizarse como fuente rápida de suministros de nitrógeno en los momentos de requerimientos máximos. Genera reservas de energía que ayuden al cultivo ante situaciones de estrés o mejorar la formación celular en el desarrollo vegetativo, gracias a su aporte de polisacáridos 7,90 % (como almidón y celulosa) (KIMITEC, 2017).

## Composición

Tabla 4

*Aminoácidos provenientes de la fermentación del bioestimulante Activeg*

<b>Aminograma</b>	<b>% p/p</b>	<b>% p/v</b>
Glutámico	9,09	11,54
Alamina	1,65	2,1
Aspártico	1,39	1,77
Prolina	0,52	0,66
Valina	0,09	0,11
Glicina	0,07	0,09
Serina	0,05	0,06
Lisina	0,02	0,03
Leucina	0,03	0,04
Tirosina	0,03	0,04
Argenina	0,01	0,01
Isoleucina	0,01	0,01
Treonina	0,01	0,01
Fenilalanina	0,01	0,01
Histidina	0,01	0,01
<b>Total</b>	<b>13,0</b>	<b>16,51</b>

Fuente: KIMITEC (2017)

Tabla 5

*Composición química del bioestimulante Activeg*

<b>Composición</b>	<b>% p/p</b>	<b>% p/v</b>
Aminoácidos libres	13,0	16,5
Nitrógeno total (n)	8,4	10,7
Nitrógeno orgánico	4,1	5,2
Nitrógeno amoniacal	4,0	5,1
Polisacáridos	6,2	7,9
Fosforo (p2o5)	0,5	0,6
Extracto húmico total	23,1	29,3
Materia orgánica total	60,4	76,7

Fuente: KIMITEC (2017)

**Aplicación**

Para su aplicación se recomienda diluir el producto hasta un máximo de 50% para evitar la pérdida de propiedades del mismo. El efecto más eficiente de Activeg es a través de riego debido a su contenido en materia orgánica y ácidos fúlvicos que mejoran la estructura y otras propiedades del suelo. Debido a su efecto, estimulante se usa para mejorar las fases críticas del cultivo y para las condiciones de estrés. Se aplica vía foliar potenciando el efecto de las aplicaciones fitosanitarias (KIMITEC, 2017).

Tabla 6

*Dosis y recomendaciones de uso del bioestimulante Activeg*

<b>Cultivo</b>	<b>Dosis/cil.</b>	<b>Recomendación</b>
Hortalizas al aire libre	100 a 300 ml	En cultivos de hojas aplicar principalmente en etapas de crecimiento vegetativo. En el caso de cultivos de fruto aplicar durante todo el ciclo en continuo, con un número de repeticiones dependiendo del estado del suelo, grado de estrés del cultivo y condiciones ambientales.

Fuente: KIMITEC (2017)

### **3.4.4. Basfoliar algae**

#### **Beneficios**

Basfoliar algae promueve plantas más grandes y más vigorosas, ayuda al cultivo en la recuperación de situaciones de estrés y aumenta o incrementa el rendimiento de los cultivos (COMPO EXPERT, 2010).

#### **Descripción**

Es un extracto concentrado de agua natural chilena (Durbillea antártica), producido con técnicas de alta eficiencia y calidad, ha sido suplementada con nutrientes y aminoácidos. Contiene carbohidratos, minerales, y vitaminas, todos perfectamente balanceados (COMPO EXPERT, 2010).

#### **Propiedades y ventajas**

Estimula el metabolismo de la planta y equilibra sus funciones fisiológicas a nivel de la célula. Aumenta el desarrollo vegetal. Recupera a las plantas de diversos tipos de estrés (sequías, inundaciones, helada, aplicación de herbicidas, etc.). Logra frutas y verduras de alta calidad. Mejora el crecimiento vegetal, a pesar de las sobrecargas. Alcanza un buen desarrollo en la siembra o plantaciones tardías (COMPO EXPERT, 2010).

## Composición

Tabla 7

*Composición química del bioestimulante Basfoliar algae*

Elemento	Porcentaje	Símbolo
Nitrógeno total	6	N
Fosforo	3	P2O5
Potasio	5	K2O
Magnesio	0,56	Mg
Boro	0,08	B
Zinc	0,06	Zn
Manganeso	0,6	Mn
Hierro	Trazas	Fe
Cobre	Trazas	Cu
Molibdeno	Trazas	Mo

Fuente: COMPO EXPERT (2010)

## Recomendaciones de uso

Tabla 8

*Dosis y épocas de aplicación de Basfoliar algae*

Cultivos	Dosis l/ ha	Nº de aplicaciones	Época de aplicación
Cebolla, ajo	2	3 a 4	Aplicar con 5 cm de altura y repetir cada 15 días.

Fuente: COMPO EXPERT (2010)

## **CAPÍTULO IV**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **4.1. Tipo de investigación**

La investigación fue de tipo experimental.

#### **4.2. Localización del campo experimental**

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro Experimental Agrícola III - CEA "Los Pichones" de propiedad de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, ubicada en el distrito, provincia y región de Tacna y se encuentra a una altitud de 560 msnm y coordenadas Latitud sur: 17° 39' 30", Longitud oeste: 70° 14' 22".

#### **4.3. Historial del campo experimental**

Según los registros del fundo Los Pichones se tienen la siguiente información:

Campaña 2015 se cultivó papa

Campaña 2016 se cultivó brócoli

Campaña 2017 se cultivó maíz

#### 4.4. Características del suelo

Tabla 9

*Análisis físico - químico del suelo*

Análisis físico	
Arena (%)	47,60
Limo (%)	42,60
Arcilla (%)	9,80
Clase textural	Franco
Análisis químico	
CE (mS/cm)	4,22
pH	6,42
MO (%)	0,39
CaCO <sub>3</sub> (%)	0,00
N (%)	0,025
P (ppm)	82,45
K (ppm)	1 140

Fuente: Laboratorio de Análisis Químicos & Servicios (2018)

En análisis del suelo del campo experimental, se realizó en el Laboratorio de Análisis Químicos & Servicios de la ciudad de Arequipa, los resultados se presentan en la tabla 9.

Los resultados del análisis físico de suelo, muestra que tiene una clase textural franco, con un pH de 6,42 neutro; y una conductividad eléctrica 4,22 mS/cm siendo un suelo muy salino.

