

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Agronomía

TESIS

**EFFECTO DE APLICACIÓN DE 3 TIPOS DE ÁCIDOS HÚMICOS
EN RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE CEBOLLA (*Allium
cepa* L.) var. Pegasus EN EL CEA-III “LOS PICHONES”
DEPARTAMENTO DE TACNA**

Presentada por:

Bach. JHON KENHO MAMANI 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


**EFFECTO DE APLICACIÓN DE 3 TIPOS DE ACIDOS HUMICOS
EN RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE CEBOLLA (*Allium
cepa* L.) var. pegasus EN EL CEA - III "LOS PICHONES"
DEPARTAMENTO TACNA**

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 12 DE JUNIO DEL 2018,
SIENDO EL JURADO CALIFICADOR:

PRESIDENTE:


MSc. ARÍSTIDES CHOQUEHUANCA TINTAYA

SECRETARIO:


MSc. NIVARDO NÚÑEZ TORREBLANCA

VOCAL:


Dr. OSCAR OCTAVIO FERNÁNDEZ CUTIRE

ASESOR:


MSc. MAGNO SANTOS ROBLES TELLO

DEDICATORIA

A Dios que me diste la oportunidad de vivir y regalarme una familia maravillosa.

A mis padres, Juan Alfonso Mamani Machaca y Rosa Quispe Quispe, por la confianza, apoyo y esfuerzo que hicieron posible la culminación de mis estudios.

A mi hermano Cristian Alexis Mamani Quispe, por su apoyo constante e incondicional hacia mí.

A mi abuelo, Eulogio Mamani López que siempre estará en mi corazón.

AGRADECIMIENTOS

A todos los docentes de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UNJBG, por los conocimientos transmitidos y sabias enseñanzas compartidas durante mi permanencia en las aulas universitarias.

A mi asesor: MSc. Magno Santos Robles Tello por su apoyo incondicional y por compartir sus invaluable enseñanzas y conocimientos conmigo.

A mis jurados: MSc. Arístides Choquehuanca Tintaya, Dr. Oscar Octavio Fernández Cutire y MSc. Nivardo Núñez Torreblanca, por su orientación, guía y enseñanza en la conclusión de este trabajo de tesis.

A mis amigos(as): Gonzalo Siña, Amalia Alanoca, Donovan Allanta y Luis Roque, por su apoyo y colaboración en el transcurso de todo el proceso de la tesis.

CONTENIDO

| | |
|---|------|
| DEDICATORIA | iii |
| AGRADECIMIENTOS..... | iv |
| CONTENIDO | v |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | ix |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | xi |
| ÍNDICE DE ANEXOS..... | xii |
| RESUMEN..... | xiii |
| ABSTRACT | xiv |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| CAPÍTULO I: EL PROBLEMA | |
| 1.1. Planteamiento del problema | 3 |
| 1.2. Formulación del problema..... | 5 |
| 1.3. Delimitación de la investigación | 5 |
| 1.3.1. Temporal | 5 |
| 1.3.2. Espacial..... | 5 |
| 1.4. Justificación | 5 |
| CAPÍTULO II: OBJETIVOS E HIPÓTESIS | |
| 2.1. Objetivos de la investigación..... | 7 |

| | |
|--|----|
| 2.1.1. Objetivo general | 7 |
| 2.1.2. Objetivo Especifico | 7 |
| 2.2. Hipótesis..... | 7 |
| 2.2.1. Hipótesis General | 7 |
| 2.2.2. Hipótesis específica..... | 8 |
| 2.3. Variables..... | 8 |
| 2.3.1. Variable independiente | 8 |
| 2.3.2. Variable dependiente..... | 8 |
| CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO | |
| 3.1. Conceptos generales | 9 |
| 3.1.1. Origen y distribución | 9 |
| 3.1.2. Morfología | 11 |
| 3.1.3. Clasificación taxonómica | 12 |
| 3.1.4. Fisiología del crecimiento de la cebolla..... | 13 |
| 3.2. Cebolla amarilla dulce variedad Pegasus | 15 |
| 3.2.1. Características..... | 15 |
| 3.3. Enfoques teóricos y técnicos | 16 |
| 3.3.1. Nutrición vegetal..... | 16 |
| 3.3.2. Ácidos húmicos | 21 |
| 3.4. Marco referencial | 28 |
| 3.4.1. Antecedentes..... | 28 |

CAPÍTULO IV: MATERIALES Y METODOS

| | |
|---|----|
| 4.1. Tipo de investigación | 32 |
| 4.2. Ubicación del campo experimental | 32 |
| 4.3. Material experimental..... | 32 |
| 4.3.1. Semilla de Cebolla blanca dulce | 32 |
| 4.3.2. Ácidos húmicos | 33 |
| 4.4. Historial de campo experimental | 36 |
| 4.5. Análisis de suelo | 36 |
| 4.6. Condiciones meteorológicas durante el desarrollo del cultivo | 40 |
| 4.7. Tratamientos en estudio | 41 |
| 4.8. Variables de respuesta | 41 |
| 4.9. Diseño experimental..... | 42 |
| 4.10. Características del campo experimental | 43 |
| 4.11. Aleatorización de tratamientos en el campo experimental | 44 |
| 4.12. Análisis estadístico | 45 |
| 4.13. Conducción del experimento..... | 45 |

CAPÍTULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

| | |
|---|----|
| 5.1. Altura de planta (cm)..... | 50 |
| 5.2. Diámetro ecuatorial del bulbo (mm) | 51 |
| 5.3. Diámetro polar del bulbo (mm)..... | 52 |
| 5.4. Peso de bulbo de cebolla (g) | 54 |

| | |
|--|----|
| 5.5. Peso por unidad experimental (kg) | 55 |
| 5.6. Peso de bulbo de cebolla por hectárea (t/ha)..... | 56 |
| CONCLUSIONES | 58 |
| RECOMENDACIONES..... | 59 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 60 |
| ANEXOS | 68 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-----------|--|----|
| Tabla 1. | Fases del desarrollo del crecimiento herbáceo | 13 |
| Tabla 2. | Análisis físico – químico del suelo experimental..... | 37 |
| Tabla 3. | Interpretación de los análisis de caracterización | 37 |
| Tabla 4. | Datos meteorológicos registrados durante la campaña de cultivo de la cebolla (<i>Allium cepa</i> L) | 40 |
| Tabla 5. | Dosis y época de aplicación de los ácidos húmicos | 48 |
| Tabla 6. | Análisis de varianza de altura de planta de cebolla (cm)..... | 50 |
| Tabla 7. | Prueba de comparación múltiple de Duncan con respecto a la altura de planta | 50 |
| Tabla 8. | Análisis de varianza de diámetro ecuatorial del bulbo de cebolla | 51 |
| Tabla 9. | Prueba de rango múltiple de Duncan con respecto al diámetro ecuatorial | 52 |
| Tabla 10. | Análisis de varianza de diámetro polar del bulbo de cebolla ... | 52 |

| | |
|--|----|
| Tabla 11. Prueba de comparación múltiple de Duncan con respecto al diámetro polar | 53 |
| Tabla 12. Análisis de varianza de peso de bulbo de cebolla | 54 |
| Tabla 13. Prueba de comparación múltiple de Duncan con respecto al peso del bulbo de cebolla | 54 |
| Tabla 14. Análisis de varianza de peso por unidad experimental..... | 55 |
| Tabla 15. Prueba de comparación múltiple de Duncan con respecto al peso por unidad experimental | 56 |
| Tabla 16. Análisis de varianza de peso de bulbo de cebolla por hectárea..... | 56 |
| Tabla 17. Prueba de comparación múltiple de Duncan con respecto al peso de bulbo de cebolla por hectárea | 57 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Aleatorización de los tratamientos..... | 44 |
|---|----|

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|----|
| Anexo 1. Altura de planta final para la tabulación | 69 |
| Anexo 2. Diámetro ecuatorial del bulbo (mm) | 69 |
| Anexo 3. Diámetro polar del bulbo (mm)..... | 69 |
| Anexo 4. Peso unitario de bulbo (g) | 70 |
| Anexo 5. Peso por unidad experimental (kg) | 70 |
| Anexo 6. Rendimiento por Hectárea (t/ha) | 70 |
| Anexo 7. Costo de producción del cultivo de cebolla | 71 |

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Efecto de aplicación de tres tipos de ácidos húmicos en rendimiento del cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) var. Pegasus en el CEA III “Los Pichones” departamento de Tacna”, se realizó durante los meses de marzo hasta agosto del 2015. Los tratamientos en estudio fueron: Root flex, Humic acid y Mega green plus 5-1-1 con dosis de 2 l/ha. El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos aleatorios con cuatro repeticiones, para la comparación entre tratamientos se utilizó la prueba de Duncan. Las variables de respuesta fueron el rendimiento, altura de planta, diámetro ecuatorial del bulbo, diámetro polar del bulbo y peso unitario de fruto. El mayor rendimiento del bulbo de cebolla se obtuvo con el Mega green plus 5-1-1 que alcanzó 23,25 t/ha. La mayor altura, se obtuvo con Humic acid alcanzando 49,23 cm. Para la variable de diámetro ecuatorial y polar del bulbo se obtuvo un mayor diámetro con Mega green plus 5-1-1 con 9,1 y 6,2 cm respectivamente.

Palabras clave: *Allium cepa*, ácidos húmicos, rendimiento.

ABSTRACT

The present work of research entitled "Effect of application of three types of humic acids in yield of the culture of onion (*Allium cepa* L.) var. Pegasus in the CEA III The Pichones department of Tacna", was held during the months of March to August 2015. The treatments under study were: Root flex, Humic acid and Mega green plus 5-1-1 with a dose of 2 l/ha. The experimental design used was that of randomized complete blocks with four repetitions, for the comparison between treatments of the Duncan test was used. The response variables were yield, plant height, equatorial diameter of the bulb, polar diameter of the bulb and fruit unit weight. The highest yield of the bulb was obtained with the Mega green plus 5-1-1, which reached 23,25 t / ha. The highest height was obtained with Humic acid reaching 49,23 cm. For the equatorial diameter and polar diameter of the bulb, a larger diameter was obtained with Mega green plus 5-1-1 with 9,1 and 6,2 cm respectively.

Keywords: *Allium cepa*, humic acids, yield.

INTRODUCCIÓN

La cebolla (*Allium cepa* L.) es una de las hortalizas de mayor consumo en el mundo. Su demanda ha aumentado en los últimos años debido al mayor desarrollo económico de algunos países asiáticos altamente poblados.

Sin dudas, la cebolla, es uno de los alimentos primordiales y complemento de la canasta familiar.

Generalmente se van a buscar variedades, que además de adecuarse bien a las condiciones de cultivo, presenten homogeneidad y buena conservación.

Se trata de un cultivo muy extendido por todo el mundo, pues hay un gran número de cultivares con distinta adaptación a las diferencias de climatología que influyen en su vegetación. A pesar no todos los países cubren sus necesidades y deben importar una parte de su consumo.

