

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Agronomía

INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ÁCIDOS HÚMICOS  
EN EL RENDIMIENTO DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.)  
ROJA ILABAYA EN EL CENTRO EXPERIMENTAL  
AGRÍCOLA III "LOS PICHONES" - TACNA

TESIS

Presentada por:

Bach. Carlos Pari Zapana

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TACNA - PERÚ

2016



**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA**


**Faculta de Ciencias Agropecuaria**

**Escuela Profesional de Agronomía**

**INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ÁCIDOS HÚMICOS EN EL  
RENDIMIENTO DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.) ROJA ILABAYA  
EN EL CENTRO EXPERIMENTAL AGRÍCOLA III  
“LOS PICHONES”-TACNA**

Tesis sustentada y aprobada el 4 de setiembre del 2015, siendo el jurado calificador:


PRESIDENTE:

  
-----  
MSc. MAGNO ROBLES TELLO


SECRETARIO:

  
-----  
Dr. OSCAR FERNÁNDEZ CUTIRE

VOCAL:

  
-----  
MSc. PEDRO MARIO GÁLVEZ BRICEÑO

ASESOR:

  
-----  
MSc. NIVARDO NÚÑEZ TORREBLA

## DEDICATORIA

*A mis padres, Julian y Marcelina  
a los que quiero mucho,  
que me brindaron todo el apoyo  
y todo el esfuerzo para hacerme  
culminar mis estudios.*

*A mis hermanos, Wilson, David,  
Justina, por su apoyo y aliento  
diario, para lograr obtener  
mi título profesional.*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco especialmente a Dios, por haberme dado la vida, la oportunidad y la fortaleza de cumplir una de mis grandes metas. “por haber pedido tan poco y haberme dado tanto”.

Agradezco a mi asesor MSc. Nivardo Nuñez Torreblanca, por su apoyo incondicional durante mis años de estudio como también en la elaboración y ejecución de mi proyecto de tesis.

A mis profesores de la escuela de agronomía, que con sus enseñanzas y sabidurías logre desarrollarme profesionalmente y lograr mis objetivos

A mis compañeros de estudio y amigos, por el apoyo moral, constante durante la realización del presente trabajo.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	v
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT .....	xii
INTRODUCCIÓN .....	01
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y DEFINICION DEL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del problema.....	03
1.2 Formulación del problema .....	05
1.3 Delimitación de la investigación .....	05
1.4 Justificación.....	05
1.5 Limitaciones .....	07
CAPITULO II: OBJETIVOS E HIPÓTESIS	
2.1 Objetivos .....	08
2.1.1 Objetivo general.....	08
2.1.2 Objetivos específicos .....	08
2.2 Hipótesis.....	08
2.2.1 Hipótesis general .....	08
2.2.2 Hipótesis específicas .....	08

2.3	Variables .....	09
2.3.1	Indicadores y variables .....	09

### CAPITULO III: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1	Conceptos generales y definiciones .....	11
3.1.1	Origen y clasificación botánica.....	11
3.1.2	Características morfológicas.....	12
3.1.3	Fisiología de la bulbificación.....	14
3.1.4	Fenología .....	16
3.1.5	Agroecología del cultivo de cebolla .....	17
3.1.6	Clasificación de la cebolla .....	20
3.1.7	Contenido de pungencia .....	21
3.1.8	Sólidos solubles .....	22
3.1.9	Valor nutricional de la cebolla.....	23
3.2	Enfoque teóricos – técnicos.....	25
3.2.1	Beneficios de los ácidos húmicos.....	25
3.2.2	Origen del ácido húmico.....	26
3.2.3	Sustancias húmicas: ácido húmico .....	27
3.2.4	Formación, composición y estructura de los ácidos húmicos .....	29
3.2.5	Propiedades y aplicaciones de los ácidos húmicos .....	30
3.2.5.1	Efectos sobre los suelos .....	30
3.2.5.2	Efectos sobre las plantas .....	32
3.2.5.3	Principales campos de aplicación .....	33

3.2.6	Ácidos húmicos comerciales.....	34
<b>CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>		
4.1	Tipo de investigación.....	41
4.2	Población y muestra .....	41
4.3	Materiales y Métodos .....	41
4.3.1	Cultivo anterior.....	41
4.3.2	Análisis de suelo.....	42
4.3.3	Datos climáticos.....	43
4.3.4	Material experimental.....	44
4.3.5	Tratamiento.....	47
4.3.6	Característica del área experimental .....	48
4.3.7	Desafío experimental.....	49
4.3.8	Análisis estadístico .....	49
4.3.9	Variables de respuesta .....	50
4.3.10	Conducción del experimento .....	52
4.4	Tecinas aplicadas en la recolección de la información.....	57
4.4.1	Observación directa.....	57
4.4.2	Observación indirecta .....	57
4.5	Instrumentos .....	57
<b>CAPÍTULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>		
5.1	Altura de planta .....	58
5.2	Diámetro polar de bulbo .....	60
5.3	Diámetro ecuatorial de bulbo.....	62

5.4	Peso de bulbo .....	65
5.5	Número de hojas .....	67
5.6	Rendimiento por hectárea .....	69
5.7	Grados brix .....	72
VI.	CONCLUSIONES.....	73
VII.	RECOMENDACIONES .....	74
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
	ANEXOS.....	79

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de variables.	10
Tabla 2: Composición química de la cebolla cada 100 gramos de producto fresco.	24
Tabla 3: Característica del producto Humialga.	35
Tabla 4: Característica del producto Pantera húmico.	37
Tabla 5: Característica del producto Hummax	39
Tabla 6: Característica del producto Vigor humic.	40
Tabla 7: Análisis físico – químico del suelo.	42
Tabla 8: Variables climáticas.	43
Tabla 9: Aplicación de los tratamientos.	47
Tabla 10: Aleatorización de tratamiento en el campo experimental	49
Tabla 11: Análisis de varianza de altura de planta (cm) de cebolla roja Ilabaya CEA III –Los pichones.	58
Tabla 12: Análisis de varianza de diámetro polar (mm) de bulbo de cebolla roja Ilabaya CEA III –Los pichones.	60
Tabla 13: Prueba de significación de Duncan para diámetro polar de bulbo de cebolla roja de Ilabaya, CEA III-Los pichones.	61
Tabla 14: Análisis de varianza de diámetro ecuatorial (mm) de bulbo de cebolla roja de Ilabaya, CEA III – Los pichones.	62

Tabla 15: Prueba de significación de Duncan para diámetro ecuatorial de bulbo de cebolla roja de Ilabaya ( $\alpha=0,05$ ).	63
Tabla 16: Análisis de varianza de peso (gr) de bulbo de cebolla roja de Ilabaya, CEA III – Los pichones.	65
Tabla 17: Prueba de significancia de Duncan para peso de bulbo de cebolla roja de Ilabaya ( $\alpha=0,05$ ).	66
Tabla 18: Análisis de varianza de números de hojas de cebolla roja de Ilabaya, CEA III – Los pichones.	68
Tabla 19: Análisis de varianza de rendimiento (t/ha) de cebolla roja de Ilabaya, CEA III – Los pichones.	69
Tabla 20: Prueba de significancia de Duncan para rendimiento de cebolla roja de Ilabaya ( $\alpha=0,05$ ).	70
Tabla 21: Análisis de varianza de grados brix de cebolla roja de Ilabaya, CEA III – Los pichones.	72

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Influencia de la aplicación de ácidos húmicos en el rendimiento de cebolla (*Allium cepa* L.) Roja Ilabaya en el Centro Experimental Agrícola III los Pichones” - Tacna; se llevó a cabo en el CEA III “Los Pichones” de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – Tacna, teniendo como objetivo: Determinar la influencia de ácidos húmicos comerciales en el rendimiento de bulbos de cebolla roja Ilabaya. El experimento se realizó durante la campaña agrícola 2012. El diseño experimental utilizado fue de Bloques Completos al Azar, con siete tratamientos y cuatro repeticiones. Los resultados finales indicaron, que la aplicación de ácidos húmicos influyeron positivamente en el diámetro polar y ecuatorial del bulbo, el peso individual de bulbo y el rendimiento total. El mayor rendimiento fue de 39,08t/ha, con aplicación de Vigor humic, seguido de Humialga con un rendimiento de 38,80 t/ha y con Pantera Húmico fue de 37,29 t/ha; el testigo dio un rendimiento de 29,54 t/ha.

**Palabras clave:** Ácidos húmicos, rendimiento, cebolla, bulbos, humialga.

## ABSTRACT

This research paper entitled "Influence of application of humic acids in yield of onion (*Allium cepa* L.) Red Ilabaya in the Experimental Agricultural Center Pichones III" - Tacna; It was carried out in the CEA III "The Pichones" of the Faculty of Agricultural Sciences of the National University Jorge Basadre Grohmann - Tacna, aiming: To determine the influence of commercial humic acids in the performance of red onion bulbs Ilabaya . The experiment was conducted during the crop year 2012. The experimental design was randomized complete, with seven treatments and four replications. The final results indicated that the application of humic acids positively influenced the polar and equatorial diameter of the bulb, the bulb individual weight and total yield. The highest yield was 39,08 t / ha, with application of humic Vigor, followed by Humialga with a yield of 38.80 t /ha Humic there with Pantera was 37.29 t / ha; the testigo gave a yield of 29.54 t / ha.

**Keywords:** humic acids, performance, onions, bulbs, humialga.

## INTRODUCCIÓN

La cebolla es un cultivo, que ocupa uno de los primeros lugares de acuerdo al volumen producido entre las principales hortalizas a nivel mundial, razón suficiente para tomar en cuenta que se trata de un cultivo de valor económico, el cual va cobrando interés cada vez más relevante para los países productores de América del Sur y el mundo.