El contenido de materia orgánica en el suelo es bajo con 0,39 %. El fosforo disponible es alto con 82,45 ppm, mientras que el nivel de potasio disponible es 1 140 ppm para la planta.

#### 4.5. Datos meteorológicos

Tabla 10

*Datos meteorológicos registrados durante la ejecución de la investigación*

Año	Mes	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Temperatura media (°C)	Humedad relativa (%)
2018	Octubre	23,0	10,0	16,5	76,4
2018	Noviembre	26,0	13,0	19,5	77,6
2018	Diciembre	26,0	14,0	20,0	69,0
2019	Enero	28,0	14,0	21,0	65,0

Fuente: Estación: Jorge Basadre, Tacna 2017-2018

Se registraron los datos meteorológicos de temperatura máxima, mínima, medias y humedad relativa como se observa en la tabla 10, estos datos corresponden desde octubre 2018 a enero 2019.

La máxima temperatura se presentó en el mes de enero registrándose 28 °C, mientras que la temperatura mínima se registró en el mes de octubre con 10 °C respectivamente. En cuanto a la temperatura media se observa que la mayor temperatura se registró en el mes de enero con 21 °C y la más baja se presentó en el mes de octubre con 16,5 °C, las temperaturas registradas se encuentran dentro de los rangos para el normal crecimiento y desarrollo de la cebolla.

La humedad relativa más alta se registró en noviembre con 77,6 %. Mientras que, la más baja se presentó en enero con 65 %, estas humedades no afectaron al cultivo.



t<sub>3</sub>= Activeg 0,6 litros/ha

t<sub>4</sub>= Basfoliar Algae 2,00 litros/ha

#### **4.8. Variables de respuesta**

##### **4.8.1. Altura de planta (cm)**

Se evaluó el 3 de enero del 2019, a los 68 días después del trasplante, la medición se realizó utilizando una wincha métrica, se midió desde la base del cuello de la planta hasta la parte apical de las hojas, se tomó como muestra 10 plantas a azar de cada unidad experimental.

##### **4.8.2. Diámetro polar de bulbo (mm)**

Se evaluó al momento de la cosecha, se tomaron 10 bulbos al azar de cada unidad experimental, para la medición de esta variable se hizo uso del vernier.

##### **4.8.3. Diámetro ecuatorial de bulbo (mm)**

Se midió al momento de la cosecha, se tomaron 10 bulbos al azar de cada unidad experimental, la medición de esta variable se realizó con un vernier.

#### **4.8.4. Peso de bulbo (g)**

Se realizó al momento de la cosecha, en una balanza se pesaron 10 bulbos al azar de cada unidad experimental, con lo que se obtuvo el peso promedio de bulbo.

#### **4.8.5. Rendimiento total (t/ha)**

Se pesaron todos los bulbos cosechados por unidad experimental, y se transformó a peso de bulbo por hectárea expresado en t/ha.

### **4.9 Diseño experimental**

Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. El Modelo aditivo lineal, para este diseño fue:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$ = i-ésima observación en el j-ésimo bloque

$\mu$  = Efecto de la media de la población

$\tau_i$  = Efecto de i-ésimo tratamiento

$\beta_j$ = Efecto de j-ésimo bloque

$\varepsilon_{ij}$  = Efecto del error experimental

#### **4.10. Características del campo experimental**

##### **4.10.1. Características de la parcela**

Largo: 22,5 m

Ancho: 20 m

Área total: 450 m<sup>2</sup>

##### **4.10.2. Características de los bloques**

Largo: 22,5 m

Ancho: 5 m

Área total: 112,5 m<sup>2</sup>

##### **4.10.3. Características de la unidad experimental**

Largo: 5 m

Ancho: 4,5 m

Área total: 22,5 m<sup>2</sup>

Número de surcos por unidad experimental: 3

Distanciamiento entre surcos: 1,5 m

Distanciamiento entre plantas: 0,10 m

Los tratamientos aleatorizados de acuerdo al diseño se muestran en la figura 1.

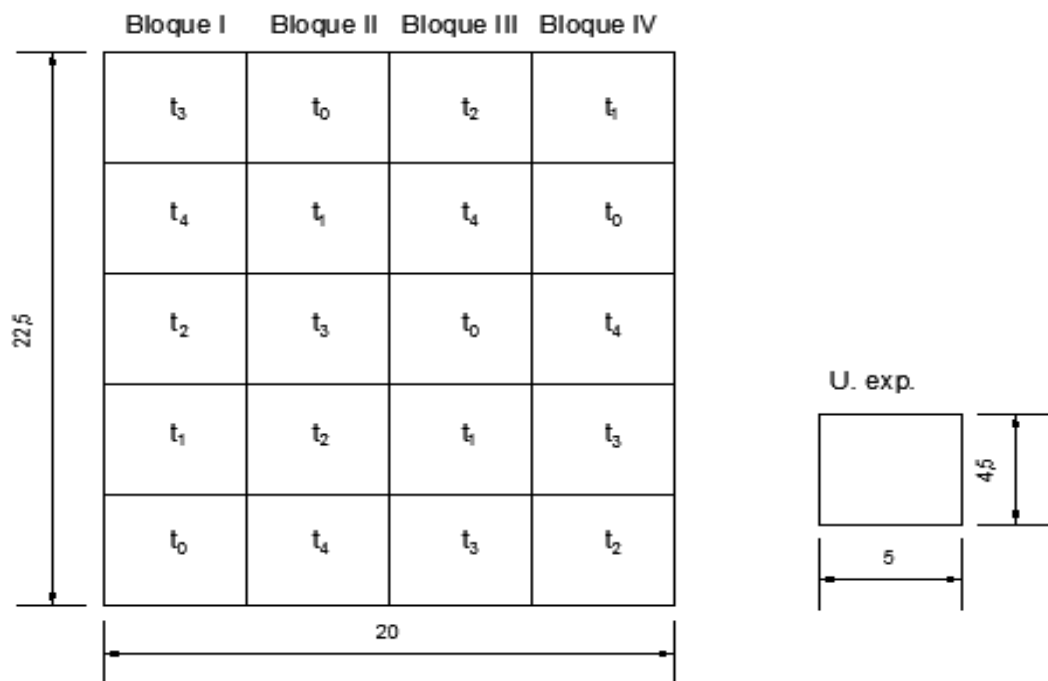


Figura 1. Aleatorización de los tratamientos en el campo experimental

Fuente: Elaboración propia

#### 4.12. Análisis estadístico

El análisis estadístico de datos se realizó utilizando la técnica del análisis de varianza, la prueba estadística fue F a un nivel de significación de 0,05 y 0,01; para comparar el promedio de los tratamientos se utilizó la

prueba de comparaciones múltiples de Duncan con un nivel de significación de 0,05. Para esto se utilizó el programa estadístico INFOSTAT.