En los últimos 10 años (1996 a 2007), la producción mundial aumento en más de un 50 %, oscilando entre 43 Mil toneladas a las 65 Mil toneladas continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio.

El 70 % de la superficie mundial se concentra en Asia. El año 2007, América solo represento el 8,5 % de la superficie mundial, pero dio origen al 14 % de la producción mundial, lo que claramente indica la ocurrencia de mayores rendimientos.

La oferta de cebollas a nivel mundial es muy variable, dado que la producción está sujeta a factores meteorológicos. Consecuentemente, el comportamiento de los precios internacionales depende de la magnitud de la oferta.

En el año 2007, los países Argentina, Brasil, Perú y Chile produjeron 3 millones de toneladas, equivalente a un 4,7 % de la producción mundial.

Las Exportaciones peruanas de cebolla dulce durante la campaña agosto 2016 a enero 2017 ascendieron a 108 000 toneladas (4 000 contenedores de 27 toneladas c/u), registrando un incremento de 11,1 % respecto a las 97 200 toneladas (3 600 contenedores) despachados en la campaña 2015 y 2016.

El Perú cuenta con 2 500 a 3 000 hectáreas de cebolla dulce. Las principales zonas de producción son Ica, norte chico de Lima y Arequipa.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

En el departamento de Tacna el cultivo de cebolla es un cultivo hortícola muy importante tanto para ser consumido en la localidad como para su exportación como la cebolla roja Ilabaya.

Sin embargo hay deficiencias en el manejo del cultivo con relación a la parte nutricional, más aun la tendencia actual es incorporar en el desarrollo agrícola productos o nutrientes alternativos a los químicos o fertilizantes sintéticos, siendo esta alternativa el uso de ácidos húmicos, como fuentes orgánicas de nutrición de este cultivo.

Es un cultivo de alto valor alimenticio, posee vitaminas y minerales lo que la salud humana requiere, siendo su composición promedio de 100 gr de la parte comestible lo siguiente: energía 43 Kcal, agua 89 %, glúcidos 7,1 %, lípidos 0,2 %, proteínas 1,3 %, fibras 2,1 %, calcio 25 mg, magnesio 10 mg, potasio 170 mg, hierro 0,3 mg, vitamina C 7 mg,

vitamina B_1 0,06 mg, vitamina B_3 0,3 mg, vitamina B_6 0,14 mg, vitamina B_9 0,02 mg y vitamina E 0,14 mg.

La aplicación de los ácidos húmicos al suelo, mejora las características biológicas del suelo en beneficio del cultivo.

Los ácidos húmicos son los que fijan el nitrato y lo retienen en la zona radicular de las plantas y por esto impiden la lixiviación del nitrato hacia las aguas subterráneas.

Aumenta la materia seca en la fruta y mejora su sabor y su conservación y resulta más fácil su transporte. El calcio que es importante para el incremento de espesor de las membranas y para la salud de las raíces, es transportado a la zona de las raíces por la formación de complejos y estando así a disposición de las plantas.

La no utilización de los ácidos húmicos va disminuir el rendimiento del cultivo de cebolla y los suelos se van a volver pobres en materia orgánica.

Por esto es impostergable estudiar el efecto de las dosis de ácidos húmicos en el cultivo de cebolla.

1.2. Formulación del problema

¿Qué tipo de ácido húmico será óptimo para la producción del cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) var. Pegasus?

1.3. Delimitación de la investigación

1.3.1. Temporal

El trabajo de investigación denominado “Efecto de aplicación de 3 tipos de ácidos húmicos en rendimiento del cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) var. Pegasus en el CEA - III “Los Pichones” departamento de Tacna”, se realizó entre los meses de marzo hasta agosto del 2015.

1.3.2. Espacial

El trabajo se realizó en el fundo CEA - III “Los Pichones” perteneciente a la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna.

1.4. Justificación

Los ácidos húmicos son sustancias con un alto grado de humificación y estructura compleja, que actúan principalmente sobre las propiedades físicas, químicas y mejoran las condiciones biológicas del suelo.

Mientras en la cebolla (*Allium cepa* L.) se obtendría mejores rendimientos del cultivo de cebolla y mejores características de calidad del producto, al mismo tiempo los ácidos húmicos mejoran el suelo que se está ocupando aumentando la permeabilidad del suelo y la porosidad, gran capacidad de retención de agua, máxima capacidad de intercambio catiónico entre otras muchas características.

Por las cuales al aplicar estos abonos orgánicos como los ácidos húmicos nuestros campos al mismo tiempo tendrían un mejor nivel de regeneración de propiedades y la cebolla eleva su rendimiento de producción con buenas características del bulbo requeridas para el mercado y la exportación.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1. Objetivos de la investigación

2.1.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de los tres tipos de ácido húmico en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) var. Pegasus en el Centro Experimental III Los Pichones.

2.1.2. Objetivo Especifico

Determinar el ácido húmico que optimice el mayor rendimiento de bulbo de cebolla (*Allium cepa* L.) var. Pegasus en el Centro Experimental III Los Pichones.

2.2. Hipótesis

2.2.1. Hipótesis General

La aplicación de tres tipos de ácidos húmicos influye en el rendimiento del cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) var. Pegasus en el Centro Experimental Agrícola III, Los Pichones.

2.2.2. Hipótesis específica

Existe al menos un tipo de ácido húmico que aumentará el rendimiento de bulbo de cebolla (*Allium cepa* L.) var. Pegasus en el Centro Experimental Agrícola III Los Pichones.

2.3. Variables

2.3.1. Variable independiente

Tipos de ácidos húmicos

2.3.2. Variable dependiente

Rendimiento de bulbo (kg/ha)

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. Conceptos generales

3.1.1. Origen y distribución

La cebolla se originó en Asia (China, India o Palestina). Se le menciona en la biblia haciendo alusión a su consumo en Egipto por los israelitas siendo uno de los cultivos más antiguos (Artigas, 1983).

La cebolla 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 (Lorente, 1997).

Por su bajo contenido de hidratos de carbono (Calzada, 1970), unido a sus efectos diuréticos, hacen que sea uso de los alimentos de elección en las dietas de reducción de peso y para diabéticos (Artigas, 1983).

La tendencia en el mercado referido es, de un lado, una disminución de la blanca por problemas de almacenamiento y de otro, incremento en la amarilla (consumo general) y morada por avances en la demanda de los

restaurantes que son sus principales consumidores. En Europa las preferencias son más variadas, Por ejemplo en España la variedad blanca tiene más acogida.

Las variedades más comerciales en el mercado mundial son: Yellow green, Grano de oro, Granex 33 y Texas early entre las amarillas: entre las rojas destacan: Sintética 14, Red granex y Red creole: y entre las blancas tenemos: Valenciana y Majesty (Vásquez, 1996).

La cebolla (*Allium cepa* L.) está entre las hortalizas más importantes y más ampliamente cultivadas en el mundo en 1992 se calculó que la producción mundial fue 28,6 millones de toneladas métricas y en 1993, solamente la producción de Estados Unidos alcanzo 2,88 millones de toneladas métricas, lo cual fue un importante incremento a los 2,5 millones de toneladas métricas en 1992.

En Estados Unidos y Europa, la popularidad de la cebolla fresca ha aumentado mucho en los últimos años, gracias al incremento en su disponibilidad durante todo el año por la importación desde Latinoamérica durante el invierno, y porque se puede obtener consistentemente cebollas más grandes, más dulces y de sabor menos pungente.

En los Estados Unidos, Europa y Asia y partes de Latinoamérica, el color preferido para la cebolla es el amarillo aunque existe demanda para

las cebollas blancas y las rojas (moradas). Aunque otros países predominan las blancas y las rojas (Asgrowseed Company, 1995).

3.1.2. Morfología

La cebolla es una planta bianual bulbosa constituida por un tallo discoidal, plano, circular casi imperceptible del que parten anteriormente numerosas raíces fasciculadas. En la parte superior de este tallo están las hojas, las que en su primera porción son subterráneas; las mismas que en el desarrollo van adquiriendo una conformación especial denominada bulbo. Dicho bulbo hallase constituido por túnicas, catafilos o escamas concéntricas, carnosas, delgadas y transparentes al exterior, estas túnicas constituyen la base de estas hojas envainadas fistulosas, que en su parte libre son cilíndricas de color verde más o menos intenso, superficial, liso y termina en punta; las hojas cilíndricas son huecas con la adultez la planta se achata, o aplasta ligeramente. Al segundo año de entre las hojas nace y se eleva el escapo floral, hueco por dentro, quebradizo o frágil, llegando a alcanzar de 1 a 1,5 m de altura; en el extremo de estos escapos nace y se insertan las flores pequeñas de color blanco verdoso, violáceo puro, encontrándose estas flores reunidas en el vértice del escapo en una umbela compacta.

La inflorescencia es en forma de capsula trilobada con 3 celdas donde se alojan numerosas semillas de color negro, angulosas, arrugadas y algo aplanadas. El poder germinativo de la semilla alcanza dos años pero es mayor si se le conserva con el escapo.

Todos los órganos de la planta muestran olor característico debido a la acumulación en los mismos de distintas sustancias esenciales de naturaleza azufrada (Corrales, 1959).

3.1.3. Clasificación taxonómica

Según la clasificación Engler, mencionando por Cavaglio (1976) la cebolla pertenece a:

División: Fanerógamas

Subdivisión: Angiospermas

Clase: Monocotiledoneas

Orden: Liliiflorae

Familia: Liliaceae

Género: *Allium*

Especie: *Allium Cepa* L.

3.1.4. Fisiología del crecimiento de la cebolla

a. Fase del crecimiento herbáceo

El crecimiento de la cebolla se inicia con la germinación con un tallo muy corto y disco en que se insertan las raíces, y en el que existe un meristemo que va originando progresivamente hojas. En esta fase la planta desarrolla ampliamente su sistema radicular y foliar (Devlin, 1980). La germinación es lenta y cuando se inicia el crecimiento el extremo de la plántula permanece durante un cierto periodo de tiempo, en el interior de la semilla, de la cual absorbe a partir de las sustancias de reserva todos los elementos nutritivos que le son imprescindibles para su crecimiento (Montes y Holle, 1985). Durante este periodo de crecimiento ocurren las siguientes fases que se mostraran:

Tabla 1. Fases del desarrollo del crecimiento herbáceo

| Fases de Desarrollo | Días |
|-----------------------------------|------------|
| 1ºSiembra | 0 |
| 2ºEmergencia | 10-15 días |
| 3ºFases de curva o codo | 15-30 días |
| 4ºFases de Bandera | 30-40 días |
| 5ºFases de las 2 hojas verdaderas | 50-70 días |

Fuente: Maroto (1983)

b. Fase de maduración y formación del bulbo

Para la formación del bulbo el desarrollo del sistema vegetativo aéreo se va paralizando poco a poco y la planta inicia movilización y

acumulación de reservas en las hojas interiores, y a su vez se engrosan formando el bulbo. En esta fase se produce una hidrólisis de los prótidos, que se inicia en las hojas viejas, dirigiendo la planta los aminoácidos libres formados hacia la zona de reserva, paralelamente se produce una síntesis muy intensa de glucosa y fructuosa siendo acumuladas así mismo en el bulbo (Maroto, 1983).