Uno de los alimentos primordiales y complemento de la canasta familiar es la cebolla, producto que es cultivado en las tres regiones del Perú. Las variedades de cebolla son numerosas y presentan bulbos de diversas formas y colores. La producción de cebolla roja, se concentra principalmente en Arequipa, que representa más del 60% de la producción nacional. En la Región Tacna las principales áreas cultivadas se encuentran en los distritos de Locumba e Ilabaya, cuya producción se destina casi exclusivamente para cubrir el mercado interno.

Una situación poco favorable, que enfrentan los agricultores de la zona es el empleo de una gran cantidad de productos químicos, entre ellos los fertilizantes sintéticos nitrogenados. Por lo que es necesaria la búsqueda de alternativas que sean menos costosas y con bajo impacto en el medio ambiente.

Por estas consideraciones, el presente estudio propone evaluar el rendimiento de la cebolla roja Ilabaya (*allium cepa* L.) con aplicación de ácidos húmicos en el Centro Experimental Agrícola III “Los Pichones” – Tacna.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

#### **1.1. Planteamiento del problema**

Uno de los problemas de los agricultores que se dedican a la producción del cultivo de cebolla es que no se alcanza los rendimientos esperados, con bajos rendimientos promedios de 17 a 25 t/ha, lo que en algunos casos no cubren los costos de producción.

Solo el 10% de los productores, han experimentado algún grado de organización para la producción y comercialización en Ilabaya, Sama, Los palos, esa desorganización y desconocimiento del manejo agronómico y de otras opciones diferentes a los fertilizantes de parte de los agricultores, condicionan también que los rendimientos sean bajos.(Ministerio de agricultura, 2010).

Actualmente los mercados a nivel mundial exigen un sistema de producción más eficiente y que respete el medio ambiente, esto nos obliga a buscar alternativas de manejo saludables para el medio

ambiente en el que desarrolla esta actividad y de la misma forma el ambiente de trabajo del recurso humano dedicado a esta actividad. en el mundo actual y nuestra región no es ajeno a ello, se está usando de manera desmedida productos contaminantes para elevar los rendimientos, pero desde nuestro punto de vista es importante cuidar la naturaleza utilizando productos orgánicos que no tóxicos, es por eso también uno de los problemas es el desconocimiento por parte de los agricultores acerca de las bondades de los ácidos húmicos, por ser abonos orgánicos biológicos, favorecen al mismo tiempo tanto a la planta como a mejorar la estructura del suelo.

En el presente trabajo de investigación proponemos el empleo de ácidos húmicos como una alternativa de poder obtener aceptables rendimientos de la cebolla de buena calidad.

El propósito es de contribuir con el desarrollo de la agricultura en la región Tacna, con un cultivo hortícola que está en auge en todo, con el presente trabajo preliminar de investigación, lo que se quiere es demostrar la importancia de este cultivo por ser un ecotipo solo de esta zona, específicamente en Ilabaya.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuál de los ácidos húmicos comerciales será adecuado, para incrementar en el rendimiento del cultivo cebolla roja llabaya?

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

La presente investigación se realizó del 26 de octubre del 2012, en el Centro Experimental Agrícola III, “Los Pichones” de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, cuyas coordenadas geográficas son:

Latitud : 17°59'38"S

Longitud : 70°14'22"W

Altitud : 508 msnm.

## **1.4. Justificación**

La cebolla ocupa uno de los primeros lugares de acuerdo al volumen producido entre las principales hortalizas a nivel mundial, razón suficiente para que centremos nuestra atención a este rubro, el cual va cobrando interés cada vez más relevante para los países productores de América del sur y el mundo (FAO, 2010).

Unos de los alimentos primordiales y completamente de la canasta familiar es la cebolla; producto que es cultivado en las tres regiones del

Perú. Las variedades de cebolla son numerosas y presentan bulbos de diversas formas y colores. La producción nacional de cebollas se orienta principalmente a cubrir el mercado interno, siendo la cebolla roja la principalmente variedad producida, dado el consumo masivo entre la población peruana. La producción de cebollas se concentra principalmente en Arequipa, departamento que participa con más del 60% de la producción nacional, solo en el mes de abril del 2011 se produjeron 113 mil toneladas, aproximadamente. El rendimiento del cultivo de la cebolla en Arequipa, además de Ica, Lima, es uno de los más elevados a nivel nacional alcanzando 37,3 t, los rendimientos obtenidos en Tacna son inferiores a estos promedios (Ministerio de Agricultura, 2010).

La región Tacna concentra el 1% de la producción nacional de cebolla roja (13,368 t en el 2010), teniendo como las principales zonas de producción los distritos de Iocumba e Ilabaya. (Ministerio de Agricultura, 2010). Aun cuando el nivel de las exportaciones peruanas de cebolla roja va en incremento llegando a alcanzar el 60% en el 2010; las exportaciones registradas de la Región Tacna con respecto a este producto presenta un crecimiento leve así las exportaciones tacneñas de cebolla roja fueron de 11,5% (Ministerio de Agricultura, 2010).

Los altos estándares de calidad existentes en mercados internacionales, obliga a los productores a maximizar los esfuerzos para generar buenas niveles productivos a los más altos estándares sanitarios, calidad, buenos rendimientos, que les permitan, a su vez, obtener buenos retornos.

La producción de cebolla, con uso de la menor cantidad posible de agroquímicos entre ellos los fertilizantes sintéticos, priorizando el empleo de fuentes con bajo impacto en el medio ambiente, es una necesidad actual.

Por lo tanto el presente estudio considera evaluar en rendimiento de la cebolla roja Ilabaya (*Allium cepa* L.) con aplicación de ácidos húmicos en el centro Experimental Agrícola III “los Pichones”-Tacna-2012.

### **1.5. Limitaciones**

- Escasa disponibilidad de semilla genética, básica, certificada y autorizada en la zona.
- Escasez de recursos hídricos por ausencia de lluvias.
- Existe escasa bibliografía del ecotipo cebolla roja Ilabaya.

## **CAPITULO II**

### **OBJETIVOS E HIPÓTESIS**

#### **2.1. Objetivos**

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

Evaluar la aplicación de ácidos húmicos comerciales en el cultivo de cebolla roja Ilabaya.

##### **2.1.2. Objetivos específicos**

Determinar la influencia de seis ácidos húmicos comerciales en el rendimiento de bulbos de cebolla roja Ilabaya.

#### **2.2. Hipótesis**

##### **2.2.1. Hipótesis general**

Los ácidos húmicos comerciales influyen positivamente en el cultivo de cebolla roja Ilabaya.

##### **2.2.2. Hipótesis específica**

Uno o más de los ácidos húmicos comerciales aplicados al suelo influenciarán en el rendimiento de bulbos de cebolla roja Ilabaya.

## 2.3. Variables

### 2.3.1. Indicadores y variables

Variable dependiente (Y): Rendimiento de fruto

Indicadores:

- Altura de planta (cm)
- Diámetro polar de bulbo (mm)
- Diámetro ecuatorial de bulbo (mm)
- Peso de bulbo (g)
- Número de hojas
- Rendimiento total (t/ha)
- Grados brix (% )

Variable independiente(X): Fuentes de ácidos húmicos comerciales

Indicadores

- Hummax
- Pantera húmico
- Vigor humic
- Humialga
- Humic-agro
- Humifarm plus

### 2.3.2. Operacionalización de variables

**Tabla 1.** Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicador
Variable dependiente (Y) Rendimiento	Altura de planta	cm
	Diámetro polar de bulbo	mm
	Diámetro ecuatorial de bulbo	mm
	Peso de bulbo	g
	Número de hojas	Nº
	Rendimiento total	t/ha
	Grados brix	%
variable independiente (X) Fuentes de ácidos húmicos comerciales	Hummax	20 l/ha
	Pantera húmico	25 l/ha
	Vigor humic	25 l/ha
	Humialga	30 l/ha
	Humic-agro	10 l/ha
	Humifarm plus	30 l/ha

Fuente: Elaboración propia

## CAPITULO III

### FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

#### 3.1. Conceptos generales y definiciones

##### 3.1.1 Origen y clasificación botánica

La cebolla de rama probablemente se originó en el Sureste de Asia. Su uso por el hombre data de tiempos muy remotos, pues se conocía en Egipto unos 3000 años A.C. (Terranova, 2001).

Según Pacheco (1992), señala que la clasificación taxonómica es la siguiente:

Reino: Vegetal.

División: Angiospermas.

Orden: *Liliflorae*.

Familia: *Liliaceae*.

Género: *Allium*.

Especie: *cepa*.

Nombre Científico: *Allium cepa* L.

### **3.1.2. Características morfológicas**

- **Raíz**

Debido a que la cebolla dispone de una simple raíz primaria, el continuo crecimiento de la planta depende casi enteramente de las raíces adventicias, las cuales constantemente mueren y son renovadas por otras desde la base del tallo. La iniciación de la raíz y su alargamiento es prolífica hasta la etapa de visible bulbeo, si existe humedad en el suelo. Del mismo modo, este alargamiento de la raíz se inhibe desde el visible bulbeo hasta la proximidad de la madurez. En esta etapa el crecimiento de nuevas raíces no es deseable, por lo que los riegos deben ser anulados en la fase de madurez (Voss, 1979).

La fertilización también es determinante en el enraizamiento. La mayoría de las raíces están en un radio de 15 cm y a unos 30 a 60 cm. De la superficie del suelo, razón por la cual es necesario una fertilización cercana a la planta, para asegurar un buen desarrollo durante el periodo de crecimiento (Guenkok, 1974).