#### **4.13. Conducción del experimento**

##### **4.13.1. Muestreo del suelo**

Se realizó el muestreo del suelo del campo experimental antes de la preparación del terreno y se envió la muestra compuesta al laboratorio de Análisis Químicos y Servicios, Arequipa; donde se determinó las características físicas y químicas de suelo.

##### **4.13.2. Preparación del terreno**

Arado: se realizó el arado del terreno con la finalidad de eliminar las malezas y roturar el suelo, asimismo para permitir una mejor aireación e infiltración del agua de riego.

Nivelación: esta labor se realizó manualmente utilizando lampas y rastrillo, con la finalidad de que el riego sea uniforme.

##### **4.13.3. Formación de surcos**

La formación de los surcos se realizó manualmente utilizando una lampa y zapapico, el distanciamiento entre surcos fue 1,50 m.

#### **4.13.4. Abonado y fertilización de fondo**

Se realizó la incorporación de estiércol de vacuno equivalente a 20 t/ha como fuente de materia orgánica, asimismo se aplicó todo el fósforo, potasio y 1/3 del nitrógeno, la fórmula de fertilización utilizada fue: 120 kg de N, 30 kg de  $P_2O_5$  y 60 kg de  $K_2O$ .

Las cantidades que se aplicó en la parcela experimental fue: 240 kg de estiércol; 3,33 kg de urea, 2 kg de fosfato diamónico y 6,48 kg de sulfato de potasio.

#### **4.13.5. Almacigo**

La semilla que se utilizó para el almacigo fue de la variedad Roja Ilabaya producida en el distrito de Ilabaya provincia Jorge Basadre. El almacigo se sembró en la irrigación PROTER distrito Inclán, el 11 de septiembre del 2018.

#### **4.13.6. Trasplante**

El trasplante se realizó manualmente en cada una de las unidades experimentales, efectuándose en horas de la tarde; las plántulas alcanzaron una altura de 10 a 12 cm y un diámetro de un lapicero (0,7 mm), las que se trasplantaron a una distancia de 0,10 m entre plantas y

1,50 m entre surcos; seguidamente se aplicó un riego pesado. Esta labor se realizó el 26 de octubre del 2018.

#### **4.13.7. Aplicación de los bioestimulantes orgánicos**

La aplicación de los bioestimulantes fue de acuerdo a lo establecido en los tratamientos, y los momentos de aplicación se realizaron de acuerdo a las recomendaciones técnicas del fabricante.

Se realizaron tres aplicaciones, y fueron de la siguiente manera:

Primera aplicación: se realizó el 13 de noviembre del 2018, es decir a los 15 días después del trasplante, en la fase de crecimiento cuando las plantas presentaron 4 hojas verdaderas, esta se realizó directamente al follaje de la planta, las dosis fueron las que se indican en la descripción de los tratamientos.

Segunda aplicación: se realizó el 26 de noviembre del 2018, a los 30 días después del trasplante, fase pleno crecimiento, cuando la planta presento 6 hojas, utilizándose la misma dosis.

Tercera aplicación: se realizó el 11 de diciembre del 2018, es decir a los 45 días después del trasplante, fase inicio del bulbeo.

#### **4.13.8. Deshierbos**

Los deshierbos se realizaron en forma manual, la primera se realizó a los 20 días después del trasplante, la segunda a los 40 días y la tercera a los 68 días. La finalidad es que estas no compitan con el cultivo por espacio, agua y nutrientes.

#### **4.13.9. Riego**

Se utilizó el riego por goteo para una mejor eficiencia, se realizaron dos veces por semana, el tiempo de riego fue una hora, cortándose el riego cuando las plantas presentaron un 50 % doblado de las hojas.

#### **4.13.10. Fertilización**

La fórmula de fertilización utilizada fue 120 kg de N, 30 kg de  $P_2O_5$  y 60 kg de  $K_2O$ . Las fuentes que se utilizaron fueron urea, fosfato diamónico y sulfato de potasio. Todo el fósforo y potasio se aplicó en el momento de preparación del terreno. El nitrógeno (urea) se fraccionó en tres partes:

La primera aplicación de N se realizó durante la preparación del terreno; la segunda aplicación fue a los 15 días después del trasplante, y la última aplicación de N se efectuó a los 45 días después del trasplante.

#### **4.13.10. Control fitosanitario**

La única plaga que se presentó durante la ejecución de la investigación fue el gusano cortador de las hojas. Su control se realizó aplicando Lorsban a una dosis de 200 ml/ha y adherente superwet a razón de 25 ml/ha.

#### **4.13.11. Cosecha**

La cosecha se realizó el 30 de enero del 2019 a los 95 días después del trasplante y se efectuó de la siguiente manera:

Tumbado de la planta: esta labor se realizó a los 85 días después del trasplante y cuando las plantas presentaron el 50 % de los pseudotallos doblados, y un amarillamiento de las hojas, se efectuó pisando los tallos de las plantas.

Arrancado: se efectuó 4 días después del tumbado, y se realizó manualmente para respectivo curado.

Curado: se realizó 8 días después del arrancado, esta labor consistió en cortar los pseudotallos y las raíces con un cuchillo. Posteriormente se realizaron las evaluaciones de peso, diámetro polar y ecuatorial de bulbo y el rendimiento.

#### **4.13.12. Embalaje**

Después que se tomaron los datos, se seleccionó y clasificó los bulbos de acuerdo al tamaño, se recogió en arpillas de 50 kg para ser transportados al mercado para su respectiva comercialización.

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 5.1. Altura de planta (cm)

Tabla 11

*Análisis de la varianza para altura de planta de cebolla variedad Roja Ilabaya*

F.V.	GL	SC	CM	Fc	F $\alpha$		
					0,05	0,01	
Bloques	3	3,04	1,01	0,08	3,49	5,95	ns
Tratamientos	4	176,73	44,18	3,39	3,26	5,41	*
Error exp.	12	156,29	13,02				
Total	19	336,05					
CV= 6,08 %		*= Significativo		ns= No significativo			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 11, el análisis de la varianza para altura de planta, muestra que, no existe diferencias estadísticas significativas entre bloques, mientras que para los tratamientos se encontró significancia estadística lo cual indica que al menos un tratamiento influye en la variable de respuesta. El coeficiente de variación fue 6,08 % lo que indica que los datos experimentales son confiables.