Cada variedad o híbrido tiene su requerimiento de luminosidad óptimo para iniciar el proceso de formación del bulbo, es muy importante por lo tanto de conocer las horas luz del área a sembrar, ya que, si una variedad es expuesta a fotoperiodos mayores a sus requeridos, el proceso de formación de bulbos iniciará, aunque la planta todavía no esté completamente desarrollada. Esto ocasiona una formación prematura del bulbo y por tanto cebollas pequeñas y bajos rendimientos (EDIFARM, 2000).

c. Fase de reposo y reproducción sexual

En el periodo de reposo vegetativo el bulbo maduro está en latencia y la planta no se desarrolla. Pero en el segundo año de cultivo el meristemo apical del disco desarrolla, a expensas de las sustancias de reserva acumuladas, un tallo floral que al rasgarse en su extremo se remata por

una inflorescencia en umbela donde se formaran las semillas luego de su fecundación (Devlin, 1980).

3.2. Cebolla amarilla dulce variedad Pegasus

La semilla usada para este experimento es de la variedad Pegasus una semilla de exportación.

3.2.1. Características

Cebolla grande de día largo, tiene la forma clásica Granex.

Color amarillo con atractivo dorado ligero, forma achatada con buenos azucares y baja pungencia.

Resistente a raíz rosada y tolerante a *Fusarium sp.*

Buena para el empaque con alto potencial de rendimiento y buena uniformidad de bulbo.

Tiene excelentes rendimientos en campo y una excelente capacidad para la etapa de post cosecha y almacenamiento.

3.3. Enfoques teóricos y técnicos

3.3.1. Nutrición vegetal

Los elementos que se encuentran en el sistema suelo-planta pueden ser:

Esenciales: sin ellos la planta no vive.

Benéficos: con ellos aumenta el crecimiento y la producción en situaciones particulares o la tolerancia a condiciones desfavorables del medio: clima, plagas y enfermedades (Malavolta, Vitti, y De Oliveira 1997).

Hace medio siglo atrás en 1954, se conocían los siguientes nutrientes esenciales: carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), boro (B), cloro (Cl), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), molibdeno (Mo) y zinc (Zn). Cobalto (Co), níquel (Ni), y selenio (Se) se han sumado a la lista recientemente (Malavolta *et al.*, 1997).

a. Nitrógeno

Se encuentra bajo la forma orgánica, la que no es disponible inmediatamente para la planta, sino después de un proceso de

mineralización catalizada por los microorganismos del suelo, el cual procede en la dirección siguiente:

Nitrógeno orgánico → amonio → nitrito → nitrato, la cantidad de nitrato producida finalmente depende de la disponibilidad de material carbónico descomponible. Si la relación carbono: nitrógeno (C/N) es alta aparece muy poco o casi nada de nitrógeno como nitrato (Hernández, 1989).

Síntomas de deficiencia: Las plantas que crecen a bajos niveles de nitrógeno son de color verde claro y muestran una clorosis general, principalmente en hojas viejas. Las hojas jóvenes permanecen verdes por períodos más largos, ya que reciben nitrógeno soluble de las hojas más viejas (Walker, Graham, Madison, Cary y Welch, 1985).

b. Calcio

El calcio libre no se encuentra en forma natural, sino formando compuestos que constituyen el 3,63 % de las rocas ígneas y 3,22 % de la corteza terrestre. El calcio es acumulado por las plantas, especialmente en las hojas donde se deposita irreversiblemente, es un elemento esencial para el crecimiento de meristemas y particularmente para el crecimiento y funcionamiento apropiado de los ápices radicales.

El calcio parece actuar modulando la acción de todas las hormonas vegetales, regulando la germinación, el crecimiento y senescencia. Retarda la senescencia y abscisión de hojas y frutos (Bornemisza, 1982).

Síntomas de deficiencia: La deficiencia de calcio está generalmente asociada a efectos de acidez del suelo y muchas veces es difícil diferenciar una de la otra.

Las deficiencias de calcio parecen tener dos efectos en la planta: causan una atrofia del sistema radical y le dan una apariencia característica a la hoja. Las hojas se muestran cloróticas, enrolladas y rizadas. Se presentan raíces pobremente desarrolladas, carentes de fibras y pueden tener apariencia gelatinosa. Los síntomas se observan cerca de los ápices de crecimiento de raíces y tallos. La carencia de calcio también inhibe la germinación del polen y el crecimiento del tubo polínico (Heppler y Wayne, 1985).

C. Potasio

Uno de los elementos esenciales en la nutrición de la planta y uno de los tres que se encuentra en pequeñas cantidades en los suelos, limitando el rendimiento de los cultivos. Altas concentraciones de potasio

se requieren para la conformación activa de muchas enzimas que participan en el metabolismo (Clarkson y Hanson, 1980).

Síntomas de deficiencia: La deficiencia de este elemento se observa primero como un amarillamiento ligero en hojas viejas.

La deficiencia de potasio se conoce comúnmente como quemadura. En muchas monocotiledóneas, como es el caso de los cereales, las células de los ápices y bordes foliares mueren primero, propagándose la necrosis hacia la parte más joven de la base foliar (Clarkson y Hanson, 1980).

d. Azufre

Los sulfatos son necesarios para el crecimiento vegetal. El azufre es absorbido por las plantas principalmente en la forma inorgánica como sulfato, luego es reducido e incorporado a compuestos orgánicos (Buckman y Brady, 1977).

Síntomas de deficiencia: La deficiencia de azufre se caracteriza porque la lámina foliar se torna uniformemente amarilla o clorótica; presentándose la deficiencia primeramente en hojas jóvenes.

Las deficiencias en plantas presentan hojas jóvenes cloróticas, finalmente se ponen amarillas, los bordes y los ápices foliares se vuelven

necróticos y se enrollaban. Se producía una muerte del ápice, seguida por una rápida defoliación (Buckman y Brady, 1977).

e. Fósforo

Es el elemento más limitante en los suelos. El papel central del fósforo es la transferencia de energía. Es esencial para la división celular y el desarrollo de tejidos meristemáticos. El fósforo se acumula principalmente en las regiones meristemáticas del tallo y raíces (Hernández, 1989).

Síntomas de deficiencia: Las deficiencias de fósforo se parecen mucho a las de nitrógeno. El retardo en el crecimiento, las raíces se desarrollan poco y se produce enanismo en hojas y tallos. Es frecuente la acumulación de antocianina en la base de las hojas y en las hojas próximas a morir, que le dan una coloración púrpura y se reduce el número de tallos. El proceso de maduración de las plantas se retarda, mientras que las que tienen abundante fósforo maduran con más rapidez, se mueve de las hojas viejas hacia las jóvenes en las que se almacena; se acumula también en flores en proceso de desarrollo y en semillas (Chapman, 1955).

f. Magnesio

Las concentraciones de magnesio en tejidos vegetales son variables, pero más bien altas. El magnesio tiene un papel estructural como componente de la molécula de clorofila, es requerido para mantener la integridad de los ribosomas y sin duda contribuye en mantener la estabilidad estructural de los ácidos nucleicos y membranas (Buckman y Brady, 1977).

Síntomas de deficiencia: La deficiencia de magnesio ocurre comúnmente en suelos ácidos, arenosos, en áreas de precipitación moderada a alta.

La ausencia de magnesio se caracteriza por una clorosis en hojas viejas, principalmente entre las nervaduras. En algunas plantas la ausencia de clorofila es seguida por la aparición de otros pigmentos (Clarkson y Hanson, 1980).

3.3.2. Ácidos húmicos

Las sustancias húmicas constituyen la suma de los depósitos de restos vegetales y animales en el suelo. Conforme a su grado de descomposición, puede dar origen al humus (materia orgánica totalmente descompuesta o humificada) y al material no humificado.

El humus da origen a las sustancias húmicas y a las huminas, por definición se conoce como sustancias húmicas a los ácidos húmicos y fúlvicos. Son los ingredientes activos más importantes de la materia orgánica formada mediante la humificación química y biológica de los materiales vegetales y animales. El centro biológico y la fracción natural más importante de la materia orgánica son las sustancias húmicas.

Estas son las formas naturales más adecuadas para proveer al suelo y a las plantas de una dosis concentrada de nutrientes esenciales y de vitaminas así como elementos de trazas (Kamara, 1996).

a. Beneficios principales de las sustancias húmicas

Beneficios físicos en el suelo

Los principales beneficios que proporcionan al suelo son: mejoran la estructura del suelo, lo que reduce la pérdida de agua y de los nutrientes en suelos arenosos, incrementa la aireación en los suelos pesados y compactos, previene el escurrimiento del agua y la erosión del suelo mediante coloides (Kamara, 1996)

Beneficios químicos en el suelo

Los principales beneficios que proporcionan al suelo son: neutraliza los suelos ácidos y alcalinos regulando el pH, incrementa y optimiza la toma

del agua y de los nutrientes por la raíz de la planta, actúa como quelatante natural de los nutrientes en forma de ion en los suelos alcalinos, incrementa las características buferizantes de los suelos, incrementa la capacidad de intercambio catiónico, incrementa la capacidad de retención de agua en el suelo, retiene los fertilizantes inorgánicos solubles en la zona radicular, promueve la conversión de los nutrientes (N, P, K, Fe, Zn) en formas asimilables por la planta, reduce la reacción del fósforo con el Ca, Fe, Mg y el Al, libera el dióxido de carbono de los carbonatos de calcio para ser utilizados en la fotosíntesis, eliminan la clorosis férrica, quelatan el Fe en el suelo para transformarlo en fracción asimilable, reduce las sustancias tóxicas del suelo (Kamara, 1996).

Beneficios biológicos en el suelo

Los principales beneficios que proporcionan al suelo son: estimulan a las enzimas y aumentan su producción en la planta, actúan como catalizador orgánico en muchos procesos biológicos, estimulan la proliferación de microorganismos benéficos en el suelo, estimulan el desarrollo y la respiración de las raíces, aumentan la permeabilidad de las membranas de la planta y la absorción de los nutrientes, incrementan el desarrollo de la planta y la producción de biomasa (Kamara, 1996).

b. Uso de sustancias húmicas para activar los fertilizantes

Para alcanzar una producción óptima por unidad de superficie, el cultivo debe desempeñar tres funciones básicas: la recepción de estímulos ambientales y su conversión en energía metabólica, la absorción de los nutrientes a partir del suelo, así como su transformación en metabolitos primarios y secundarios, la formación del producto final.

Esto deja claramente demostrado que en la forma más eficiente para obtener buenos rendimientos, tanto en cantidad como en calidad, es la orientación de la tecnología del manejo de los cultivos hacia tres conceptos básicos: el mejoramiento genético de los cultivos, la protección de los cultivos, el buen manejo de los cultivos (Kamara, 1996).