- **Hojas**

Son de colores verdes cenizos, tubulares y huecos, son sésiles y están constituidas por la vaina y el limbo (Maroto, 1994).

- **Tallo**

El tallo es la parte comestible cubierta en su madurez por una membrana muy delgada, también se le considera un disco comprimido; de donde se originan las raíces y la base de las hojas. El largo del tallo es de aproximadamente 40 centímetros (Guerrero y Martínez, 1981).

- **Bulbo**

El bulbo es el órgano donde se acumulan las sustancias nutritivas de reserva. La formación del bulbo es una consecuencia de la movilización de carbohidratos entre las bases de las hojas más jóvenes. Los principales factores que influyen en su formación son el fotoperiodo, la temperatura, el tamaño, la edad de la planta y la nutrición nitrogenada (Pinzón, 1996).

- **Flores**

El tallo floral es hueco y cilíndrico, parecido a las hojas, termina en una umbela de pedicelos cortos y forma ovalada. Cada umbela tiene

trecientas a cuatrocientas flores hermafroditas muy pequeñas que producen cada una de ellas seis semillas (Pinzón, 1996).

- **Semilla y fruto**

Los frutos son pequeñas cápsulas llenas de semillas muy pequeñas, planas y negras con endospermo (tejido de almacenamiento) y embrión bien desarrollado (Pinzón, 1996).

### **3.1.3. Fisiología de la bulbificación**

El crecimiento y desarrollo del bulbo de la cebolla, se inicia cuando la base de las hojas visibles se alargan una corta distancia por encima del palto del tallo y comienzan a almacenar reservas; en forma menos visibles se forman hojas en el centro del bulbo que solo son órganos de almacenamiento. Entre los factores ambientales que influyen en la formación del bulbo están: fotoperiodo, termoperiodo.

- **Fotoperiodo**

Técnicamente todas las plantas de cebolla requieren de días largos, ya que los bulbos se forman más rápidamente a medida que se incrementa la longitud del día crítico independientemente de la temperatura y del tamaño de la planta. Las variedades de días cortos

requieren longitudes de 12 a 14 horas luz/día, mientras que las de días largos requieren de 14 a 16 horas. Algunas variedades tienen requerimiento intermedio, necesitando 14 horas de longitud día. Producir cebollas con longitudes de días por debajo de sus requerimientos críticos, resulta en una indefinida formación de hojas y bulbos. Variedades de días cortos, cultivados bajo condiciones de días largos, bulbean rápidamente en la etapa de formación de las hojas, resultando los bulbos pequeños a causa de insuficiente follaje y raíces (Mortensen y Bullard, 1967).

- **Termoperiodo**

Aunque el largo del día tiene una influencia importante en la formación de bulbo, la temperatura cumple también un importante papel. Esta es probablemente el factor directo de la dulcificación, ya que con el mínimo del fotoperiodo necesario y con adecuadas temperaturas se produce la dulcificación (Guenkok, 1974).

Las condiciones de temperatura en zonas templadas, en contraste con el largo del día, no son iguales año tras año. Esto hace que aunque se cultive en el mismo lugar con prácticas culturales similares, las expectativas de dulcificación sean diferentes entre temporadas.

En realidad la bulbificación es inducida por la interacción entre el largo del día y la temperatura, y en esta interacción determina los límites de adaptación de los diferentes cultivares. Los bulbos de cebolla se desarrollan más rápidamente con el incremento de la temperatura, las bajas temperaturas pueden dilatar el bulbeo y la madurez. La temperatura óptima para el desarrollo vegetativo es de 13 – 24°C, además las plantas soportan temperaturas de 30°C (Guenkok, 1974).

#### **3.1.4. Fenología**

- **Fase de crecimiento herbáceo**

De la raíz primaria y la porción más baja del cotiledón emerge la semilla durante el proceso de la germinación.

Seguidamente, se desdobra formando la rodilla, o rotulo, continuando su alargamiento hacia arriba y tomando una coloración verde para finalmente decolorarse y tomar una posición erecta. En este momento hace su aparición la primera raíz adventicia que emerge de la hoja tubular que constituye el cotiledón. La planta joven continua creciendo por sucesión de nuevas hojas en la yema terminal y nuevas raíces adventicias del tallo (Montes A.; Holle. 1966).

- **Fase de formación y maduración**

Antes que el efecto de luz y temperatura induzca la formación del bulbo, las hojas son producidas continuamente aumentando el área foliar. Cuando se inicia la formación del bulbo, la formación de las hojas es inhibida; por lo tanto la formación del bulbo es antagónica al desarrollo vegetativo (Montes A.; Holle. 1966)

- **Fase de reposo y producción 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 reservas 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, R. 1982).

### **3.1.5. Agroecología del cultivo de cebolla**

- **Suelo**

La cebolla es una planta que se adapta fácilmente a una gran diversidad de suelos, siempre que se utilicen cultivares apropiados. Los mejores suelos son los de aluvión, francos, fértiles, sueltos, ricos en

materia orgánica, sanos y permeables, evitando los que contengan estercoladuras recientes, así como los excesivamente compactos y húmedos, dificultan el crecimiento, pues la dureza del suelo impide el desarrollo y la excesiva humedad las expone a enfermedades (Edmons,1990). La preparación del suelo es la clave para el éxito del trasplante, ya que es un buen medio de supervivencia para la planta, esto favorece el rápido prendimiento y el crecimiento inicial (Hartman, 1998). En general las cebollas pueden cultivarse con rendimientos satisfactorios en la mayoría de suelos fértiles.

- **pH**

El pH del suelo puede estar en el rango de 5.5 a 6.8 sin embargo pueden obtenerse producciones buenas en un rango más amplio mediante las aplicaciones de sulfatos (Hartman, 1998).

- **Clima**

La cebolla roja prefiere mejor los climas cálidos y templados sin dejar a un lado los fríos pues en este la cebolla adquiere un sabor un tanto más agrio. Los climas húmedos son poco recomendables pues el sabor de la cebolla si bien es un poco más dulce pero tiene un bajo poder

de conservación. La cebolla necesita clima fresco en su primera fase de desarrollo y cálido en la etapa final (Hartman, 1998).

- **Temperatura, luminosidad y altitud**

Las liliáceas pueden producirse en zonas con temperaturas entre 18 y 22°C, con alta luminosidad (mínimo ocho horas luz para una buena formación de la rama), precipitaciones próximas a los 1000 mm/ año, con altitudes entre los 1500-3000 msnm. La temperatura influye directamente en el crecimiento ya que afecta a las actividades metabólicas de digestión, transporte, respiración (Casseres, 1971).

- **Humedad relativa**

La humedad es muy necesaria pero cuando está en exceso es perjudicial, pues puede ocasionar pudrición blanda. La cebolla roja es muy sensible al exceso de humedad, pues los cambios bruscos pueden causar el agrietamiento de los tallos. Una vez que las plantas han iniciado el crecimiento, la humedad del suelo debe mantenerse por encima del 60 % del agua disponible en los primeros 40 centímetros del suelo. El exceso de humedad al final del cultivo repercute negativamente en su conservación (Casseres, 1971).

### 3.1.6. Clasificación de la cebolla

- **Por la forma:**

Se pueden diferenciar cebollas chatas, oblonga, globosa, como las más clásicas, las que puede sufrir modificaciones por los sucesivos cruzamiento, tomando formas variadas como chata alargada, globo achatado o semiglobada (Acosta 1989).

- **Por el color:**

En el comercio se puede encontrar bulbos de color blanco, amarillo, dorada, morado, rojo, rosado (Acosta, 1989).

- **Por fotoperiodo:**

La formación del bulbo puede ser clasificado en términos de días largos, días intermedios, y días cortos; esto relacionando con los fotoperiodo necesarios para diferenciar los cultivares (Brewster, 1977).

La época de producción es muy dependiente del largo día donde inicia la formación de bulbos. Las temperaturas cálidas aceleran la respuesta al largo del día y son necesarias para la maduración del bulbo.

En cambio las temperaturas frías tienden a demorar la iniciación de la formación de bulbos aun si el largo del día es adecuado, 12-13 horas día luz, estas variedades crecen en días cortos de invierno, si no darán bulbos pequeños en primavera. Si se presenta 14 horas de día luz, son variedades que se cosecha en enero a febrero y se conserva a campo hasta setiembre sin brotar (Acosta1989, Brewster 1977).

### **3.1.7. Contenido de pungencia**

Respecto al termino pungencia, Schwinner y García citados por Martínez (1983), indican que se entiende por pungencia a la combinación del aroma y sabor que presenta la cebolla. En general podemos decir que la pungencia tiene que ver con la irritación que causa en las mucosas de la nariz y los ojos (Martínez, 1983).

La cuantificación del grado de picor o pungencia de las cebollas se realiza mediante la determinación del ácido pirúvico, que sin ser un compuesto directamente relacionado con el picor es un buen indicativo del mismo. Este método fue descrito por Schwimmer y Weston, y modificado posteriormente por Boyhan et al. (1999). Se ha aplicado con éxito en muestreos de campo para la evaluación de la pungencia en cebolla (Randle et al., 1998) y debido a su robustez, sencillez y rapidez,

se puede utilizar de forma rutinaria en controles de calidad (Schwimmer y Weston, 1960).

La pungencia en la cebolla es un atributo que depende de la capacidad que tienen los cultivares para producir un conjunto de compuesto azufrados volátiles. Estos, son liberados cuando las células de las catáfilas son disturbadas mecánicamente y la enzima allinasa se pone en contacto (Martínez 1983).