Tabla 12

*Prueba de rango múltiple de Duncan para altura de planta de cebolla variedad Roja Ilabaya*

Orden de mérito	Tratamientos	Promedios (cm)	Significación $\alpha= 0,05$
1°	Aminoterra	65,08	a
2°	Testigo	58,90	b
3°	Activeg	58,85	b
4°	Orgabiol	57,40	b
5°	Basfoliar algae	56,68	b

Fuente: Elaboración propia

En la prueba de rango múltiple de Duncan para altura de planta tabla 12, muestra que, el tratamiento Aminoterra con un promedio de 65,08 cm logró la mayor altura, superando estadísticamente a los demás. Los tratamientos testigo, Activeg, Orgabiol y Basfoliar algae con 58,90; 58,85; 57,40 y 56,68 cm respectivamente, sus valores fueron estadísticamente similares en sus promedios.

Estos resultados superan a los encontrados por Tipantiza (2017) que obtuvo una altura de planta de 55,93 cm. Asimismo León (2015) alcanzó una altura de 47,39 cm, de igual manera Casas (2018) en su ensayo logró alturas entre 50,55 y 52,77 cm aplicando fitorreguladores.

Rojas (2012) en su investigación realizada en el sector de Oconchay, Ilabaya alcanzó una altura de 57,52 cm, estos resultados son inferiores a los encontrados en la presente investigación.

Podemos concluir que el bioestimulante Aminoterra influye en el crecimiento longitudinal de las plantas siendo muy notoria, debido a que después de su aplicación manifestaron cambios, esto probablemente a que este bioestimulante sea un poderoso fertilizante por su contenido de aminoácidos libres, macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg), micronutrientes (Zn, B, Mn, Fe) y las plantas disponen de ellos durante todo su ciclo vegetativo mejorando su resistencia, adaptación y consecuentemente mayor potencial en la producción de hojas y tallos.

## 5.2. Diámetro polar (mm)

Tabla 13

*Análisis de la varianza para diámetro polar de bulbo de cebolla variedad Roja Ilabaya*

F.V.	Gl	SC	CM	Fc	Ftab		
					0,05	0,01	
Bloques	3	22,61	7,54	1,39	3,49	5,95	ns
Tratamientos	4	141,47	35,37	6,54	3,26	5,41	**
Error exp.	12	64,90	5,41				
Total	19	228,98					

CV= 3,43 %

\*\*= Alta significación

ns= No significativo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 13, el análisis de la varianza para diámetro polar de bulbo de cebolla variedad Roja Ilabaya, indica que, no existe diferencias estadísticas entre bloques. Para tratamientos se encontraron diferencias

estadísticas altamente significativas, lo cual infiere que al menos un tratamiento es superior a los demás. El coeficiente de variación fue 3,43 % indica que los datos experimentales son confiables.

Tabla 14

*Prueba de rango múltiple de Duncan para el diámetro polar del bulbo de cebolla variedad Roja Ilabaya*

Orden de mérito	Tratamientos	Promedios (mm)	Significativo $\alpha=0,05$
1°	Aminoterra	72,72	a
2°	Testigo	67,46	b
3°	Orgabiol	67,28	b
4°	Basfoliar algae	66,47	b
5°	Activeg	64,80	b

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 14, la prueba de rango múltiple de Duncan, se observa que el bioestimulante Aminoterra con 72,72 mm fue superior estadísticamente a los de más tratamientos en estudio. Le siguen los tratamientos testigo (sin bioestimulante), Orgabiol, Basfoliar algae y Activeg con 67,46; 67,28; 66,47 y 64,80 mm de diámetro polar de bulbo, sus valores fueron estadísticamente similares entre sus promedios.

León (2015) en su trabajo de investigación alcanzó un diámetro polar de 6,96 y 6,83 cm, asimismo Casas (2018) en su ensayo obtuvo diámetros entre 5,51 a 5,89 cm, estos resultados son inferiores a los alcanzados en la presente investigación. Sin embargo Rojas (2012)

alcanzó diámetros entre 8,12 y 8,22 cm, superando a los encontrados en esta investigación.

A partir de los hallazgos encontrados en la presente investigación se puede indicar que, el bioestimulante Aminoterra contiene aminoácidos y macro y micro nutrientes que contribuyen a una nutrición eficiente, permitiendo a las plantas producir sus propias proteínas y tejidos rápidamente y ahorrando energía. Asimismo estas aumentan la capacidad de sintetizar hormonas de crecimiento, logrando mayor crecimiento y desarrollo del bulbo.

### 5.3. Diámetro ecuatorial (mm)

Tabla 15

*Análisis de la varianza para diámetro ecuatorial de bulbo de cebolla variedad Roja Ilabaya*

F.V.	GL	SC	CM	Fc	F $\alpha$		
					0,05	0,01	
Bloques	3	58,51	19,5	3,01	3,49	5,95	ns
Tratamientos	4	149,86	37,47	5,78	3,26	5,41	**
Error exp.	12	77,72	6,48				
Total	19	286,09					
CV= 3,05 %	**= Alta significación		ns= No significativo				

Fuente: Elaboración propia

El análisis de la varianza para el diámetro ecuatorial tabla 15, muestra que, no se encontró diferencias estadísticas entre bloques. Para los

tratamientos se halló diferencias estadísticas altamente significativas, lo cual nos dice que al menos un tratamiento influye en el diámetro ecuatorial del bulbo. El coeficiente de variación fue 3,05 % indica que los datos experimentales son confiables

Tabla 16

*Prueba de rango múltiple de Duncan para el diámetro ecuatorial del bulbo cebolla variedad Roja Ilabaya*

Orden de mérito	Tratamientos	Promedios(mm)	Significativo $\alpha= 0,05$
1°	Aminoterra	88,58	a
2°	Orgabiol	82,85	b
3°	Testigo	82,77	b
4°	Activeg	81,54	b
5°	Basfoliar algae	80,84	b

Fuente: Elaboración propia

La prueba de rango múltiple de Duncan de diámetro ecuatorial de bulbo tabla 16, revela que, el tratamiento Aminoterra alcanzó el mayor promedio con 88,58 mm, superando a los demás tratamientos en estudio. Seguido de los tratamientos Orgabiol, testigo, Activeg y Basfoliar algae con 82,85; 82,77; 81,54 y 80,84 mm respectivamente, sus valores fueron estadísticamente similares.