Este último se fundamenta en cinco elementos: el conocimiento y determinación de sus necesidades nutricionales por etapa fenológica, el conocimiento y determinación de sus necesidades hormonales por etapa fenológica, el conocimiento y determinación de sus necesidades de agua por etapa fenológica, el conocimiento y determinación de los efectos de la interacción cultivo y medio ambiente, el conocimiento y determinación de los efectos de la interacción cultivo, agua y suelo (Kamara, 1996).

c. Uso agrícola actual de los ácidos húmicos

En la actualidad existen muchas ideas erróneas sobre la utilidad de las sustancias húmicas, y por lo menos en América Latina, la adopción de estos materiales por los productores agrícolas rebasó los avances de investigación de Centros e Institutos, por lo que se hace urgente intercambiar las experiencias positivas de investigadores y productores con estos materiales, a fin de proceder a validar cuando sea necesario, o a divulgar los conocimientos adquiridos para beneficio del agro (Narro, 1990).

d. Régimen para el uso de los ácidos húmicos

El incremento en el grado de humificación de la MOS es causada por los regímenes micro climáticos del suelo y la ruptura de los agregados del suelo en sistemas de cultivo convencional (Débora *et al.*, 2002).

Encontraron que las fracciones de CO en forma de carbohidratos se vieron afectados por el tipo de cultivo, con la subsiguiente pérdida del contenido de C en el micro-agregado del suelo. Aunque se sabe que las SH son química y estructuralmente más estables que las sustancias no húmicas, sus contenidos se vieron afectados bajo sistemas continuos de cultivo (Bongiovanni y Lobartini, 2006).

Se ha evidenciado que en suelos cultivados por largos periodos de tiempo, las cantidades de humus decrecen y en consecuencia baja la productividad del suelo, en periodos de 20 años los contenidos disminuyen hasta un 16 %, y a los 40 años se presentan pérdidas de hasta 10 toneladas métricas de C, (33 % del contenido inicial) por aplicación de fertilizantes químicos las pérdidas incrementan hasta de un 26 % (Khlystovskiy y korneyenko, 1982).

e. Atracción de los ácidos húmicos

El valor de sustancias húmicas en la fertilidad del suelo y en la nutrición de la planta se relaciona a las muchas funciones que estos complejos compuestos orgánicos realizan como parte del ciclo de la tierra. El ciclo de vida y muerte involucra un reciclado del carbón que contiene componentes estructurales de plantas y animales a través de la tierra y aire y de vuelta a plantas vivas.

La degradación o inactivación de sustancias tóxicas está mediada por sustancias húmicas. Sustancias húmicas del suelo funcionan para estabilizar o para asistir en la degradación de sustancias tóxicas como: la nicotina, aflatoxinas, antibióticos y la mayoría de pesticidas orgánicos

Las sustancias húmicas sirven como amortiguador (neutralizan) el pH del suelo y libera dióxido de carbono. Estas sustancias funcionan para

amortiguar la concentración del pH del suelo. Repetidos estudios del suelo han provisto de evidencia experimental que la adición de las sustancias húmicas en los suelos ayuda a neutralizar el pH de dichos suelos. Tanto suelos ácidos como alcalinos son neutralizados (Pettit, 2019).

f. Fuentes de material vegetal para la obtención de ácidos húmicos

La materia orgánica en los suelos de cultivo ha sido regenerada a través de prácticas como la rotación de cultivos, plantación de leguminosas, labrado, con abonos verdes y mediante la aplicación de compostas.

Fuentes de extracción de sustancias húmicas son las comúnmente denominadas "orgánicas," que incluyen a las de formación natural como las turbas vegetales (peats), las cuales consisten en materia orgánica derivada principalmente de desechos vegetales y presumiblemente animales y microorganismos atrapados en lechos inundados. Se incluye en este tipo de fuentes a las de formación inducida como las compostas y lombricomposta, que son materiales derivados del proceso de composteo, es decir, la degradación de los residuos orgánicos de plantas y otros organismos que alguna vez tuvieron vida, mediante procesos biológicos controlados que dan como resultado una sustancia de aspecto terroso,

de color oscuro, con buenas propiedades físicas y excelentes atributos como enmienda orgánica del suelo; en este tipo de fuentes la degradación es realizada por microorganismos y en el caso de las lombricomposta, además de los microorganismos, es promovida por lombrices, comúnmente de la especie *Eisenia foetida* (Pacific Micro Minerals, 1987).

3.4. Marco referencial

3.4.1. Antecedentes

Capula (2011) en su investigación titulada “Efectividad de sustancias húmicas de leonardita, en la calidad de cebolla tipo cambray (*Allium cepa* L.)”. Realizada en Buenavista, Sotillo, México. El objetivo fue determinar la efectividad de sustancias húmicas de Leonardita, en la calidad de cebolla tipo cambray. Los tratamientos que consistieron en 1, 2, 3, 4 y 5 ml l-1 de agua aplicada de un ácido húmico (AHL) y un ácido fúlvico (AFL) de Leonardita (carbón más oxidado que el Lignito). El diseño experimental utilizado fue Diseño Experimental en Bloques al Azar con 11 tratamientos y 5 repeticiones. La aplicación de Sustancias húmicas favoreció diferencias en longitud de la hoja (LH), diámetro polar del bulbo (DPB) así como del peso fresco de raíz (PFR) comprobadas al realizar los contrastes ortogonales correspondientes. La aplicación de AF incrementó la magnitud y significancia de algunas correlaciones con el peso del bulbo

(PB) factor determinante en el rendimiento, de tal forma que si se desea obtener productos con mejor calidad en la producción del cultivo este compuesto húmicos es la más recomendable.

Zamora (2014) en su investigación evaluación de la Influencia de fertilizantes orgánicos, biológicos y minerales en el cultivo de la cebolla, cultivar Red Creole. Se desarrolló en la finca “Las Y de Calzadilla” perteneciente a la CCSF “Niceto Pérez” del municipio Las Tunas. el objetivo fue evaluarla aplicación de los fertilizantes, Lixiviado de humus LH, microorganismos eficientes EM, FitoMas-E, Fertimang, Urea más NPK, NPK y la mezcla entre dosde ellos en el comportamiento productivo del cultivo de la cebolla (*Allium cepa*, L.),cultivar Red Creole. El diseño utilizado fue un diseño experimental de bloques al azar con ocho tratamientos y cuatro repeticiones, a los que se le evaluaron parámetros fisiológicos y de rendimiento a los 25, 50 y 70 días posterior al trasplante respectivamente; teniendo en cuenta, el número de hojas por plantas y la altura de la planta y en el momento de la cosecha se midió el diámetro ecuatorial y polar del bulbo, así como el peso promedio de los mismos. Según los resultados obtenidos se demostró que el mayor rendimiento se obtuvo en la mezcla de lixiviado de humus de lombriz (LH) más microorganismos eficientes (16,99 t.ha⁻¹) seguido del Fertimang (15,65 t.ha⁻¹) y el peor lo tuvo el testigo absoluto.

Barrundia (2009) en el Caserío Rama Blanca, Sipacate, La Gomera, Escuintla, evaluó dos genotipos de maní (*Arachishypogaea* L.), dos dosis de cada uno de tres productos formulados a partir de ácidos húmicos: Liquid Feed, Humicel y Agrosuelo. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y 14 tratamientos, 12 provenientes del factorial 2x3x2 genotipos, productos y dosis respectivamente; se adicionó un testigo comercial para cada genotipo evaluado. Como variables de respuesta se evaluaron: rendimiento de fruto, número de vainas por planta, diámetro y longitud de vaina, peso de cien frutos, diámetro y longitud de grano, porcentaje de vaineamiento, biomasa microbiana del suelo y costos de producción en cada tratamiento. De acuerdo a los resultados, el genotipo Buxup superó en rendimiento al genotipo Criollo variedad China (1257 kg/ha vs 850 kg/ha). Los tratamientos que incluyeron aplicación de ácidos húmicos mostraron tendencia a presentar mayor rendimiento en comparación con el testigos comercial. Los productos aplicados afectaron significativamente el diámetro de vaina, el peso de cien frutos, el diámetro de grano y el porcentaje de vaineamiento. Las dosis de los productos afectaron el rendimiento, el diámetro de vaina, el peso de cien frutos y el diámetro de grano. La biomasa microbiana del suelo aumentó por efecto de la aplicación de ácidos húmicos y la presencia del cultivo. Las mayores

rentabilidades se obtuvieron en aquellos tratamientos que incluyeron el uso del genotipo Buxup. Se recomienda que para estudios posteriores se amplíe el periodo de investigación para poder cuantificar la dinámica de características del suelo tales como: capacidad de intercambio catiónico, densidad aparente, estructura, biomasa microbiana y niveles de disponibilidad de nutrimentos.

Estevez (2006) en su investigación “Efecto de la aplicación de tres ácidos húmicos comerciales con diferentes dosis en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*) en la Hacienda Pastavi, cañón Otavalo, parroquia Quinchique”. El mayor porcentaje de prendimiento de las plántulas se obtuvo con la aplicación de P1 (Eco Hum DX) D1 (1 l/ha) y se pudo comprobar que todos los productos que contienen ácidos húmicos utilizados en este ensayo, se destacaron sobre el testigo con el que se obtuvo menor porcentaje. Con la aplicación de Eco Hum Dx se alcanzó un crecimiento de 0,594 centímetros de grosor del tallo y un mayor rendimiento promedio en las unidades experimentales con humus, y ácidos húmicos.

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Tipo de investigación

Se llevó a cabo una investigación experimental.

4.2. Ubicación del campo experimental

La presente investigación se llevó cabo en el CEA III “Los Pichones”, propiedad de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, ubicado en el distrito, provincia y región de Tacna, geográficamente se encuentra ubicada a una altitud de 550 msnm; latitud sur 18° 01' 27" y longitud oeste 70° 15' 21,59".

4.3. Material experimental

4.3.1. Semilla de Cebolla blanca dulce

Se empleó semilla certificada, var. Pegasus por su alto rendimiento en productividad, y por su sabor dulce e buena presentación, además presenta un buen comportamiento frente al mildiu y el trips. Posee un poder germinativo de 88 %, una pureza de 99 % y material inerte de 1 %.

4.3.2. Ácidos húmicos

a. Root plex

El Root Plex es una rica fuente de micronutrientes quelatizados y vital para el desarrollo hormonal. Sus ingredientes activos ayudan estimulando el desarrollo radicular, incrementan la absorción de nutrientes y promueven la producción de clorofila.

Contiene extractos de algas marinas, las cuales son ricas en micronutrientes y hormonas de crecimiento. Las enzimas, vitaminas y otros 57 minerales están asegurando su disponibilidad. Un especial constituyente de las algas marinas es el ácido algínico, el cual mejora la actividad de los microorganismos en el suelo. Utilizar la dosis de 1 a 5 l/200 l. Aplicar antes, durante y después del trasplante (Conagra, 2015).