La pronunciada variabilidad que existe entre los cultivares comerciales en cuanto a los niveles de pungencia ha generado la necesidad de clasificarlos según escalas preestablecidas que fijan rangos de pungencia: pungencia moderada ( $>$  de 3  $\mu$ moles de ac. Pirúvico x g<sup>-1</sup> de tejido fresco) y baja pungencia ( $<$  de 3  $\mu$ moles de ac. Pirúvico x g<sup>-1</sup> de tejido fresco) (Galmarini y Sance, 2003).

### **3.1.8. Sólidos solubles**

La forma o sistema más adecuado de medir el contenido de azúcar y sólidos solubles en frutas, vegetales y alimentos procesados es el sistema refractómetro escala Brix (Scheitle ,2002).

Los grados Brix equivalen al contenido de azúcar y sólidos solubles en total contenidos en un líquido de cualquier viscosidad, la lectura oscura en un refractómetro está expresando el porcentaje de sólidos solubles y por encima la lectura incolora es agua hasta completar el 100% (Scheitler, 2002).

El equilibrio entre los niveles de la pungencia y los niveles de azúcares determina el dulzor en una cebolla. Los altos niveles de la pungencia pueden mostrar altos niveles de azúcares para no percibir la cebolla como dulce. También las cebollas con los niveles bajos de pungencia y niveles bajos de azúcares pueden ser percibidas como suaves. Una cebolla dulce ideal deberá tener altos niveles de azúcares y niveles bajos de pungencia (Randle, 1993).

### **3.1.9. Valor nutricional de la cebolla**

El consumo de cebolla está asociado con la reducción de lípidos en sangre, el colesterol y la actividad antiplaquetaria, factores que contribuyen a disminuir los riesgos de padecer enfermedades cardiovasculares, una de las principales causas de muerte en muchos países. El sabor en cebolla está dado por compuestos azufrados volátiles y no volátiles y en menor medida por azúcares solubles. La pungencia se

desarrolla cuando compuestos azufrados conocidos como precursores de sabor, luego de cortado el bulbo y cuando se rompe el tejido, reaccionan con una enzima llamada allinasa. Esta enzima convierte a los precursores de sabor en compuestos azufrados muy inestables, responsables del sabor y el efecto lacrimógeno de la cebolla (Galmarini, 2003).

**Tabla 2.** Composición química de la cebolla cada 100 gramos de producto fresco.

Composición química de la cebolla	
Agua	86-90 %
Proteínas	0.5 – 1.6 %
Lípidos	0.1 – 0.6 %
Hidratos de carbono	6 – 11 %
Valor energético	20 – 37 calorías
Vitamina A	40 U.I.
Vitamina C	9 – 23 miligramos
Fosforo	27 – 37 miligramos
Calcio	27 – 62 miligramos
Hierro	0.5 – 1 miligramos
Potasio	120 – 180 miligramos
Sodio	10 miligramos

Fuente: Galmarini, 2003

## **3.2. Enfoque teóricos – técnicos**

### **3.2.1. Beneficios de los ácidos húmicos**

La aplicación de los abonos orgánicos humificados aportan nutrientes y funciona como base para la formación de múltiples compuestos que mantienen la actividad microbiana, como son: las sustancias húmicas (ácidos húmicos, fulvicos, y huminas) que al incorporarla ejercerá distintas reacciones en el suelo (Tisdale y Nelson, 1966; Bollo, 1999; Landeros, 1993) como son:

- Mejora la estructura del suelo, facilitando la formación de agregados estables con lo que mejora la permeabilidad de estos, aumenta la fuerza de cohesión a suelos arenosos y disminuye esta en suelos arcillosos.
- Mejora la retención de humedad en el suelo y la capacidad de retención de agua.
- Estimula el desarrollo de plantas.
- Mejora y regula la velocidad de infiltración del agua, disminuyendo la erosión producida por el escurrimiento superficial.
- Eleva la capacidad tampón de los suelos.

- Su acción quelatante contribuye a disminuir los riesgos carenciales y favorece la disponibilidad de algunos micronutrientes (Fe, Cu y Zn) para las plantas.
- Los abonos orgánicos biológicos aportan elementos minerales en buenas cantidades y es una importante fuente de carbono para los microorganismos del suelo.

De los componentes importantes de la materia orgánica son los ácidos húmicos y fúlvicos, responsables de muchas de las mejoras que ejerce el humus (Guerrero, 1996). Las sustancias húmicas elevan la capacidad de intercambio catiónico de los suelos al formar complejos arcillo-húmicos, forman complejos fosfo-húmicos manteniendo el fósforo en estado asimilable por la planta. También es importante reconocer que los abonos orgánicos biológicos favorece el desarrollo normal de cadenas tróficas en el suelo (Bollo, 1999). Otro beneficio de la materia orgánica humificada es su potencia para controlar poblaciones de patógenos del suelo (Hadar y Mandelbaum, 1992).

### **3.2.2. Origen del ácido húmico**

Ácidos Húmicos son derivados del mineral Leonardita, una forma oxidada de lignito, y son los constituyentes principales de materia

orgánica vegetal en un estado avanzado de descomposición. La humificación es, por lo tanto, un proceso evolutivo por el cual la materia orgánica se va transformando, primero en Humus joven, para pasar a Humus estable hasta llegar a la definitiva mineralización formando el ácido húmico (Landeros 1993).

Los ácidos húmicos derivados de Leonardita son muy estables, su grado de oxidación y los componentes son más uniformes. Los ácidos húmicos tienen dos componentes principales: ácido húmico y ácido fulvicos, en diferentes proporciones según su origen y método de extracción. La mezcla de estos ácidos se les conoce generalmente como ácido húmico, por su connotación universal con el “Humus” concepto con el que se describía la mayor fertilidad y mejor condición (Landeros 1993).

### **3.2.3. Sustancias húmicas: ácido húmico**

Los ácidos húmicos son moléculas complejas orgánicas formadas por la descomposición de materia orgánica. Acido húmico influye la fertilidad del suelo por su efecto en el aumento de su capacidad de retener agua. Ácidos húmicos contribuyen significativamente a la estabilidad y fertilidad del suelo resultando en crecimiento excepcional de

la planta y en el incremento en la absorción de nutrientes (Yufera y Carrasco, 2003).

Se ha tenido mucho interés en el tema de humus del suelo y sustancias húmicas por muchos años, y estamos de acuerdo sobre los beneficios de humus. Reportes sobre ácidos húmicos han indicado un incremento en la permeabilidad de las membranas de las plantas, estimulando la absorción de nutrientes. Muchos investigadores han observado un efecto positivo en el crecimiento de varios grupos de microorganismos (Yufera y Carrasco, 2003).

Hay evidencia también que parte de las materias húmicas contienen poblaciones grandes de Actinomicetos (microorganismos que tienen en común propiedades de hongos y también de bacterias) que pueden degradar una amplia gama de sustancias inclusive de celulosas, hemicelulosas, proteínas, y ligninas (Yufera y Carrasco, 2003).

Los fertilizantes húmicos de carbón activan los procesos bioquímicos en las plantas (respiración, fotosíntesis, y el contenido de clorofila) e incrementa la calidad y rendimiento de muchas cosechas. Claramente los ácidos húmicos son beneficiosos al agricultor (Yufera y Carrasco, 2003).

### **3.2.4. Formación, composición y estructura de los ácidos húmicos**

La formación de los ácidos húmicos es uno de los aspectos de la química del humus menos esclarecidos y más intrigantes. Por varios años se han propuesto varias rutas por las cuales se forman los ácidos húmicos a partir del decaimiento natural de plantas y animales que yacen al suelo. Sin embargo, solo dos de los mecanismos propuestos especifican la formación de ácidos. La teoría popularizada por Waksman, fue que los ácidos húmicos son el resultado de las modificaciones hechas a estructuras de lignina.

De acuerdo a esta teoría, la lignina es utilizada de forma incompleta por microorganismos, generando con ellos residuos que terminan siendo parte del humus del suelo. La modificación de la lignina involucra la pérdida del grupo metoxilo ( $-\text{OCH}_3$ ), así como la oxidación de cadenas alifáticas laterales que generan grupos  $-\text{COOH}$ . El material modificado está sujeto a cambios futuros desconocidos que dan origen a los ácidos húmicos (Stevenson, 1982).

### **3.2.5. Propiedades y aplicaciones de los ácidos húmicos**

Los ácidos húmicos tienen gran importancia en los cultivos, ya que evitan que las tierras se compacten, ayudan a transferir nutrientes del suelo a la planta, aumentando la capacidad de retención de agua, aquí se mencionan algunas de las bondades que brinda los ácidos húmicos:

#### **3.2.5.1. Efectos sobre los suelos**

Cuando se trata de suelos pesados arcillosos, los ácidos húmicos airean los suelos pesados y mejoran su estructura. De esta manera el agua, los elementos nutritivos y las raíces pueden penetrar más fácilmente en el suelo (Landeros 1993).

Si los suelos son ligeros arenosos, en los suelos arenosos con muy poco humus, los ácidos húmicos envuelven las partículas de arena, incrementan la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y la capacidad de retención de humedad y de los elementos nutritivos. Por lo tanto los ácidos húmicos evitan la lixiviación hacia las aguas subterráneas de los elementos nutritivos, sobre todo del nitrato. Estos elementos nutritivos son retenidos en el suelo con el agua así que quedan disponibles para las plantas (Landeros, 1993).