Casas (2018), en su estudio logró diámetros entre 7,02 y 7,54 cm aplicando fitorreguladores en el Centro Experimental Agrícola III Los Pichones. Asimismo, León (2015) obtuvo un diámetro máximo de 5,97

cm. estos resultados se encuentran por debajo a los encontrados en la presente investigación.

Rojas (2012) en su ensayo realizado en Ilabaya en el sector de Oconchay alcanzó un diámetro de 9,93 cm. este resultado es superior a los obtenidos en esta investigación.

De los resultados encontrados se puede concluir que el Aminoterra bioestimulante y poderoso fertilizante que contiene (N, P, K, Ca y Mg), micronutrientes (Zn, B, Mn y Fe), y ácidos fúlvicos, lo que contribuye posiblemente a una nutrición exitosa en la cebolla, aumentando la de absorción de nutrientes, asimismo las plantas disponen de aminoácidos libres en forma constante durante su ciclo, incrementado los rendimientos y mayores calibres en el bulbo.

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

Tabla 17

*Análisis de la varianza para peso de bulbo de cebolla variedad Roja Ilabaya*

F.V.	GI	SC	CM	Fc	F $\alpha$		
					0,05	0,01	
Bloques	3	4105,28	1368,43	3,47	3,49	5,95	ns
Tratamientos	4	14470,84	3617,71	9,16	3,26	5,41	**
Error exp.	12	4737,41	394,78				
Total	19	23313,54					

CV= 7,87 %      \*\*= Alta significación      ns= No significativo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 17, se presenta el análisis de la varianza del peso de bulbo, y expresa que, no existe significación estadística entre bloques. Para tratamientos se encontró alta significación estadística, es decir al menos uno o más tratamientos influyen en el peso de bulbo, con un coeficiente de variación de 7,87 % indica que los datos experimentales son confiables.

Tabla 18

*Prueba de rangos múltiple de Duncan para el peso de bulbo cebolla variedad Roja Ilabaya*

Orden de mérito	Tratamientos	Promedios (g)	Significación
1°	Aminoterra	301,38	a
2°	Orgabiol	255,00	b
3°	Testigo	250,00	b
4°	Activeg	227,90	b
5°	Basfoliar algae	227,78	b

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 18, la prueba de rango múltiple de Duncan para peso de bulbo, muestra que, el tratamiento Aminoterra presento el mayor promedio con 301,38 g bulbo<sup>-1</sup> superando estadísticamente al resto, le siguen los tratamientos Orgabiol, testigo, Acitveg y Basfoliar algae con 255,00; 250,00; 227,90 y 227,78 g bulbo<sup>-1</sup> respectivamente, los valores de sus promedios fueron estadísticamente similares.

León (2015) en su estudio realizado en Centro Experimental Agrícola III Los Pichones obtuvo un peso de bulbo de 140,9 g. Asimismo, Rojas

(2012), en su investigación realizada en el distrito de Ilabaya, en el sector de Oconchay logró un peso de bulbo de 283,55 g estos resultados son inferiores a los obtenidos en esta investigación.

A partir de los resultados hallados en esta investigación se concluye que la aplicación del Aminoterra, bioestimulante que contiene aminoácidos y fertilizantes macronutrientes (N, P, K, Ca y Mg), micronutrientes (Zn, B, Mn y Fe), y ácidos fúlvicos, probablemente permite a las plantas construir sus propias proteínas y tejidos de forma rápida, con gran ahorro de energía, y capacidad de síntesis de hormonas de crecimiento, con mayor potencial en productividad y calidad de raíces, hojas y tallos; incrementando los calibres, mejorando el rendimiento y calidad de los bulbos.

### 5.5. Rendimiento total de bulbo (t ha<sup>-1</sup>)

Tabla 19

*Análisis de la varianza para rendimiento total de bulbo de cebolla variedad Roja Ilabaya*

F.V.	Gl	SC	CM	Fc	F $\alpha$		
					0.01	0.05	
Bloques	3	60	20	2,29	3,49	5,95	ns
Tratamientos	4	132,83	33,21	3,81	3,26	5,41	*
Error exp.	12	104,65	8,72				
Total	19	297,48					

CV= 8,46 %

\*= Significativo

ns= No significativo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 19, el análisis de la varianza para el rendimiento total de bulbos, expresa que, no existe diferencias estadísticas significativas entre bloques. Para los tratamientos se encontró diferencias estadísticas significativas, esto nos indica que al menos un tratamiento alcanzó el mayor rendimiento. El coeficiente de variación fue 8,46 % indicando que los datos experimentales son confiables.

Tabla 20

*Prueba de rango múltiple de Duncan para el rendimiento total de bulbo cebolla variedad Roja Ilabaya*

Orden de mérito	Tratamientos	Promedios (t/ha)	Sig. 0,05
1°	Aminoterra	39,83	a
2°	Activeg	34,72	b
3°	Testigo	33,89	b
4°	Orgabiol	33,67	b
5°	Basfoliar algae	32,39	b

Fuente: Elaboración propia

La prueba de comparaciones múltiples de Duncan para el rendimiento de bulbo total tabla 20, muestra que, el tratamiento Aminoterra logró el mayor rendimiento con un promedio de 39,83 t ha<sup>-1</sup>, seguido de los tratamientos Activeg, testigo, Orgabiol y Basfoliar algae, con 34,72; 33,89; 33,67 y 32,39 t ha<sup>-1</sup>; sus valores fueron estadísticamente similares en sus promedios.

La acción del bioestimulante Aminoterra en la cebolla, es debido que después de su aplicación, manifestó cambios, que se verificaron al analizar los resultados del rendimiento.

Casas (2018), en su estudio realizado en el Centro Experimental Agrícola III “Los Pichones” aplicando fitorreguladores alcanzó rendimientos de 29,95 y 35,33 t/ha. Por otro lado, León (2015) en su ensayo obtuvo un rendimiento promedio de 38,51 t/ha. Estos resultados son inferiores a los alcanzados en la presente investigación. Sin embargo, Rojas (2012) en su investigación realizada en el sector de Oconchay, distrito de Ilabaya, logró rendimientos promedios de 63,14 y 64,33 t/ha, rendimientos que superan a los hallados en esta investigación.