Composición porcentual del Root Flex

Ácido fosfórico disponible : 1 %

Potasio soluble : 5 %

Hierro quelato : 3 %

Manganeso quelato : 0,50

Ácido húmico : 0,50 %

b. Humic acid

El Humic acid es un producto natural, compuesto por un complejo de moléculas orgánicas, formado por la rotura de materia orgánica del suelo. Obtenido de arenas rutilas de minas ubicadas al noreste de Florida y Georgia (USA), siendo consideradas como las de más alta calidad entre todos los productos comerciales disponibles en el mercado.

El Humic acid complementa las aplicaciones de los fertilizantes al suelo y es un excelente vehículo para la asimilación y transporte de productos de aplicación foliar y al suelo (efecto quelatante). La dosis es de 1 a 2 l/200 l y de 2 a 5 l/ha en cada aplicación.

Propiedades

Estimula el crecimiento vigoroso de raíces, incrementa la actividad microbiana en el suelo, aumenta la capacidad del suelo para la retención de agua, incrementa la capacidad de intercambio catiónico y la disponibilidad de elementos nutritivos del suelo. Mejora las características de suelos salinos y con problemas de toxicidad, tiene un efecto amortiguador sobre las plantas que crecen en suelos salinos.

c. Mega Green Plus 5-1-1

El Mega Green Plus 5-1-1 es un fertilizante 100 % orgánico producido con proteínas de bagre criados en granjas de Estados Unidos. Contiene macronutrientes, micronutrientes, minerales y péptidos que son absorbidos hasta en un periodo de 15 semanas y más del 90 % es utilizado por la planta.

Es procesado en frío con enzimas especiales, rompiendo rápidamente las proteínas del bagre en pequeñas cadenas de aminoácidos y péptidos. Quelatos naturales también son creados en el hidrolizado, haciendo trazas de minerales, incluyendo el hierro, cobre, zinc, azufre, magnesio y calcio, fácilmente soluble y asimilable por las plantas y el césped.

Propiedades

Estimula el crecimiento y desarrollo de la planta.

Estimula la emisión de nuevos brotes.

Incentiva la floración.

Incrementa el tamaño y peso de frutos, aumentando la calidad y rendimiento del cultivo.

Aumenta °brix de frutos y vegetales.

Recupera más rápido a la planta que ha sufrido estrés. La dosis es de 1 a 2 l/200 l y de 2 a 5 l/ha en cada aplicación (CONAGRA, 2015).

4.4. Historial de campo experimental

Según el CEA III “Los Pichones” los cultivos durante la campaña del 2014-2015 fueron:

En la campaña 2014: Meses de febrero hasta mayo.

Campaña de tomate.

En la campaña 2014-2015: meses de Julio del 2014 hasta enero del 2015.

Se sembró cultivo de kiwicha.

4.5. Análisis de suelo

Se realizó el muestreo de suelo del campo experimental a una profundidad de 20 cm y fue llevada a laboratorio para su análisis correspondiente.

Tabla 2. Análisis físico – químico del suelo experimental

| Análisis físico | Resultados |
|---|-------------------|
| Arena % | 49,2 |
| Arcilla % | 8,8 |
| Limo % | 42 |
| Clase textural | Franco |
| Análisis químico | Resultados |
| Co ₃ ca % | 0,0 |
| pH | 5,25 |
| C.E. ms/cm | 8,10 |
| Mat.org. % | 0,50 |
| Elementos disponibles | |
| Nitrógeno % N | 0,020 |
| Fosforo ppm P | 175,88 |
| Potasio ppm K | 3,090 |
| Capacidad de intercambio de cationes cambiabiles | Resultados |
| Ca ⁺⁺ meq/100 g | 7,03 |
| Mg ⁺⁺ meq/100 g | 1,38 |
| K ⁺ meq/100 g | 4,29 |
| Na ⁺ meq/100 g | 1,30 |
| Acidez cambiabile H ⁺ +Al ⁺⁺⁺ | 1,4 |
| CIC capacidad de intercambio catiónico meq/100 g | 15,4 |
| PSI porcentaje de sodio intercambiable% | 8,44 |
| Saturación de bases% | 90,91 |

Fuente: Laboratorio de Análisis Químicos & Servicios, Arequipa (2015)

Tabla 3. Interpretación de los análisis de caracterización

| CO₃Ca | Deficiente |
|--|-------------------|
| pH | Fuertemente Acido |
| C.E. | Muy Salino |
| Materia Orgánica | Deficiente |
| Nitrógeno | Deficiente |
| Fosforo | Excesivo |
| Potasio | Muy Alto |
| CAPACIDAD DE INTERCAMBIO BASES CAMBIABLES | |
| Ca ⁺⁺ | Bajo |
| Mg ⁺⁺ | Bajo |
| K ⁺ | Muy Alto |
| Na ⁺ | Alto |
| CIC | Bajo |
| PSI | Lig. Sódico |

Fuente: Laboratorio de Análisis Químicos & Servicios, Arequipa (2015)

Ibar y Juscafresa (1987) y Zapata *et al.* (1992) manifiestan que el pH óptimo para este cultivo oscila entre 6,5 y 7, pero en suelos arenosos puede vegetar bien con un pH entre 7 a 8. Es una planta que exige más del 2 % de materia orgánica en el suelo y es sensible a la salinidad, ya que en suelos salinos, la planta se desarrolla poco y los frutos son pequeños que su tamaño.

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis del suelo se puede indicar lo siguiente:

El pH del campo experimental fue 5,25 el que se encuentra por debajo de los rangos indicados para el cultivo de cebolla que es de 6 y 6,5. Con respecto al porcentaje de sodio intercambiable que fue de 8,44 % representa peligro para el desarrollo normal del cultivo.

La conductividad eléctrica mide la cantidad total de sales solubles, la muestra ha sido clasificada como muy salino por tener un valor de 8,10 mS/cm, lo que pudo representar alguna limitante para el desarrollo.

El nitrógeno deficiente, el fosforo excesivo y el potasio es muy alto.

La textura clasifica a la muestra de suelo como suelo franco: siendo las características agrícolas de estos suelos, en general, adecuado para el

desarrollo de diferente clase de cultivos y son suelos muy productivos si se los maneja correctamente.

La CIC capacidad intercambio de catiónico es medio (15,4), esta es una propiedad del suelo que se relaciona con la disponibilidad de nutrientes para la planta y es una medida de la fertilidad potencial del suelo.

El PSI porcentaje de sodio intercambiable es la cantidad de sodio absorbido por las partículas de suelo los ha clasificado como suelo ligeramente sódico lo que no es favorable, porque cuando el sodio es elevado tiene efecto adverso sobre la estructura del suelo; en este caso las partículas de arcilla están dispersas, por tanto, la capacidad de oxigenación en la zona radicular no es buena para el crecimiento normal de las plantas.

La fertilización promedio aplicada tuvo un nivel de 210; 160 y 150 kg de N, P_2O_5 y K_2O por hectárea, a pesar que el análisis de suelo muestra con exceso de fosforo y contenido de potasio muy alto, se aplicó los niveles de 160 y 150 debido a que el pH de 5,25 fuertemente ácido afecta la disponibilidad de nutrientes (fosforo, potasio, fierro, cobre boro, etc.) presentes en el suelo.

4.6. Condiciones meteorológicas durante el desarrollo del cultivo

En la tabla 3 se muestra los datos meteorológicos registrados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) durante el desarrollo del cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.).

Podría decirse, que durante el período de ejecución del experimento las condiciones climáticas fueron favorables para el desarrollo del cultivo. Los promedios de temperatura que se obtuvieron para este experimento se encuadran dentro de los rangos ya que la temperatura media fue de 18,86 °C, permitiéndole de esta manera el crecimiento y desarrollo de los bulbos. Tomando las especificaciones técnicas del cultivo, la cebolla se desarrolla en climas templados y cálidos y las temperaturas óptimas de crecimiento y desarrollo están entre los 15 y 35 °C temperaturas por debajo de los 15 °C, los bulbos no desarrollan bien obteniéndose únicamente crecimiento de los tallos (Castillo ,1999).

Tabla 4. Datos meteorológicos registrados durante la campaña de cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.)

| Meses | T° Máxima °C | T° Mínima °C | T° Media °C | H°R% | Horas Luz Kw/m ² |
|--------|--------------|--------------|-------------|-------|-----------------------------|
| Marzo | 28,70 | 18,46 | 23,58 | 82,47 | 0,332 |
| Abril | 25,86 | 16,56 | 21,21 | 85,54 | 0,248 |
| Mayo | 22,70 | 15,08 | 18,89 | 86,72 | 0,205 |
| Junio | 20,97 | 12,67 | 16,82 | 87,71 | 0,205 |
| Julio | 20,05 | 12,20 | 16,12 | 87,42 | 0,237 |
| Agosto | 20,50 | 12,48 | 16,54 | 86,23 | 0,274 |

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) Estación MAP Jorge Basadre Grohmann, Tacna 2015

4.7. Tratamientos en estudio

Los tratamientos en estudio fueron:

| Tratamiento | Ácido Húmico | Dosis |
|----------------|-----------------------|--------|
| t ₀ | Testigo | 0 l/ha |
| t ₁ | Root Flex | 2 l/ha |
| t ₂ | Humic Acid | 2 l/ha |
| t ₃ | Mega Green Plus 5-1-1 | 2 l/ha |

Fuente: Elaboración propia

4.8. Variables de respuesta

Altura de planta (cm): Se efectuaron mediciones a los 14, 29, 49, 78 días a la cosecha.

Diámetro ecuatorial de fruto (mm): Después de realizada la cosecha se procedió a medir la circunferencia de los frutos con la ayuda de un calibrador vernier en la parte más prominente, de todos los frutos de las diez plantas seleccionadas de cada tratamiento en cada unidad experimental

Diámetro polar de fruto (mm): Se procedió a medir el largo del fruto con un calibrador vernier, de todos los frutos de las diez plantas evaluadas de cada tratamiento en cada unidad experimental, al momento de cada cosecha.

Peso unitario de fruto (g): Con la ayuda de una balanza se procedió a pesar un fruto a azar de los 10 bulbos de cebolla marcadas en el momento de la cosecha.

Rendimiento en por hectárea (kg): El rendimiento en kg por parcela se transformó en kg/ha. Usando una fórmula matemática.

4.9. Diseño experimental

El diseño para el presente experimento fue el de bloques completos aleatorios, con cuatro repeticiones, siendo su modelo aditivo lineal siguiente:

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

Donde:

$i=1,2,\dots, t$ tratamientos

$j=1,2,\dots, r$ repeticiones

Y_{ij} = Observación en la unidad experimental

μ = Parámetro, efecto medio

τ_i = Parámetro, efecto del tratamiento i

β_j = Parámetro, efecto del bloque j

ε_{ij} = valor aleatorio, error experimental

4.10. Características del campo experimental

a. Características de la parcela experimental

Largo : 23,0 m

Ancho : 20,0 m

Área total : 460 m²

Numero filas del campo experimental: 14

b. Características de los bloques

Largo : 20,0 m

Ancho : 4,9 m

Área total : 98 m²

Número de Bloques : 4

c. Característica de la unidad experimental

Largo : 5 m

Ancho : 4,9 m

Área : 24,5 m²

Número de líneas por unidad experimental : 3

Número de plantas por unidad experimental: 65

Distancia entre líneas : 1,50 m

4.11. Aleatorización de tratamientos en el campo experimental

La distribución de los tratamientos en el campo experimental fue la siguiente como la muestra en la figura 1.