Cuando los suelos son ácidos, debido a su alta capacidad tampón, los ácidos húmicos neutralizan los suelos ácidos. El estrés para las raíces de las plantas causado por el ácido se reduce. Los ácidos húmicos fijan e inmovilizan los elementos nocivos para las plantas, particularmente el aluminio y los metales pesados. De esta manera la toxicidad se reduce y se libera el fosfato unido por el aluminio (Landeros, 1993).

En suelos secos, los ácidos húmicos aumentan la capacidad de retención de humedad del suelo. Por lo tanto también en períodos secos las plantas tienen agua a su disposición. De esta manera se evitan situaciones de estrés causadas por sequía y el derroche de agua se reduce (Landeros, 1993).

En caso de suelos salinos, debido a la alta capacidad de intercambio catiónico (CIC) de los ácidos húmicos, las sales se liberan (Ca y Mg), los cationes se unen y forman quelatos. La alta presión osmótica en la zona de las raíces se reduce (Landeros, 1993).

### **3.2.5.2. Efectos sobre las plantas**

Para el tratamiento de la semilla, una solución diluida de humato estimula las membranas celulares así como las actividades metabólicas y de este modo aumenta la cuota de germinación (Stevenson, 1982).

La capacidad de absorción de elementos nutritivos por las raíces también se incrementa a causa de la capacidad del intercambio catiónico y por esto el rendimiento aumenta de un 30%. Favorece el crecimiento de las plantas, por un incremento de la fotosíntesis y de la asimilación de las células el contenido de azúcar y de vitaminas aumenta (Stevenson, 1982).

Si se considera sus efectos en frutas y granos, 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. Un beneficio a destacar es el aumento cuantitativo y cualitativo del rendimiento, la aplicación a intervalos regulares de ácidos húmicos de alta calidad acumula su efecto en los

suelos y aumenta continuamente el rendimiento cuantitativo (Stevenson, 1982).

En lo que respecta a enfermedades, los ácidos húmicos favorecen la actividad de las plantas y de este modo su inmunidad contra la invasión de parásitos en las células. Además se estimula la actividad de microorganismos útiles en el suelo (micorriza y antagonistas) y se produce un equilibrio biológico en la zona de las raíces (Stevenson, 1982).

### **3.2.5.3. Principales campos de aplicación**

Según (Landeros 1993), su utilidad es variada:

- Sustratos
- Cultivos hidropónicos
- Aplicaciones foliares
- Aplicaciones al suelo
- Tratamiento de semilla
- Suelos con bajo contenido de materia orgánica
- Suelos pesados arcillosos
- Suelos ligeros arenosos
- Cultivos al aire libre
- Silvicultura

### **3.2.6. Ácidos húmicos comerciales**

#### **a. Humifarm plus**

Producto orgánico (Ácido húmico 11%, Ac. Fúlvico 4%, Macro y Micro elementos) para aplicarse al suelo que mejora la fertilidad mineral y biológica del suelo. Al contacto con las raíces, estimula su desarrollo y promueve la producción de hormonas en la planta; estimula la absorción foliar y radicular incrementando la respiración y la fotosíntesis. Se recomienda en hortalizas, frutales. Puede aplicarse en riego por goteo. Dosis 30 – 60 l / ha en 3 – 5 aplicaciones cada 20 días. (FARMAGRO, 2010). Es un producto obtenido de cristales de leonardita lo que permite que sea un producto totalmente soluble y mantiene una formulación líquida uniforme.

Es un producto más estable en su formulación y actividades en el suelo y planta. Incrementa la permeabilidad de las membranas celulares de los tejidos vegetales, aumenta la actividad de los nutrientes del suelo, así mismo mejora la eficiencia de los plaguicidas agrícolas, facilitando su absorción en la planta; permite un ahorro en la dosis de otros fertilizantes pues mejora su absorción por la planta y facilita su transporte hasta los

lugares donde los nutrientes son necesarios para el adecuado desarrollo vegetal. Regula el pH neutralizando las sales fitotóxicas.

#### **b. Humialga**

Enmienda húmica líquido obtenida de leonardita americana enriquecida con 5% de algas marinas. Posee ácidos húmicos, fúlvicos, así como una amplia gama de nutrientes y aminoácidos requeridos por la planta. El sinergismo de las algas marinas con las sustancias húmicas permite potenciar la capacidad de intercambio catiónico para obtener mejores resultados a nivel físico, químico y biológico en el suelo, necesario para lograr una óptima respuesta en los cultivos.

**Tabla 3:** Característica del producto Humialga.

Composición química	
Materia orgánica	18,30%
Extracto húmico total	15,00%
Ácidos húmicos	10,45%
Ácidos fúlvicos.	4,55%
Fósforo disponible	1,50%
Potasio soluble	4, 00 %
Algas marinas	5,00%
pH	6,5

Fuente: Peruvian Seaweeds

### **c. Pantera Húmico**

Posee una alta calidad de sustancias húmicas derivada de fuentes naturales ricas en ácidos húmicos. Tiene como función principal incrementar la disponibilidad de los nutrientes del suelo mediante el aporte de materia orgánica, posee propiedades quelatantes, atrapa cationes metálicas y compuesto minerales directamente del suelo para formar compuesto orgánicos asimilables por la planta. También genera efecto Buffer en los suelos, es decir establecen una estabilidad que evitan altas variaciones de pH de la solución suelo; sirve como fuente energética y nutritiva para los microorganismos benéficos presentes en el suelo, estimulando el desarrollo y proliferación de la macro y micro fauna mejorando la fertilidad del suelo.

#### **Ventajas de uso**

- Contribuye a mejorar la capacidad intercambio catiónico de los suelos.
- Mejora la estructura del suelo, facilitando la disgregación de las partículas lo cual ayuda a la oxigenación de los suelos.
- Promueve los procesos de crecimiento y desarrollo del sistema radicular, proporcionando una rápida recuperación de raíces luego del trasplante.

- La aplicación puede ser al sistema de fertirrigación y/o aplicación foliar.

**Tabla 4:** Característica del producto Pantera húmico.

Composición química	
Extractos húmicos totales	20%
Ácidos húmicos	10%
Ácidos fúlvicos	10%

Fuente: Aris industria

#### **d. Humic-agro**

Es un sistema que combina ácidos húmico y fúlvicos con ácidos orgánicos, para mejorar las condiciones del suelo a nivel de la rizósfera, al promover mayor actividad biológica y su interacción biodinámica con la raíz; con su pH ácido (6.5), favorece la formación de complejos orgánico -metálicos, mejorando la capacidad de intercambio catiónico y el transporte de minerales al interior de la planta.

#### **Propiedades:**

- Favorece la actividad biológica del suelo, mejorando su estructura y retención de agua a nivel de la rizósfera.
- Por su pH ácido (6.5), mejora la capacidad de intercambio catiónico (CIC) a nivel de la rizósfera, optimizando la absorción de sustancias minerales por las raíces.

- Se mejora la biodisponibilidad de macro y micronutrientes al bioquelatarlos, evitando el secuestro y antagonismo en la solución del suelo.

**e. Hummax**

Es un producto que puede ser aplicado en drench, fertirrigación o vía foliar. Posee una alta calidad de sustancias húmicas derivada de fuentes naturales ricas en leonardita. Tiene como función principal incrementar la disponibilidad de los nutrientes del suelo mediante el aporte de materia orgánica; ayuda a mejorar la estructura del suelo, facilitando la disgregación de las partículas del suelo mejorando la oxigenación de los mismos, evitando su compactación y erosión. Además contribuye a mejorar la capacidad de intercambio catiónico de los suelos.

Posee propiedades complejantes, atrapa cationes metálicos y compuestos minerales directamente del suelo para formar compuestos orgánicos asimilables por la planta. También genera efecto Buffer en los suelos, es decir evita altas variaciones de pH de la solución suelo; sirve como fuente energética y nutritiva para los microorganismos benéficos presentes en el suelo, estimulando el desarrollo y proliferación de la macro y micro fauna mejorando la fertilidad del suelo. Estimula las

membranas celulares así como las actividades metabólicas y de este modo aumenta la cuota de germinación.

**Tabla 5:** Característica del producto Hummax.

Composición química	
extractos húmicos totales	180 g/l
Ácidos húmicos	150 g/l
Ácidos fúlvicos	30 g/l
K <sub>2</sub> O	40 g/l

Fuente: Aris industria

#### f. **Vigor humic**

Es un líquido foliar totalmente natural compuesto por una sustancia húmica activada de ácido húmico, ácido fúlvico y microelementos quelatizados. Está elaborado de tal forma que es muy fácil su asimilación por la planta, haciendo que intervenga directamente en un proceso bioquímico y fisiológico de los vegetales y de modo particular mejorando su capacidad de absorción. Su aplicación mejora las siguientes acciones:

- Mejora la estructura del suelo.
- Aumenta la respiración y fotosíntesis.
- Mejora la fertilidad y penetración del suelo.
- Acelera el proceso germinación.

- Mayor cabellera de la raíz y del follaje.
- Mayor absorción de los elementos nutritivos.
- Aumenta la eficacia de los tratamientos de enfermedades.

**Tabla 6:** Característica del producto Vigor humic.

Composición química	
Extractos húmicos solubles ácidos húmicos y fúlvicos de leonardita	21.00%
Materia orgánica	80.00%
Nitrógeno orgánico	0.20%
Microelementos quelatizados	
Hierro (Fe)	0.132%
Magnesio (Mg)	0.20%
Zinc (Zn)	0.066%
Manganeso (Mn)	0.0495%
Boro (B)	0.04%
Cobre (Cu)	0.0032%
Molibdeno (Mo)	0.0032%
Cobalto (Co)	0.0006%

Fuente: Agrofactory del Perú

## **CAPITULO IV**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **4.1 Tipo de investigación**

Es de tipo experimental porque es un proceso sistemático y de una aproximación científica a la investigación en la cual el investigador manipula una o más variable y controla y mide cualquier cambio en otras variables.