El bioestimulante Aminoterra ofrece un potencial para mejorar la producción y calidad de los bulbos, aumenta la capacidad de síntesis de hormonas naturales, que regulan el crecimiento y desarrollo. Este producto contiene macronutrientes (N, P, K, Ca y Mg), micronutrientes (Zn, B, Mn y Fe), y ácidos fúlvicos, lo que contribuye probablemente a una nutrición exitosa en el cultivo, asimismo las plantas disponen de aminoácidos libres en forma constante durante su período vegetativo, optimizando su resistencia y adaptación a todo tipo de ambientes, aumentando los rendimientos y la calidad de las cosechas.

## **CONCLUSIÓN**

1. El bioestimulante Aminoterra a una dosis de aplicación de 2,00 l/ha, logró el mayor rendimiento de bulbo con un promedio de 39,83 t/ha. Asimismo fue superior en, altura de planta con 65,08 cm; diámetro polar de bulbo con 72,72 mm; diámetro ecuatorial de bulbo con 88,58 mm y peso unitario de bulbo con 301,38 g respectivamente.

## **RECOMENDACIONES**

1. Utilizar el bioestimulante Aminoterra ya que obtuvo el mayor efecto en el rendimiento de bulbo de cebolla variedad Roja Ilabaya.
2. Aplicar el bioestimulante Aminoterra debido que logro la mayor altura de planta, diámetro polar y ecuatorial, peso de bulbo en la cebolla variedad Roja Ilabaya.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad, A. B., Rodríguez, J. C., Rojas, A. N., y Moreno, J. G. (2016). *Malezas en cultivos hortícolas y su manejo integrado*. México: INTAGRI.
- Aljaro, A., Monardes, H., Urbina, C., Martín, A., y Muñoz, E. (2009). *Manual de cultivo del ajo (*Allium sativum* L.) y cebolla (*Allium cepa* L.)*. Santiago, Chile: Universidad de Chile.
- Álvarez, J. C., Venegas, F. S., Soto, A. C., Chávez, V. A., y Zabala, S. L. (2011). *Uso de fertilizantes químicos en cebolla (*Allium cepa* L.) en Apatzingán*. Michoacán, México: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Angulo, F. (2009). *Evaluación de cuatro bioestimulantes comerciales en el desarrollo de las plantas intertas de cacao (*Theobroma cacao* L.)*. (Tesis de grado), Escuela Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- Bietti, S., y Orlando, J. (2003). *Nutrición vegetal. Insumos para cultivos orgánicos*. Recuperado de <http://www.triavet.com.ar/insumos.htm>.

Cabrera, M., Borrego, Y., Rodríguez, A., Angarica, E. M., y Rojas, O. (2011). Efecto de tres bioestimulantes en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) variedad atlas en condiciones de cultivo protegido. *Ciencia en su PC*, 1(4), 32-42.

Calmet, A. (2003). *Efectos de la aplicación de delfiín y ruter AA en plantas anuales de flores*. Recuperado de <http://www.fertitec.com>

Castillo, H. (1999). *Aspectos ecofisiológicos del cultivo de cebolla*. Santiago: Universidad de Chile.

Casas, A. (2018). *Efecto de la aplicación foliar de fitorreguladores en el rendimiento de la cebolla roja (Allium cepa L.) variedad Ilabaya*. (Tesis de grado), Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú.

Cedeño, J. (2007). *Efectos de bioestimulantes orgánicos solos y combinados con la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento del híbrido de maíz INIAP H-601*. (Tesis de pregrado), Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Ecuador.

COMPO EXPERT. (2010). *Ficha técnica de Basfoliar Algae*. Recuperado de [http://p112117.typo3server.info/fileadmin/user\\_upload/compo\\_expert/cl/documents/Basfoliar\\_Algae\\_2010.pdf](http://p112117.typo3server.info/fileadmin/user_upload/compo_expert/cl/documents/Basfoliar_Algae_2010.pdf)

- Díaz, D. H. (2009). *Biorreguladores vs Bioestimulantes* . México: Investigación y Desarrollo Agroenzimas.
- Galmarini, C. (1997). *Manual del cultivo de la cebolla*. Cuyo, Argentina: INTA.
- Gómez, M. I. (2003). *Nutrición foliar de minerales y solutos orgánicos*. Bogotá: Microfertisa S.A. Produmedios.
- Inkafert. (2010). *Ficha técnica aminoterra*. Recuperado de [http://inkafert.com.pe/media/uploads/prod\\_fichas/ficha\\_tecnica\\_aminoterra.pdf](http://inkafert.com.pe/media/uploads/prod_fichas/ficha_tecnica_aminoterra.pdf)
- International Plant Nutrition Institute. (1998). Functions of Potassium in Plants. *Better Crops*, 82(3), 4-5.
- Jaldo, D. M. (2017). *Un análisis de la producción y comercio internacional de cebolla. Situación y perspectivas de la cadena de valor en Argentina*. Buenos Aires: Instituto de Economía, INTA. 21 pp.
- KIMITEC. (2017). *Ficha técnica del bioestimulante Activeg*. Recuperado de <http://www.kimitec.es>.
- Labrada, R., Caseley, J. C., y Parker, C. (1996). *Manejo de malezas para países en desarrollo*. Roma, Italia: FAO.

Lara, S. (2009). *Evaluación de varios bioestimulantes foliares en la producción del cultivo de soya (Glycine max L.), en la zona de Babahoyo Provincia de Los Ríos*. (Tesis de pregrado), Universidad Nacional. Guayaquil, Ecuador.

Latorre, B. (1995). *Enfermedades de plantas cultivadas*. Santiago, Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.

León, S. (2015). *Niveles de nitrógeno y fitorreguladores en el bulbo de la cebolla (Allium cepa L.)*. (Tesis de grado), Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna, Perú.

Maroto, J. (1994). *Horticultura herbácea especial*. Madrid, España: Mundi-Prensa.

Ministerio de Agricultura y Riego. (2016). *Requerimientos agroclimáticos del cultivo de cebolla. Ficha técnica N° 17*. Recuperado de [www.minagri.gob.pe](http://www.minagri.gob.pe).