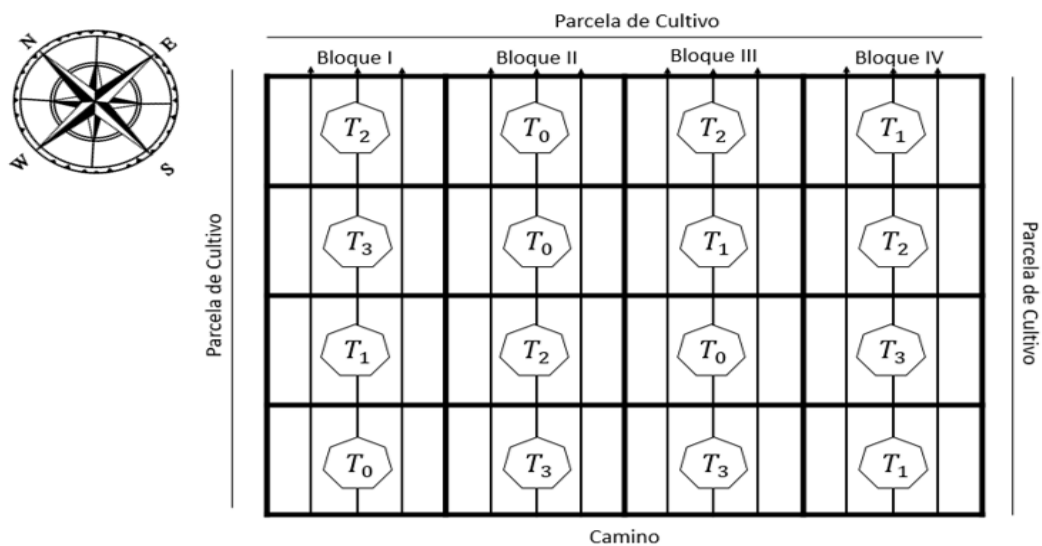


Figura 1. Aleatorización de los tratamientos

Fuente: Elaboración propia

La aleatorización se realizó mediante la formación de bloques para reducir el error experimental. La aleatorización en donde cada tratamiento ocurre una sola vez en cada bloque.

4.12. Análisis estadístico

El análisis estadístico de los factores en estudio se realizó utilizando la técnica del Análisis de Varianza (ANVA) usando la prueba de F a un nivel de significación de 0,01 y 0,05, para analizar el efecto de los tres tipos de ácidos húmicos se realizó el procedimiento de Duncan al 0,05 %.

4.13. Conducción del experimento

Durante el ensayo, se efectuaron todas las prácticas y labores agrícolas, necesarias para lograr un normal desarrollo del cultivo.

a. Medición de la parcela experimental

Utilizando una cinta métrica de 30 m, se procedió a medir el campo experimental; luego se colocaron estacas, para marcar los hitos de referencia asimismo se realizó las divisiones de bloques y unidades experimentales.

b. Preparación de terreno

La preparación del suelo se realizó en forma manual, utilizando picos y palas con el propósito de que quede el suelo suelto y mullido. Esta labor se realizó días antes del trasplante, asimismo se trazaron los surcos a un

distanciamiento de 1,50 m entre hileras y se incorporó la materia orgánica.

c. Siembra

Se realizó la siembra de las semillas e inmediatamente se tapó con arena lavada para que tenga una mejor germinación y no tenga dificultades al momento de emerger de la tierra, se proporcionó un riego para acelerar la germinación. Durante el crecimiento de las plántulas, se dieron riegos de acuerdo a los requerimientos del cultivo. En la siembra se utilizó surcos de 7 m de largo y 0,40 m de ancho.

d. Trasplante

El trasplante al campo definitivo, se realizó a los 45 días después de la siembra; esta labor se realizó por la tarde, luego de las 15 horas para controlar la pérdida de humedad por transpiración.

e. Riego

Se empleó el sistema de riego por goteo, se realizó un riego antes y después de la siembra; se hizo riegos pesados en las primeras etapas fenológicas, luego se aplicó riegos ligeros y al final para el secado de la cebolla se cortó el riego.

f. Fertilización

Las dosis de los abonos orgánicos y químicos se aplicaron en tres partes iguales: la primera después del trazado de los surcos, las otras aplicaciones se realizaron a los 15 y 30 días después del trasplante. La fórmula de fertilización aplicada fue de 210, 160 y 150 de N, P₂O₅ y K₂O en kg/ha.

La aplicación de los fertilizantes se hizo por localización cuando se preparó el terreno se aplicó la tercera parte de los fertilizantes; fueron incorporados al suelo junto con el estiércol y por fertirrigación. Para establecer la formulada de fertilización utilizada se tomó muy en cuenta el análisis químico del suelo.

g. Control de malezas

Se efectuaron controles manuales de acuerdo a la necesidad del cultivo, con el fin de mantenerlo libre de malezas. Se usaron herramientas como lampas y picos.

h. Control Fitosanitario

Se realizaron aplicaciones de Lorsban para gusano de tierra y Rizolex después del trasplante para prevenir el ataque de chupadera fungosa; asimismo se realizaron aplicaciones de Lannate para el control del

gusano de hoja, y fungicidas agrícolas como Bayfidan para el control de mildiu.

i. Rotulación y señalización

Con ayuda de rótulos se identificaron los tratamientos y bloques.

j. Aplicación de tratamientos

La aplicación de los ácidos húmicos se realizó de acuerdo a las dosis indicadas en las fichas técnicas recomendadas por el fabricante. Se realizó de la siguiente manera:

Tabla 5. Dosis y época de aplicación de los ácidos húmicos

| Dosis/Mochila | Época | Fecha |
|--------------------------------|--|-------------------|
| t_0 = sin aplicación | Se aplicó a los 14 días del trasplante del cultivo al campo. | Jueves 07/05/2015 |
| t_1 = 105 ml/mochila de 20 l | Se aplicó a los 28 días del crecimiento del bulbo. | Jueves 21/05/2015 |
| t_2 = 195 ml/mochila de 20 l | Se aplicó a los 56 días del trasplante en campo. | Jueves 18/06/2015 |
| t_3 = 300 ml/mochila de 20 l | Bulbos en pleno desarrollo. | |

Fuente: Elaboración propia

k. Cosecha

Las cosechas se realizaron de forma manual cuando los bulbos de cebolla presentan la madurez fisiológica con su respectivo secado de las hojas falsas de la cebolla (catáfilas) realizando solo una cosecha (101 días).

Para la cosecha de los bulbos de cebolla se procedieron a doblar las hojas falsas de la cebolla para su respectivo secado en el mismo campo.

Después de 15 días se procedió a sacar las cebollas y colocarlas en los surcos para el secado de la raíz y estar listo para los muestreos.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Altura de planta (cm)

Tabla 6. Análisis de varianza de altura de planta de cebolla (cm)

| F de V | G.L. | SC | CM | FC | Sig. |
|--------------|------|---------|---------|--------|------|
| Bloques | 3 | 358,898 | 119,633 | 63,068 | ** |
| Tratamientos | 3 | 21,142 | 7,047 | 3,715 | * |
| Error exp. | 9 | 17,072 | 1,896 | | |
| Total | 15 | 397,112 | | | |

C.V. = 2,90 % **= Alta significación *= Significativo
Fuente: Elaboración propia

En la tabla 6, sobre análisis de varianza revela que, existen diferencias altamente significativas entre los bloques. Para el efecto de los tratamientos resultó significativo, indicando diferencias reales entre los tres tipos de ácidos húmicos. El coeficiente de variación fue 2,90 % revela que los datos experimentales son confiables para las condiciones del experimento.

Tabla 7. Prueba de comparación múltiple de Duncan con respecto a la altura de planta

| O.M. | Tratamientos | Ácidos Húmicos | Promedio (mm) | Sig.α = 0,05 |
|------|----------------|-----------------------|---------------|--------------|
| 1° | t ₂ | Humic acid | 49,231 | a |
| 2° | t ₁ | Root flex | 46,906 | b |
| 3° | t ₃ | Mega green plus 5-1-1 | 46,575 | b |
| 4° | t ₀ | Testigo | 46,363 | b |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 7 se presenta la comparación de promedios para la prueba de comparación de Duncan para altura de planta, se observa que, el t₂ (Humic acid) destaca con una altura promedio de 49,23 mm, siendo estadísticamente superior al t₁ (Root flex), t₃ (Mega green plus 5-1-1) y testigo que alcanzaron promedios de 46,906; 46,575 y 46,363 mm respectivamente.

5.2. Diámetro ecuatorial del bulbo (mm)

Tabla 8. Análisis de varianza de diámetro ecuatorial del bulbo de cebolla

| F de V | GL | SC | CM | FC | Sig. |
|---------------|----|--------|-------|-------|------|
| Bloques | 3 | 6,294 | 2,098 | 5,959 | ns |
| Tratamientos. | 3 | 1,734 | 0,578 | 1,641 | * |
| Error exp. | 9 | 3,169 | 0,352 | | |
| Total | 15 | 11,197 | | | |

C.V. = 6,8 % ns= No significativo * Significativo
Fuente: Elaboración propia

En la tabla 8, del análisis de varianza del diámetro ecuatorial del bulbo de la cebolla, muestra que, no se encontró significación estadística entre bloques. En cuanto a los tratamientos se observa que hay diferencias estadísticas significativas, lo indica que existen diferencias entre los promedios de los ácidos húmicos. El coeficiente de variación fue 6,8 % diríamos que para las condiciones de campo es aceptable, y es el fundamento de la confiabilidad de los resultados del experimento.

Tabla 9. Prueba de rango múltiple de Duncan con respecto al diámetro ecuatorial

| O.M. | Tratamientos | Ácidos húmicos | Promedio (mm) | Sig.α = 0,05 |
|------|----------------|-----------------------|---------------|--------------|
| 1° | t ₃ | Mega green plus 5-1-1 | 9,131 | a |
| 2° | t ₂ | Humic acid | 8,748 | b |
| 3° | t ₁ | Root flex | 8,678 | b |
| 4° | t ₀ | Testigo | 8,205 | c |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 9, de la prueba de rango múltiple de Duncan al 5 %, indica que el tratamiento t₃ (Mega green plus 5-1-1) alcanzó 9,131 mm supera estadísticamente a los tratamientos t₂(Humic acid) y t₁(Root flex) los que alcanzaron 8,748 y 8,678 mm, además no presentan diferencias podemos decir que son estadísticamente similares; finalmente se encuentra el tratamiento testigo con 8,205 mm respectivamente.