#### **4.2 Población y muestra**

La población está conformada por las plantas de cebolla del ecotipo cebolla rojo de Ilabaya. Para la muestra se eligieron 10 plantas por unidad experimental en forma aleatoria por cada repetición siendo 40 por cada tratamiento.

#### **4.3. Materiales y Métodos**

##### **4.3.1. Cultivo anterior**

Tomate (2011)

Pepinillo (2012)

### 4.3.2. Análisis de suelo

**Tabla 7:** Análisis físico – químico del suelo.

<b>ANALISIS FISICO DE SUELO</b>	
Arena %	50
Limo %	38
Arcilla %	12
Clase textural	franco
<b>ANALISIS QUIMICO DE SUELO</b>	
CE mmhos/cm	0,832
pH	5,4
Mat. Org. (%)	0,79
P (ppm)	41
K (ppm)	1580,4
N (%)	0,03
<b>CATIONES CAMBIABLES</b>	
Al (me/100g)	0,06
Ca (me/100g)	7,5
Mg (me/100g)	3,4
Na (me/100g)	2,3
k (me/100g)	6,78
Suma cationes (me/100g)	20,04
CIC (me/100g)	22

Fuente: Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA Servicio Nacional de Laboratorios Estación Experimental ILLPA-PUNO.

El análisis de suelo según la tabla 7 indica que se trata de un suelo textura franca, con un pH de 5,4 fuertemente ácido. Con bajo contenido de materia orgánica, por consiguiente con valores bajos de nitrógeno; el contenido de fósforo es alto así como el de potasio. La conductividad eléctrica indica que se trata de un suelo muy ligeramente salino. En general se puede calificar el suelo como apto para el cultivo de la cebolla,

sin embargo es necesario tener en cuenta que es un suelo pobre en materia orgánica. En cuanto a las relaciones catiónicas se puede mencionar que la relación K/Mg es mayor a 0,2 indica antagonismo entre estos dos cationes, por lo que pudo originarse deficiencia de magnesio; con respecto a la relación Ca/Mg al resultar inferior a 10 indica que no hubo antagonismo entre el calcio y el magnesio; la relación Ca/K es menor a 0,5 lo que implica que pudo existir deficiencia de calcio. La capacidad de intercambio de cationes es de 22 me/100 g, ligeramente alto para un suelo con un pH fuertemente ácido, esto puede deberse al uso intensivo de materia orgánica y fertilizantes nitrogenados.

#### 4.3.3. Datos climáticos

**Tabla 8:** Variables climáticas

Meses	T	TM	Tm	H	h
Agosto	13.8	19.5	11.2	82.3	4.6
Setiembre	14.9	21.3	12.2	81	5.6
Octubre	15.9	22.2	13	77.1	7.2
Noviembre	17.8	24.2	14.5	73.1	8.3
Diciembre	19.8	26	16	70.6	7.8
Enero	20.8	27.3	17	70.3	7.3

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) Estación MAP Jorge Basadre Grohmann. (2012 – 2013)

- T : Temperatura media (°C)
- TM : Temperatura máxima (°C)
- Tm : Temperatura mínima (°C)
- H : Humedad relativa media (%)
- h : Heliofania (h/s.)

En la tabla 8 se observa que los rangos de temperaturas son aceptables para el desarrollo del cultivo, ya que la temperatura óptima oscila entre los 10 y 25 °C.

#### **4.3.4. Material experimental**

Como material experimental se utilizó la cebolla roja de Ilabaya, cuya semilla fue seleccionada en el anexo de Poquera y Chulibaya, Mirave perteneciente al distrito de Ilabaya, Provincia Jorge Basadre; como fuente de ácidos húmicos se utilizaron seis productos comerciales: Hummax, Pantera húmico, Vigor humic, Humialga, Humic-Agro y Humifarm plus.

- **Características del material experimental**

- a. Cebolla “roja Ilabaya”**

- Cebolla ideal para mercado nacional y para exportación. De ciclo medianamente precoz, color rojo, produce bulbos grandes de forma globo, achatadas, baja pungencia, muy buen color, sabor y forma. De

altos rendimientos, muy resistente a la floración prematura y de excelente almacenaje. Es una variedad que prospera muy bien en el distrito de Ilabaya, su cultivo se desarrolla fundamentalmente en Tacna. El color del follaje es de verde claro a verde oscuro, la longitud de hoja que ha registrado es moderadamente media de unos 60 cm. El porte del follaje es intermedio entre el postrado y el erecto. La forma del bulbo maduro es heterogénea de forma ovalada, esférica, ovoide ancha y de color rojo, que difiere mucho de la cebolla roja de Arequipa. De un alto rendimiento, si se maneja bien el cultivo, requiere una buena fertilización. La concentración de sólidos solubles es de 7,5 grados brix (Ministerio de Agricultura, 2010).

#### **b. Ácidos húmicos**

- Hummax. Posee una alta calidad de sustancias húmicas derivada de fuentes naturales ricas en leonardita. Sirve como fuente energética y nutritiva para los microorganismos del suelo, estimulando el desarrollo y proliferación de la macro y micro fauna mejorando la fertilidad del suelo.
- Pantera húmico. Posee propiedades quelatantes, atrapa cationes metálicos y compuestos minerales directamente del suelo para formar compuestos orgánicos asimilables por la planta.

- Vigor humic. Es muy fácil su asimilación por la planta, haciendo que intervenga directamente en procesos bioquímicos y fisiológicos de los vegetales y mejorando su capacidad de absorción; contiene además micro elementos quelatizados.
- Humialga. El sinergismo de las algas marinas con las sustancias húmicas permite potenciar la capacidad de intercambio catiónico.
- Humic-agro. Favorece la formación de complejos orgánico – metálicos, mejorando la capacidad de intercambio catiónico y el transporte de minerales al interior de la planta.
- Humifarm plus. Estimula el crecimiento de la raíz y de los microorganismos y desbloquea los nutrientes que no se encuentran en forma asimilable por la planta; favorece la absorción de nutrientes optimizando el uso de fertilizantes.

#### 4.3.5. Tratamiento

T - 1	=	Testigo	
T - 2	=	Hummax	20 l/ha
T - 3	=	Pantera húmico	25 l/ha
T - 4	=	Vigor humic	25 l/ha
T - 5	=	Humialga	30 l/ha
T - 6	=	Humic-agro	10 l/ha
T - 7	=	Humifarm plus	30 l/ha

Los niveles de ácidos húmicos comerciales, se eligieron siguiendo las pautas indicadas por los fabricantes, especificados en sus recomendaciones de uso.

**Tabla 9:** Aplicación de los tratamientos.

	Al trasplante	15 días después del trasplante	Inicio del bulbeo	Desarrollo del bulbeo
Hummax (T2)	5 l/ha	5 l/ha	5 l/ha	5 l/ha
Pantera húmico (T3)	6,25 l/ha	6,25 l/ha	6,25 l/ha	6,25 l/ha
Vigor húmico (T4)	6,25 l/ha	6,25 l/ha	6,25 l/ha	6,25 l/ha
Humialga (T5)	7,5 l/ha	7,5 l/ha	7,5 l/ha	7,5 l/ha
Humic – agro (T6)	2,5 l/ha	2,5 l/ha	2,5 l/ha	2,5 l/ha
Humifarm plus (T7)	7,5 l/ha	7,5 l/ha	7,5 l/ha	7,5 l/ha

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.6. Característica del área experimental

Parcela experimental:

Largo	24 m
Ancho	21 m
Área Total	504 m <sup>2</sup>

Unidad Experimental:

Largo	6 m
Ancho	3 m
Área	18 m <sup>2</sup>
Distanciamiento entre plantas	0,1m
Distanciamiento entre líneas	0,75 m
Número de plantas/ unidad exptal.	480

Bloque experimental:

Largo	21 m
Ancho	6 m
Área	126 m

**Tabla 10.** Aleatorización de tratamiento en el campo experimental



B - I	T - 1	T - 2	T - 5	T - 4	T - 7	T - 6	T - 3
B - II	T - 7	T - 6	T - 4	T - 1	T - 3	T - 2	T - 5
B - III	T - 3	T - 4	T - 6	T - 7	T - 1	T - 5	T - 2
B - IV	T - 2	T - 1	T - 3	T - 5	T - 6	T - 4	T - 7

Fuente: Elaboración propia

#### **4.3.7. Diseño experimental**

Para la presente investigación se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar, con siete tratamientos y cuatro repeticiones, constituyendo un total de 28 unidades experimentales.

#### **4.3.8. Análisis estadístico**

Para realizar el análisis estadístico se recurrió al Análisis de Variancia, utilizando la prueba de F a un nivel de significación de 0,05 y 0,01 y para comparar las diferencias entre los promedios de los tratamientos se realizó la prueba de significación de Duncan.

El valor de cada unidad experimental  $Y_{ij}$  se explica según el siguiente modelo estadístico lineal:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + e_{ij}$$

Donde:

$\mu$  = media general

$\alpha_i$  = efecto de los productos de ácidos húmicos en bloques

$\beta_j$  = efecto de los productos de ácidos húmicos en tratamientos

$e_{ij}$  = error experimental.

#### 4.3.9. Variables de respuesta

- **Altura de planta (cm)**

Esta variable se evaluó antes de la cosecha, al finalizar el período de crecimiento, se midieron 10 plantas por unidad experimental.