Red Agrícola. (2017). *Fitohormonas: reguladores de crecimiento y bioestimulantes*. Recuperado de <http://www.redagricola.com/cl/fitohormonas-reguladores-de-crecimiento-y-bioestimulantes/>

- Red de Especialistas en Agricultura. (2016). *Bioestimulantes en nutrición, fisiología y estrés vegetal*. Recuperado de <https://agriculturers.com/bioestimulantes-nutricion-fisiologia-estres-vegetal/>
- Rodríguez, M., Montenegro, C., Vieras, R., y Alonzo de la Paz, F. (2016). Efecto del diámetro del bulbo y la densidad de plantación en la producción de semilla de cebolla, por el método semilla-bulbo-semilla. *Cultivos tropicales*, 37(4), 7-12.
- Rojas, M., y Ramírez, H. (1987). *Control hormonal del desarrollo de las plantas*. México: Limusa.
- Rojas, N., (2012). *Efecto de los fitorreguladores en el rendimiento de cebolla roja ecotipo Ilabaya (Allium cepa L.), en el sector de Oconchay, distrito de Ilabaya, provincia Jorge Basadre*. (Tesis de grado), Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna, Perú.
- Saborio, F. (2002). *Bioestimulantes en fertilización foliar*. Costa Rica: Fertilización foliar, Principios y aplicaciones.
- Tapia, A. (1983). *Evaluación de 4 niveles de biol en varios cultivares. Cumbayá-Pichincha*. (Tesis de grado), Universidad Central de Quito, Ecuador.

Tipantiza, S. S. (2017). *Influencia de bioestimulantes naturales, en el rendimiento del cultivo de cebolla de bulbo (Allium cepa L.) var. Burguesa*. (Tesis de grado), Universidad Técnica de Ambato. Ceballos, Ecuador.

TQC. (2014). *Orgabiol, estimulante orgánico no hormonal*. Recuperado de <http://www.tqc.com.pe/product/orgabiol/>

Waters, T., y Wohleb, C. (2016). *Los trips de la cebolla*. USA: Departamento de Extensión de Washington State University.

## **ANEXOS**

### Anexo 1. Datos originales de altura de planta

Tratamientos	Bloques				Promedio
	I	II	III	IV	
t0: Testigo	61,20	64,80	55,60	54,00	58,90
t1: Orgabiol	58,60	54,40	56,00	60,60	57,40
t2: Aminoterra	63,80	65,90	64,90	65,70	65,08
t3: Activeg	54,60	57,30	64,00	59,50	58,85
t4: Basfoliar algae	56,00	55,50	55,60	59,60	56,68

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 2. Datos originales de diámetro polar de bulbo

Tratamientos	Bloques				Promedio
	I	II	III	IV	
t0: Testigo	260,00	250,00	250,00	240,00	250,00
t1: Orgabiol	250,00	220,00	280,00	270,00	255,00
t2: Aminoterra	300,30	292,30	302,10	310,80	301,38
t3: Activeg	180,30	220,40	270,30	240,60	227,90
t4: Basfoliar algae	200,20	210,20	250,00	250,70	227,78

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 3. Datos originales de diámetro ecuatorial de bulbo

Tratamientos	Bloques				Promedio
	I	II	III	IV	
t0: Testigo	65,61	68,75	68,78	66,69	67,46
t1: Orgabiol	67,90	63,81	70,39	67,01	67,28
t2: Aminoterra	72,56	72,98	72,79	72,56	72,72
t3: Activeg	60,86	63,37	64,60	70,37	64,80
t4: Basfoliar algae	66,56	64,63	65,90	68,81	66,47

Fuente: Elaboración propia

#### Anexo 4. Datos originales de peso de bulbo

Tratamientos	Bloques				Promedio
	I	II	III	IV	
t0: Testigo	84,11	83,15	81,82	81,98	82,77
t1: Orgabiol	80,74	81,74	84,86	84,05	82,85
t2: Aminoterra	88,25	87,94	89,33	88,78	88,58
t3: Activeg	75,42	81,91	84,97	83,86	81,54
t4: Basfoliar algae	76,37	77,24	84,82	84,95	80,84

Fuente: Elaboración propia

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

Tratamientos	Bloques				Promedio
	I	II	III	IV	
t0: Testigo	29,90	33,74	27,27	35,56	31,62
t1: Orgabiol	28,28	28,28	32,73	36,36	31,41
t2: Aminoterra	35,15	37,37	40,40	48,89	40,45
t3: Activeg	22,22	34,34	36,57	40,40	33,38
t4: Basfoliar algae	27,07	24,24	38,38	41,82	32,88

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 6. Análisis físico químico de suelo del campo experimental

### INFORME DE ENSAYO N° 0178 – 10 – SUE – 2018

#### ANÁLISIS DE SUELO

##### I. INFORMACION PRELIMINAR

**SOLICITANTE** : TANIA MARIBEL QUISPE Q.  
**TIPO DE MUESTRA** : SUELO  
**SERVICIO SOLICITADO** : ANÁLISIS DE FERTILIDAD  
**CODIGO REGISTR. LABORATORIO** : M-1 = 591  
**LUGAR DE MUESTREO** : Fundo los Pichones de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman - Tacna  
**FECHA DE MUESTREO** : 18 de Setiembre del 2018 Hora 4 p.m.  
**CULTIVO ANTERIOR** : Maíz  
**CULTIVO ACTUAL** : Cebolla Prof. 0.20 m  
**PRESENTACION** : 01 bolsa de plástico con 01 Kg. de muestra aproximado  
**FECHA DE RECEPCION** : 26 de Setiembre del 2018  
**FECHA ENTREGA RESULTADO** : 05 de Octubre del 2018

##### II.-RESULTADO ANÁLISIS DE FERTILIDAD EN SUELO

Mtra	ANÁLISIS MECANICO				ANÁLISIS QUIMICO					ELEMENTOS DISPONIBLES		
	Cod. Lab.	Arena %	Arcilla %	Limo %	Clase Textural	CO <sub>3</sub> Ca %	pH	C.E. mS/cm	Mat. Org. %	Nitróg. % N.	Fósforo ppm P	Potasio ppm K
M-1=591		47.6	9.8	42.6	Franco	0.0	6.42	4.22	0.39	0.025	82.45	1,140