5.3. Diámetro polar del bulbo (mm)

Tabla 10. Análisis de varianza de diámetro polar del bulbo de cebolla

| F de V | GL | SC | CM | FC | Sig. |
|--------------|----|----|-------|-------|----------|
| Bloques | | 3 | 0,037 | 0,012 | 0,119 ** |
| Tratamientos | | 3 | 0,327 | 0,109 | 1,062 * |
| Error exp. | | 9 | 0,924 | 0,103 | |
| Total | | 15 | 1,288 | | |

C.V. = 4,9 %

**= Alta significación

*= Significativo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 10, el análisis de varianza de diámetro polar del bulbo de cebolla, se encontró diferencias estadísticas altamente significativas entre bloques, lo cual indica que existe heterogeneidad entre los bloques. Para los tratamientos se encontró significación estadística, indicando que hay diferencias entre los promedios de los ácidos húmicos. El coeficiente de variabilidad de 4,9 % está indicando la homogeneidad de los del material experimental utilizado es aceptable y que por lo tanto los datos experimentales son confiables.

Tabla 11. Prueba de comparación múltiple de Duncan con respecto al diámetro polar

| O.M. | Tratamiento | Ácidos húmicos | Promedio (mm) | Sig.α = 0,05 |
|------|----------------|-----------------------|---------------|--------------|
| 1° | t ₃ | Mega green plus 5-1-1 | 6,561 | a |
| 2° | t ₁ | Root flex | 6,538 | b |
| 3° | t ₂ | Humic acid | 6,33 | b |
| 4° | t ₀ | Testigo | 6,219 | b |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 11, la prueba de comparaciones múltiples de Duncan indica que, el tratamiento t₃ (Mega green plus 5-1-1) logró el mayor diámetro polar con 6,561 mm respectivamente, superando a todos los demás ácidos húmicos; le siguen los tratamientos t₁ (Root flex), t₂ (Humic acid) y t₀ (Testigo) con 6,538; 6,33 y 6,219 mm, no existiendo diferencias entre sus promedios.

5.4. Peso de bulbo de cebolla (g)

Tabla 12. Análisis de varianza de peso de bulbo de cebolla

| F de V | GL | SC | CM | FC | Sig. |
|--------------|----|-----------|----------|-------|------|
| Bloques | 3 | 2995,517 | 998,506 | 0,943 | ** |
| Tratamientos | 3 | 6811,042 | 2270,347 | 2,145 | * |
| Error exp. | 9 | 9525,331 | 1058,370 | | |
| Total | 15 | 19331,889 | | | |

C.V. = 9,75 % **= Alta significación *= Significativo
Fuente: Elaboración propia

En la tabla 12, del análisis de varianza de peso de bulbo, se encontró diferencias estadísticas altamente significativas para bloques, lo cual indica que existe heterogeneidad entre los bloques. Así mismo se encontró significación estadística para los tratamientos, indicando que hay diferencias entre los promedios de los tratamientos. El coeficiente de variación de 9,75 % está indicando que el material experimental fue homogéneo y que por lo tanto los datos experimentales son confiables.

Tabla 13. Prueba de comparación múltiple de Duncan con respecto al peso del bulbo de cebolla

| O.M. | Tratamientos | Ácidos húmicos | Promedio (g) | Sig. $\alpha = 0,05$ |
|------|----------------|-----------------------|--------------|----------------------|
| 1° | t ₃ | Mega green plus 5-1-1 | 370,225 | a |
| 2° | t ₁ | Root flex | 348,45 | b |
| 3° | t ₂ | Humic acid | 320,725 | b |
| 4° | t ₀ | Testigo | 318,25 | c |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 13, la prueba de rango múltiple de Duncan muestra que, el tratamiento t₃ (Mega green plus 5-1-1) obtuvo el mayor peso de bulbo con 370,225 g superando a los demás tratamientos. Seguido de los tratamientos t₁ (Root flex), y t₂ (Humic acid) con 348,45 y 320,725 g, no existiendo diferencias entre sus valores. Finalmente se encuentra el tratamiento testigo con 318,25 g, siendo inferior a los demás tratamientos.

5.5. Peso por unidad experimental (kg)

Tabla 14. Análisis de varianza de peso por unidad experimental

| F de V | GL | SC | CM | FC | Sig. |
|-------------|----|----------|---------|--------|------|
| Bloques | 3 | 1071,273 | 357,091 | 10,863 | ** |
| Tratamiento | 3 | 234,565 | 78,188 | 2,379 | * |
| Error exp. | 9 | 295,839 | 32,871 | | |
| Total | 15 | 1601,677 | | | |

C.V. = 12 % **= Alta significación *= Significativo
Fuente: Elaboración propia

En la tabla 14, del análisis de varianza de peso de bulbo por unidad experimental, se encontró diferencias altamente significativas entre los bloques. En cuanto a los tratamientos se encontró significación estadística significativa, revelando que hay diferencias entre los promedios de los tratamientos (ácidos húmicos). El coeficiente de variabilidad de 12 % está indicando la homogeneidad del material experimental utilizado y que por lo tanto los datos experimentales son confiables.

Tabla 15. Prueba de comparación múltiple de Duncan con respecto al peso por unidad experimental

| OM | Tratamiento | Ácidos húmicos | Promedio (kg) | Sig.α = 0,05 |
|----|----------------|-----------------------|---------------|--------------|
| 1° | t ₃ | Mega green plus 5-1-1 | 56,975 | a |
| 2° | t ₀ | Testigo | 56,375 | b |
| 3° | t ₂ | Humic acid | 51,5375 | b |
| 4° | t ₁ | Root flex | 46,125 | c |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 15, la prueba de comparaciones múltiples de Duncan, indica que, el mayor peso de bulbo por unidad experimental lo obtuvo el tratamiento t₃ (Mega green plus 5-1-1) con 56,975 kg. Seguido de los tratamientos t₀ (Testigo) y t₂ (Humic acid) con 56,375 y 51,5375 kg/unidad experimental, además no existe diferencias estadísticas entre sus promedios. En el último lugar se encuentra el tratamiento t₁ (Root flex) con 46,125 kg respectivamente.

5.6. Peso de bulbo de cebolla por hectárea (t/ha)

Tabla 16. Análisis de varianza de peso de bulbo de cebolla por hectárea

| F de V. | GL | SC | CM | FC | Sig. |
|--------------|----|----------|----------|--------|------|
| Bloques | 3 | 262,8988 | 87,6329 | 8,5545 | ** |
| Tratamientos | 3 | 50,8801 | 16,96004 | 1,6556 | * |
| Error exp. | 9 | 92,1964 | 10,2440 | | |
| Total | 15 | 405,9753 | | | |

C.V. = 12 %

**= Alta significación

*= Significativo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 16, del análisis de varianza de peso de bulbo de cebolla por hectárea, se encontró alta significación estadística entre los bloques, lo cual indica que existe heterogeneidad entre los bloques. En cuanto a los tratamientos se encontró diferencias estadísticas significativas, indicando que hay diferencias entre los promedios de los tratamientos. El coeficiente de variación de 12 % está indicando que los datos experimentales son confiables.

Tabla 17. Prueba de comparación múltiple de Duncan con respecto al peso de bulbo de cebolla por hectárea

| OM | Tratamientos | Ácidos húmicos | Promedio (t/ha) | Sig.α = 0,05 |
|----|----------------|-----------------------|-----------------|--------------|
| 1° | t ₃ | Mega green plus 5-1-1 | 23,2551 | a |
| 2° | t ₀ | Testigo | 23,0102 | b |
| 3° | t ₂ | Humic acid | 21,0357 | b |
| 4° | t ₁ | Root flex | 18,8265 | c |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 17, la prueba de rango múltiple de Duncan, muestra que, el tratamiento t₃ (Mega green plus 5-1-1) alcanzó el mayor rendimiento de bulbo con 23,2551 t/ha, superando a los demás tratamientos. Le siguen los tratamientos t₀ (Testigo) y t₂ (Humic acid) con 23,0102 y 21,0357 t/ha y son estadísticamente similares. Finalmente se encuentra el tratamiento t₁ (Root flex) con un rendimiento promedio de 18,8265 t/ha, siendo inferior estadísticamente a los demás tratamientos.

CONCLUSIONES

El Mega Green plus 5-1-1, el ácido húmico que obtuvo el mayor rendimiento con 23,25 t/ha. La mayor altura de planta, el mayor diámetro polar y ecuatorial, peso de bulbo con 49,23 cm, 9,1 y 6,5 mm, 370 g.

RECOMENDACIONES

Se recomienda la aplicación del ácido húmico Mega green plus 5-1-1 en el cultivo de cebolla variedad Pegasus ya que se observó cómo fue su desempeño en el cultivo de cebolla y sus aportes que brinda.

Se recomienda hacer trabajos de investigación en otras variedades de cebolla, porque los productos húmicos mejoran el suelo e incrementan el rendimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, R. A., Goulet, P., y Garrido, J. (2004). Characterization of the porous structure of different humic fractions. *Colloids and surface. Elsevier BV*, 256 (2):129-135 pp.
- Asgrow Seed Company. (1995). Manejo de la producción de cebollas de días cortos. Informe Agronómico. Kalamazoo. 12 pp.
- Ayca, C. M. (2012). *Influencia de 4 niveles de nitrógeno en el rendimiento y calidad de 2 variedades de cebolla (Allium cepa L.) de exportación en el valle de Ite.* (Tesis de Pregrado). Universidad nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna.
- Barahona, M. (1999). *Manual de horticultura.* Escuela Politécnica del Ejército, Facultad de Agropecuaria, Quito Ecuador.
- Barrundia, J. (2009). *Efecto de dos dosis de tres productos formulados a base de ácidos húmicos sobre las propiedades del suelo, rendimiento y calidad de dos genotipos de maní (Arachis hypogaea L., Fabaceae), sipacate, la gomera, Escuintla.* (Tesis de Pregrado),

Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Guatemala.

Bertsch, F. (1995). *La fertilidad de los suelos y su manejo*. Costa Rica: ACCS, 157 p.

Bongiovanni, M. D., y Lobartini, J. C. (2006). Particulate organic matter, carbohydrate, humic acid contents in soil macro- and microaggregates as affected by cultivation. *Geoderma*, 136: 660–665 pp.

Bornemisza, E. (1982). *Introducción a la química de suelos*. Washington: OEA. 74 p.

Bravo, M. A. (2005). *Monografías hortícolas*. Chile: Universidad Católica de Chile.

Brigante, M., Zanini, G., y Avena, M. (2006). *Efecto de ácidos carboxílicos en la cinética de disolución de ácidos húmicos*. Bahía Blanca, Argentina: Sección E. Química de sólidos. 1pp.

Buckman, H. O., y Brady, N. C. (1977). *Naturaleza y propiedades de los Suelos*. Barcelona: Montaner y Simón, S.A. 590 pp.