- **Diámetro polar de bulbo (mm)**

Esta variable se evaluó en la cosecha, se trabajara con 10 bulbos por unidad experimental, en total se evaluara 280 bulbos en todas las unidades experimentales. Se tomaron las medidas con un vernier.

- **Diámetro ecuatorial de bulbo (mm)**

Esta variable se evaluó en la cosecha, se trabajó con 10 bulbos por unidad experimental, en total se evaluaron 280 bulbos en todas las unidades experimentales. Se utilizó un vernier.

- **Peso de bulbo (g)**

Esta variable se evaluó en la cosecha, se trabajó con 10 bulbos por unidad experimental, en total se realizaron 280 mediciones considerando todas las unidades experimentales. Las pesadas se realizaron en una balanza digital en gramos.

- **Número de hojas**

Se contaron la cantidad de hojas emitidas por planta, para ello se tomaron 10 plantas por unidad experimental.

- **Rendimiento total (t/ha)**

Se realizó después de la cosecha, para ello se tomó el peso de cada una de las unidades experimentales en kilogramos, y luego se hizo la proyección a toneladas por hectárea.

- **Grados brix (% de sólidos solubles)**

Se evaluaron 10 bulbos por unidad experimental, para ello se empleó un refractómetro manual, se utilizó el jugo de la cebolla y agua destilada las mediciones se hicieron inmediatamente después de la cosecha.

#### **4.3.10. Conducción del experimento**

- **Siembra en almácigo**

El almacigado, se realizó el 31 de agosto de 2012, se sembraron las semillas en surcos y a chorro continuo a una profundidad de 1 a 2 cm, el distanciamiento entre surcos fue 12 cm. Se utilizó semilla de cebolla roja de Ilabaya; los deshierbes se realizaron manualmente, y cuando las plántulas presentaron el grosor de un lápiz se llevó al campo definitivo.

- **Preparación del terreno**

Primero se hizo una limpieza de los rastrojos del cultivo anterior (pepinillo). Preparación se inició el 20 de setiembre del 2012, roturando el terreno a una profundidad de 30 cm y un ancho de 40 cm a lo largo de la cinta de riego, luego se aplicó la materia orgánica en una cantidad de 16 t/ha mezclando con el terreno con un rastrillo, uniformizando la superficie. Seguidamente, se

extendieron las cintas regantes y se procedió a regar por un periodo de 12 horas.

- **Toma de muestras de suelo**

A la preparación el terreno, se procedió a tomar las muestras de suelo a una profundidad de 20 centímetros, de toda la parcela experimental. La que se realizó en zigzag, para luego homogeneizarla y enviar 1kg de suelo al laboratorio.

- **Medición del campo experimental**

Para la medición se utilizó una wincha, de 50 m para el campo experimental; posteriormente se colocaron estacas, para marcar los hitos de referencia.

- **Trasplante**

Se realizó el 26 de octubre del 2012, con la ayuda de un rodillo que marca cada 10 cm entre plantas para lograr una mejor uniformidad y prendimiento de las plantas, a una profundidad entre 3-4 cm, cortando las raíces y hojas a  $\frac{3}{4}$  de la plántula para un mejor prendimiento, previamente se desinfectaron las misma contra la chupadera fungosa, aplicando el fungicida Rhizolex-T 1,2 kg/ 200 l.

- **Fertilización**

Teniendo como base el análisis de suelo y la cantidad de nutrientes absorbidos del suelo por la cebolla, la fertilización fue 180 – 70 - 0 kg de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O por hectárea. Como fuente de N, P, K se utilizaron urea, fosfato diamónico, aplicando una 1/3 N y todo el fosforo en el trasplante. Los tercios siguiente de N conforme se fue desarrollando el cultivo, es decir la aplicación se desarrolló cada mes por el sistema de riego.

- **Aplicación de tratamientos**

Los ácidos húmicos, previamente se prepararon en una mochila para luego ser aplicados al suelo, al costado la línea de plantas; la aplicación se realizó en cuatro oportunidades y en las cantidades recomendadas por los fabricantes para cada producto. La primera aplicación se hizo al trasplante y la segunda aplicación se realizó a los 15 días del trasplante, luego la tercera aplicación al inicio del bulbeo, una cuarta aplicación se realizó al desarrollo del bulbo.

- **Riegos**

Se utilizó el riego por goteo con una duración de al inicio de la plantación entre 2 a 3 horas durante los primeros días y luego el riego fue constante a una hora hasta que se suspendió a 3 semanas antes de la cosecha.

- **Control de malezas**

El control de malezas se realizó en forma manual y química. Para el control químico se utilizó el herbicida Goal 2 EC, post emergente, a una dosis de 1,5 l/ha aplicando en dos ocasiones; la primera a los 20 días del transplante y la segunda a los 15 días de la primera aplicación. El desmalezado manual se hizo cada 30 días evitando así la competencia por nutrientes con el cultivo.

Las malezas que se presentaron en la parcela experimental fueron:

- Verdolaga (*Portulaca oleracea*)
- Malva (*Malva parviflora*)
- Yuyo (*Amaranthus dubius*)
- Grama dulce (*Cynodon dactylon*)
- Cebadilla (*Bromus catharticus*)

- **Control fitosanitario**

Hubo ataques leves de trips (*Trips tabaci* L) los cuales fueron controlados oportunamente; aplicando los productos químicos: Lorsban al 1,5 0/00 y Lannate 1 0/00.

- **Cosecha**

Índice de cosecha

- Debe recolectarse cuando los bulbos están bien desarrollados.
- Tamaño, forma y apariencia característica de la variedad.
- Hojas erectas con ablandamiento del cuello y se dobla en un 70-80 % del total de la plantación.
- Salida de los bulbos de la tierra.
- Tamaño del bulbo, según la variedad, varía de 1'a 4' de diámetro.
- Colocar los bulbos en sacos de malla o cajas de cartón de 53 lb de capacidad.
- Organolépticos: color rojo

La cosecha se realizó en forma manual de acuerdo a los índices de madurez de color uniforme y brillante. Esta se realizó el 30 de enero del 2013.

#### **4.4. Técnicas aplicadas en la recolección de la información**

##### **4.4.1. Observación directa:**

Esta técnica de la observación directa se utilizó para las observaciones desarrolladas en campo durante la ejecución del experimento.

##### **4.4.2. Observación indirecta:**

Esta técnica se utilizó para el caso de observaciones mediante laboratorio para el análisis de suelo.

#### **4.5. Instrumentos**

- Ficheros
- Libreta de campo
- Lap top
- Reglas
- Vernier
- Material de escritorio
- Balanza analítica

## CAPITULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 5.1. ALTURA DE PLANTA

El análisis de variancia que a continuación se muestra, se realizó con los datos obtenidos a nivel de campo.

**Tabla 11.** Análisis de variancia de altura de planta (cm) de cebolla roja Ilabaya, CEA III – Los pichones.

<b>F de V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>
Bloques	3	156,8950789	52,2983596	4,94 *
Tratamientos	6	82,3940109	13,7323351	1,30 ns
Error exp	18	190,3764591	10,5764700	
Total	27	429,6655489		

CV=6,09%

Fuente: Elaboración propia

En el tabla 11, del análisis de variancia de altura de planta de cebolla roja llabaya, se observa que para el efecto de bloques se encontraron diferencias estadísticas significativas; en tanto que para el efecto de tratamientos no existen diferencias estadísticas, en consecuencia se puede indicar que los seis ácidos húmicos utilizados en el experimento no influyeron de manera notoria en la expresión de altura de planta. Por lo que se concluye que éstos en las dosis aplicadas no tuvieron efecto alguno en el tamaño de planta.

Los resultados demuestran que ácidos húmicos comerciales utilizados en presente estudio no repercutieron de manera destacada en la altura de planta, probablemente debido a que la fertilización nitrogenada base fue la misma para todos los tratamientos, y porque los ácidos húmicos no contienen cantidades considerables de nitrógeno.

## 5.2. DIÁMETRO POLAR DE BULBO

**Tabla 12.** Análisis de variancia de diámetro polar (mm) de bulbo de cebolla roja Ilabaya, CEA III – Los pichones.

<b>F de V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>
Bloques	3	26,0021944	8,6673981	1,34 ns
Tratamientos	6	106,8162462	17,8027077	2,74 *
Error exp	18	116,8200421	6,4900023	
Total	27	249,6384827		

CV= 4,79%

Fuente: Elaboración propia

En el tabla 12, del análisis de variancia para diámetro polar de bulbo de cebolla roja Ilabaya, se observa que para el efecto de bloques no se encontraron diferencias estadísticas significativas, mientras que el efecto de tratamientos resultó con significancia estadística, por tanto se puede mencionar que uno o más ácidos húmicos utilizados en el experimento influyeron en esta característica.

Para conocer tales diferencias entre los promedios, fue necesario realizar la prueba de significación de Duncan.

**Tabla 13.** Prueba de significación de Duncan para diámetro polar de bulbo de cebolla roja Ilabaya ( $\alpha=0,05$ ).

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio (mm)	Significación
1	T4	55,588	a
2	T3	54,879	a
3	T5	54,315	a
4	T7	53,918	a
5	T6	52,609	a b
6	T2	51,477	a b
7	T1	49,479	b

Fuente: Elaboración propia

La prueba de significación de Duncan a una probabilidad de 95% para diámetro polar de bulbo de cebolla roja Ilabaya (tabla 13), permite establecer que los promedios de esta variable fueron estadísticamente similares con la aplicación de los ácidos húmicos; sin embargo los tratamientos T6 (Humic agro), T2 (Hummax), son estadísticamente similares al testigo.