##### Abreviaturas:

C.E. = Conductividad Eléctrica    C.E. y pH = relación suelo/agua = 1/ 2.5    mS/cm = milisiemens por cm = amho por cm  
 % = Porcentaje    ppm = partes por millón    CO<sub>3</sub>Ca = Carbonato de Calcio    Mat. Org. = Materia Orgánica    Nitróg. = Nitrógeno

##### III.- INTERPRETACIÓN DE LOS ANÁLISIS DE FERTILIDAD EN SUELO

Cod. Lab.	CO <sub>3</sub> Ca	pH	C.E.	MAT. ORG.	NITROG.	FOSFORO	POTASIO
M-1=591	Deficiente	Neutro	Muy Salino	Deficiente	Deficiente	Excesivo	Muy Alto

##### METODOLOGIA

**Análisis Mecánico:** Textura por el Método del Hidrómetro de Bouyoucos

**pH:** Potenciómetro: Relación suelo/agua 1 : 2.5

**Conductividad Eléctrica:** Conductímetro

**Materia Orgánica:** Método Walkley y Black

**Nitrógeno:** Método de Kjeldahl

**Ca CO<sub>3</sub>:** Carbonato de Calcio: Método neutralización ácida con Hidróxido de Sodio 0.5 N

**Fósforo Disponible:** Método de Olsen Modificado

**Potasio Disponible:** Método de Extracción con Acetato de Amonio y Medición con Fotómetro de Llama

Fuente: Laboratorio de Análisis Químicos & Servicios (2018)

## Anexo 7. Costo de producción para el área utilizada en la investigación

Descripción	Unidad	Costo (s/.)	Cantidad	Costo (s/.)
<b>Mano de obra</b>				<b>1 500,00</b>
Limpieza del campo	Jornal	50,00	2	100,00
Arado del suelo	Jornal	50,00	2	100,00
Mullido y nivelado del suelo	Jornal	50,00	2	100,00
Riego	Jornal	50,00	5	250,00
Incorporación de materia orgánica	Jornal	50,00	3	150,00
Trasplante campo definitivo	Jornal	50,00	3	150,00
Dehierbos	Jornal	50,00	5	250,00
Fertilización	Jornal	50,00	3	150,00
Control fitosanitario	Jornal	50,00	3	150,00
Aplicación de tratamientos	Jornal	50,00	2	100,00
<b>Maquinaria agrícola</b>				<b>120,00</b>
Arado y surcado	Hr/Maq.	60,00	2	120,00
<b>Insumos</b>				<b>905,00</b>
Almácigos	Manojo	20,00	20	400,00
Estiércol	Saco	10,00	10	100,00
Aminoterra	Litros	50,00	3	150,00
Activeg	Litros	45,00	2	90,00
Basfoliar Alagae	Litros	45,00	1	45,00
Orgabiol	Litros	120,00	1	120,00
<b>Materiales</b>				<b>260,00</b>
Lampa	Unidad	20,00	1	20,00
Rastrillo	Unidad	10,00	1	10,00
Wincha	Unidad	15,00	1	15,00
Cordel	Unidad	5,00	1	5,00
Bomba mochila	Unidad	150,00	1	150,00
Análisis de suelo	Unidad	60,00	1	60,00
<b>Transporte</b>	<b>T</b>	<b>20,00</b>	<b>5</b>	<b>100,00</b>
<b>Total costos directos</b>				<b>2 885,00</b>
Gastos administrativos (10%)				288,50
Imprevistos (5%)				144,25
<b>Total costos indirectos</b>				<b>432,75</b>
<b>Total costos de producción</b>				<b>3 317,75</b>

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 8. Panel fotográfico



Fotografía 1. Fotografía 1. Preparación de terreno



Fotografía 2. Nivelación y tendido de cinta



**Fotografía 3. Riego machaco**



**Fotografía 4. Plantas a una semana después del trasplante**



**Fotografía 5. Plantas en pleno crecimiento**



**Fotografía 6. Aplicación fitosanitaria**



**Fotografía 7. Control de malezas**



**Fotografía 8. Tumbado**



**Fotografía 9. Arrancado**



**Fotografía 10. Curado**



**Fotografía 11. Cosecha y selección**

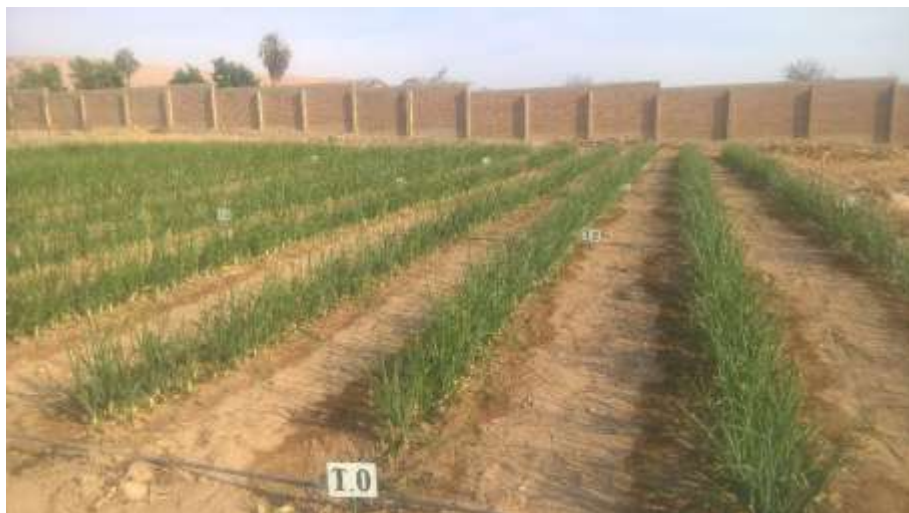
*Anexo 9. Fenología del cultivo de cebolla variedad Ilabaya*



**Fotografía 12. Estado dos hojas verdaderas**



**Fotografía 13. Estado 4 hojas verdaderas**



**Fotografía 14. Estado 8-10 hojas**



**Fotografía 15. Inicio de la bulbificación**



**Fotografía 16. Engrosamiento del bulbo**



**Fotografía 17. Planta caída**

*Anexo 10. Galería de fotos de toma de datos*



**Fotografía 18. Medición de altura de planta**



**Fotografía 19. Peso unitario de bulbo**



**Fotografía 20. Diámetro polar del bulbo**



**Fotografía 21. Diámetro ecuatorial del bulbo**



**Fotografía 22. Rendimiento por hectárea**