- Bullón, O. A. (1985). *Producción y protección de cultivos*. Lima, Perú: Venus S.A. 126 pp.
- Calzada, J. (1970). *Métodos estadísticos para la investigación*. Lima, Perú: Tercera edición. Editorial Jurídica. 798 pp.
- Camasca, A. (1994). *Horticultura práctica*. Ayacucho, Perú: Primera Edición. CONCYTEC - Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. 284 pp.
- Castillo, H. (1999). Aspectos ecofisiológicos del cultivo de cebolla. In: Tapia, M. eds. *El Cultivo de la cebolla*. Santiago, Universidad de Chile. pp. 19-24 pp.
- Chapman, H. D. (1955). *Diagnostic criteria for plants and soils*. California: University of California, Division of Agricultural Sciences. 793 pp.
- Clarkson, D. T., y Hanson, J. B. (1980). The mineral nutrition of higher plants. *Rev. Plant Physiol*, 31:239-298 pp.
- Corrales, M. (1959). *La cebolla. Aspectos de su cultivo*. Lima, Perú: Estación Experimental Agropecuaria, La Molina. 30 pp.
- Cotrado, J. (2000). *Distanciamiento y nitrógeno óptimo en la cebolla (Allium cepa L.) var. Texas Early Grano 502, con riego por*

exudación. (Tesis de Grado). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna.

Debora, M. B. P. M., Ladislau, M. N., Climelio, B., João, M., y Vanderlei, S. B. (2002). Humification degree of soil humus acids determined by fluorescence spectroscopy. *Soil Science*, 167 (11): 739-749 pp.

Delgado de La Flor, F., Toledo, J., y Casas, D. A. (1982). *Datos básicos de los cultivos hortícolas*. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina. 88 pp.

Devlin, R. (1980). *Fisiología vegetal*. Barcelona, España: Ediciones Omega S.A. 517 pp.

EDIFARM. (2000). Manual de Horticultura. Recuperado de www.edifarm.com.ec.

Estévez, V. S. (2006). *Efecto de la aplicación de tres ácidos húmicos comerciales con diferentes dosis en el cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. Italica) en la Hacienda Pastavi, cañón Otavalo, parroquia Quinchique*. (Tesis de Grado ESPOCH). Ibarra, Mayo.

Fuentes, A. (1994). *Efecto de cuatro reguladores de crecimiento en el rendimiento del cultivo de cebolla. (Allium cepa L.) var. Early grano*

502. (Tesis de grado.). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú. 106 pp.
- Gaveglio, R. L. (1976). *Estudio comparativo de 6 variedades de cebolla para el valle de Ate*. (Tesis Ing. Agrónomo). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Gaviola de Heros, S. (2006). *Influencia de la fertilización y el riego sobre aspectos cuantitativos de la producción de cebolla (Allium cepa L.) para la industria del deshidratado*. (Tesis de Magister). Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina. 128 pp.
- Graetz, H. Z. (2002). *Suelos y fertilización*. México: Editorial Trillas. 80 pp.
- Hernández, R. (1989). *Nutrición mineral*. Mérida: Facultad de Ciencias Forestales, ULA. 81 pp.
- Heppler, P. K., y Wayne, R. O. (1985). Calcium and plant development. *Rev. Plant Physiol*, 36:397-439 pp.
- Kamara K. A. (1996). *Uso de sustancias húmicas para activar los fertilizantes*. Coahuila, México: Intrakam S.A. de C.V. 32-51pp.

- Khlystovskiy, A. D., y Korneyenko, Y. F. (1982). Content and composition of humus in sod-podzolic soil after prolonged fertilization. *Soviet Soil Science*, 13(4): 56-62 pp.
- Lorente, J. (1997). *Biblioteca de la agricultura*. Barcelona, España: Editorial Idea Books. 768 pp.
- Malavolta, E., Vitti, G. C., y De Oliveira, S. A. (1997). *Evaluación del estado nutricional de las plantas: principios y aplicaciones*. Brasil: 2da. Edición, Ed. POTAFOS. 319 pp.
- Maroto, J. V. (1983). *Horticultura herbácea especial*. Madrid, España: Mundi-Prensa. 650 pp.
- Maroto, B. J. (1995). *Horticultura herbácea especial*. España: 4ta Edición Mundi-Prensa. pp 123-142 pp.
- Mendoza, R. (1986). *Clasificación genética y mejoramiento de la cebolla (Allium cepa L.) y especies afines*. Arequipa: Universidad Nacional San Agustín. 88 pp.
- Montes, A., y Holle, M. (1985). *Manual de enseñanza práctica de producción de hortalizas*. San José, Costa Rica: IICA. 224 pp.

- Narro, E. (1990). Fundamentos del uso de sustancias húmicas en suelos y cultivos agrícolas. Guatemala: Trillas. pp. 24-37 pp.
- Ortega, O. A. (2001). *Influencia de la fertilización nitrogenada y fosforado en el rendimiento del cultivo de cebolla (Allium cepa L.) var. Texas Early grano 502, bajo riego por goteo.* (Tesis de Grado). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú.
- Pacific Micro Minerals, INC. (1987). Process for preparation of compositions for modifying plant growth; compositions for plant growth modification; and method for the use thereof. *European Patent Specification, 99 (1):* 1-10 pp.
- Pettit, R. E. (2002). Organic matter, humus, humate, humic acid, fulvic acid and humin: their importance in soil fertility and plant health. Recuperado de http://fertiorganicos.com/english/images/lib/organic_matter_humus_humate_humic_acid_fulvic_acid.pdf CTI Research. 1-15 pp.
- Pezo, H. F. (2003). *Determinación del nivel óptimo de nitrógeno en tres variedades de cebolla (Allium cepa L.) en la Yarada.* (Tesis de Grado). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú.

SEAS. (2002). *Memorias del curso la materia orgánica del suelo y sus repercusiones ambientales*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica. 155 pp.

Stevenson, F. J. (1994). *Humus chemistry: genesis, composition, reactions*. USA: Department of Agronomy, University of Illinois.

Universidad Católica de Chile. (1987), *Monografías de hortalizas ajo, cebolla, coliflor, repollo de Bruselas, pimentón, ají y haba*. Santiago: PUC. CORFO. 135 pp.

Vásquez, V. (1996). *Agro exportación. Análisis y perspectivas. Productos no tradicionales*. Primera edición. INIA, UNALM. Lima, Perú. 252 pp.

Walker, D. C., Graham, R. D., Madison, J. T., Cary, E. E. y Welch, R. M. (1985). Effects of Ni deficiency on some nitrogen metabolites in cowpeas (*Vigna unguiculata* L. Walp). *Plant Physiol*, 79: 474-479 pp.

ANEXOS

Anexo 1. Altura de planta final para la tabulación

| Repetición | T₀ | T₁ | T₂ | T₃ |
|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| BI | 40,25 | 38,475 | 41,425 | 40,35 |
| BII | 52,7 | 53,05 | 54,375 | 53,35 |
| BIII | 47,05 | 49,275 | 49,65 | 47,925 |
| BIV | 45,45 | 46,825 | 51,475 | 44,675 |
| Promedio | 46,3625 | 46,90625 | 49,23125 | 46,575 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Diámetro ecuatorial del bulbo (mm)

| Repetición | T₀ | T₁ | T₂ | T₃ |
|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| BI | 6,717 | 7,885 | 7,477 | 8,914 |
| BII | 7,952 | 8,819 | 9,399 | 8,071 |
| BIII | 8,838 | 8,843 | 9,053 | 9,309 |
| BIV | 9,313 | 9,165 | 9,063 | 10,231 |
| Promedio | 8,205 | 8,678 | 8,748 | 9,13125 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Diámetro polar del bulbo (mm)

| Repetición | T₀ | T₁ | T₂ | T₃ | Promedio |
|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------|
| BI | 5,7278 | 6,5474 | 6,5323 | 6,6878 | 6,373825 |
| BII | 6,6057 | 6,6625 | 6,0687 | 6,1381 | 6,36875 |
| BIII | 6,3752 | 6,5778 | 6,1373 | 6,8611 | 6,48785 |
| BIV | 6,1712 | 6,3644 | 6,5842 | 6,5601 | 6,419975 |
| Promedio | 6,219975 | 6,538025 | 6,330625 | 6,561775 | 6,4126 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Peso unitario de bulbo (g)

| Repetición | T₀ | T₁ | T₂ | T₃ | Promedio |
|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------|
| BI | 299 | 309 | 268 | 394,5 | 317,625 |
| BII | 309 | 369,5 | 340 | 305 | 330,875 |
| BIII | 321 | 331,3 | 316 | 353,5 | 330,45 |
| BIV | 309 | 360 | 354,7 | 398 | 355,425 |
| Promedio | 309,5 | 342,45 | 319,675 | 362,75 | 333,59375 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Peso por unidad experimental (kg)

| Repetición | T₀ | T₁ | T₂ | T₃ |
|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| BI | 52,3 | 51,9 | 44,65 | 39,4 |
| BII | 67,2 | 58,4 | 67,8 | 73 |
| BIII | 56,7 | 38 | 48,3 | 50 |
| BIV | 54 | 38,9 | 48 | 50,6 |
| Promedio | 57,55 | 46,8 | 52,1875 | 53,25 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. Rendimiento por Hectárea (t/ha)

| Repetición | T₀ | T₁ | T₂ | T₃ |
|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| BI | 20,612 | 21,183 | 18,224 | 16,081 |
| BII | 27,428 | 23,836 | 27,673 | 35,224 |
| BIII | 23,142 | 14,408 | 19,714 | 21,061 |
| BIV | 20,857 | 15,877 | 18,53 | 20,653 |
| Promedio | 23,009 | 18,826 | 21,035 | 23,254 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7. Costo de producción del cultivo de cebolla

| Rubros | Unidad | Cantidad | P. Unitario | Costo Parcial | Total |
|------------------------------|-----------|----------|-------------|---------------|----------------|
| 1. Costos Directos | | | | | |
| Terreno del CEA los pichones | M2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1.1. Insumos | | | | | |
| Plantones | Kg | 0,250 | 70 | 17,5 | 17,5 |
| M. Orgánica | Kg | 220 | 0.5 | 110 | 110 |
| Fertilizantes | | | | | |
| Nitrato de amonio | Kg | 3 | 4 | 12 | 12 |
| Ac. Húmicos | | | | | |
| Fungicidas | Unidad | 1 | 60 | 60 | 60 |
| Insecticidas | Unidad | 1 | 40 | 40 | 40 |
| 1.2. Mano de Obra | | | | | |
| Preparación del terreno | Jornal | 3 | 35 | 105 | 105 |
| Siembra | Jornal | 5 | 35 | 175 | 175 |
| Labores culturales | Jornal | 3 | 35 | 105 | 105 |
| Cosecha | Jornal | 4 | 35 | 140 | 140 |
| Transporte | Hora | 3 | 20 | 60 | 60 |
| 2. Costos Indirectos | | | | | |
| Material de oficina | Artículos | 1 | 100 | 100 | 100 |
| Alquiler de wincha | Equipo | 1 | 10 | 10 | 10 |
| Alquiler de herramientas | Equipos | 10 | 5 | 50 | 50 |
| Total | | | | | 1 644,5 |

Fuente: Elaboración propia