La lectura de estos resultados, señalan que los ácidos húmicos influyeron de manera similar en el diámetro polar de bulbo, a pesar de ello

los mayores promedios se obtuvieron con el tratamiento T4 (Vigor humic) con 55,588 mm, que permitió un incremento de 6 mm con respecto al testigo; con el tratamiento T3 (Pantera húmico) con 54,879 mm que fue superior al testigo en 5,4 mm; con el tratamiento T5 (Humialga) con 54,315 mm superando al testigo en 4,84 mm. Los menores promedios se dieron con los tratamientos T2 (Hummax) con 51,477 mm y T1 (testigo) con 49,477 mm.

### 5.3. DIÁMETRO ECUATORIAL DE BULBO

**Tabla 14.** Análisis de variancia de diámetro ecuatorial (mm) de bulbo de cebolla roja de Ilabaya, CEA III – Los pichones.

<b>F de V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>
Bloques	3	5,9667857	1,9889286	1,17 ns
Tratamientos	6	107,1936714	17,8656119	10,55 **
Error exp.	18	30,4720143	1,6928899	
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>143,6324714</b>		

CV= 2,0 %

Fuente: Elaboración propia

En el tabla 14, se presenta el análisis de variancia para diámetro ecuatorial de bulbo de cebolla roja Ilabaya, en el que se observa que para

el efecto de bloques no se encontraron diferencias estadísticas significativas, mientras que para tratamientos existen diferencias estadísticas significativas, lo que indica que uno o más ácidos húmicos comerciales influyeron positivamente en el diámetro de bulbo, por lo que fue necesario realizar la prueba de significación de Duncan.

**Tabla 15.** Prueba de significación de Duncan para diámetro ecuatorial de bulbo de cebolla roja de Ilabaya ( $\alpha=0,05$ ).

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio (mm)	Significación
1	T4	70,7825	a
2	T7	70,4525	a
3	T5	69,2525	a b
4	T3	67,9225	b c
5	T1	66,7250	c d
6	T6	66,0600	c d
7	T2	65,5200	d

Fuente: Elaboración propia

La prueba de significación de Duncan para diámetro ecuatorial de bulbo (tabla 15), permite determinar, que no todos los ácidos húmicos tienen el mismo grado de influencia; por cuanto puede observarse que

los tratamientos que permitieron obtener los mayores promedios fueron el T4 (Vigor humic) con 70,7825 mm que fue superior al testigo en 4 mm, T7 (Humifarm plus) con 70,4525 mm que superó al testigo en 3,73 mm; y T5 (Humialga) con 69,2525 mm superior al testigo en 2,53 mm; mostrándose estadísticamente similares entre ellos. De otra parte los tratamientos que no tuvieron diferencias estadísticas con respecto al testigo y que dieron los menores valores para diámetro ecuatorial de bulbo fueron el T6 (Humic-Agro) con 66,06 mm y el T2 (Hummax) con 65,52 mm.

Estos resultados, ponen en evidencia que no todos los ácidos húmicos utilizados en el experimento permitieron incrementos de diámetro de bulbo con relación al testigo. Sin embargo estos resultados concuerdan en parte con los informados por Paredes (1998), quien investigó la aplicación de ácido fúlvico y micronutrientes quelatizados en la producción de cebolla CV. Granex – 33, señalando que los ácidos fúlvicos influyeron en el diámetro de bulbo.

#### 5.4. PESO DE BULBO

Los análisis de esta variable, se realizaron a partir de los datos obtenidos a nivel de campo.

**Tabla 16.** Análisis de variancia de peso (gr) de bulbo de cebolla roja de Ilabaya, CEA III – Los pichones.

<b>F de V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>
Bloques	3	357,367522	119,122507	4,19 *
Tratamientos	6	1024,334915	170,722486	6,00 **
Error exp.	18	512,181331	28,454518	
Total	27	1893,883768		

CV=4,05%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de variancia precedente, de peso de bulbo de cebolla roja Ilabaya (tabla 16), permite aseverar que, existen diferencias estadísticas significativas entre bloques; del mismo modo se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos, lo que implica, que los ácidos húmicos en estudio influyeron de manera diferente en el peso de bulbo. Situación que conduce a la realización de la prueba

de significación de Duncan, con el propósito de conocer la naturaleza de la influencia de los ácidos húmicos en el peso de bulbo.

**Tabla 17.** Prueba de significación de Duncan para peso de bulbo de cebolla roja de Ilabaya ( $\alpha=0,05$ ).

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio (gr)	Significación
1	T4	139,583	a
2	T7	136,352	a
3	T5	135,460	a b
4	T3	134,569	b c
5	T6	127,322	b c d
6	T2	126,283	c d
7	T1	121,875	d

Fuente: Elaboración propia

La prueba de significación de Duncan para peso promedio de bulbo de cebolla roja Ilabaya (tabla 17), muestra que, se encontró un grupo de tres tratamientos que fueron estadísticamente superiores a los demás; con el tratamiento T4 (Vigor humic) se alcanzó el mayor peso de bulbo con un promedio de 139,583 g en segundo lugar se ubica el T7 (Humifarm plus) con un promedio de 136,352 g. en tercer lugar se ubica

el tratamiento T5 (Humialga) con un promedio de 135,460 g. La prueba de Duncan, también muestra que, se encontró un grupo de tratamientos que, expresaron el menor peso promedio de bulbo que son T6 (Humic-agro), T2 (Hummax), T1 (testigo) con pesos promedios de 127,322; 126,283 y 121,875 respectivamente, resultando ser estadísticamente similares.

Las diferencias encontradas para la variable peso promedio de bulbo, podrían obedecer a que los ácidos húmicos que permitieron el mayor peso, algunos de sus componentes permitieron que las plantas acumulen mayor cantidad de materia orgánica en los bulbos.

## **5.5 NÚMERO DE HOJAS**

Los análisis de esta variable, se realizaron a partir de los datos obtenidos en condiciones de campo.

**Tabla 18.** Análisis de variancia de número de hojas de cebolla roja de Ilabaya, CEA III – Los pichones.

<b>F de V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>
Bloques	3	2,43142857	0,81047619	0,40 ns
Tratamientos	6	4,09428571	0,68238095	0,36 ns
Error exp.	18	36,52857143	2,02936508	
Total	27	43,05428571		

CV=13,48%

Fuente: Elaboración propia

En tabla 18, se presenta el análisis de variancia para número de hojas de cebolla roja Ilabaya con la aplicación de ácidos húmicos, el que muestra que no hubo significancia estadística para bloques; del mismo modo no se encontraron diferencias significativas, entre los promedios de los tratamientos, lo que indica que los ácidos húmicos no influyeron en cuanto al número de hojas de cebolla roja Ilabaya. El número de hojas varió entre 10 y 11.

## 5.6 RENDIMIENTO POR HECTÁREA

Los análisis se realizaron con los datos colectados en campo, los que se llevaron a toneladas por hectárea.

**Tabla 19.** Análisis de variancia de rendimiento (t/ha) de cebolla roja de Ilabaya, CEA III – Los pichones.

<b>F de V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>
Bloques	3	44,1902	14,7305	2.30 ns
Tratamientos	6	266,8713	44,478	6.95 **
Error exp.	18	115,2314	6,4016	
Total	27	426,2929		

C.V 1,02

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 19, del análisis de variancia de rendimiento de bulbos de cebolla roja Ilabaya, se encontró que existen diferencias altamente significativas entre los promedios de los tratamientos, lo que demuestra que los ácidos húmicos utilizados en el experimento dieron lugar a respuestas diferentes en cuanto al peso total de bulbos, para el efecto de bloques no se encontraron diferencias estadísticas por lo que se asume

que el medio experimental fue más o menos uniforme. El coeficiente de variabilidad encontrado fue de 1,02 % indicando un nivel aceptable de confiabilidad de los resultados.

Para determinar las diferencias con respecto a la variable analizada, se realizó la prueba de significación de Duncan.

**Tabla 20.** Prueba de significación de Duncan para rendimiento de cebolla roja de Ilabaya ( $\alpha=0,05$ ).

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio (t/ha)	Significación
1	T4	39,08	a
2	T5	38,80	a
3	T3	37,29	a
4	T2	35,10	a b
5	T7	34,13	a b
6	T6	33,98	a b
7	T1	29,54	c

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la prueba de significación de Duncan para rendimiento de bulbos de cebolla roja Ilabaya con la aplicación de ácidos

húmicos comerciales (tabla 20), muestran que los mejores promedios obtenidos se encuentran en los tratamientos T4 (Vigor humic) con 39,08 t/ha, el tratamiento T5 (Humialga) con 38,80 t/ha y el tratamiento T3 (Pantera Húmico) con 37,29 t/ha, en un segundo grupo se encuentran los tratamientos T2 (Hummax) con 35,10 t/ha, el tratamiento T7 (Humifarm plus) con un promedio de 34,13 t/ha y T6 (Humic-agro) con 33,98 t/ha, finalmente el tratamiento T1 (testigo) es el que presenta el promedio más bajo con solo 29,54 t/ha.

La influencia de los ácidos húmicos en el rendimiento de bulbos de cebolla permite aseverar, que permiten ganancia en el rendimiento total; de esta manera se observa que el tratamiento T4 (Vigor humic) permitió un incremento de 24,5 % con respecto al testigo; el tratamiento T5 (Humialga) fue superior al testigo en 24 %; el tratamiento que ocupó el tercer lugar T3 (Pantera húmico) se comportó como superior al testigo generando un rendimiento de 20 % más que el testigo.

Los resultados del presente trabajo de investigación se encuentran dentro de lo aseverado por Stevenson (1982), quien señala que los ácidos húmicos por sus efectos permiten aumentar los rendimientos en el orden del 30 %. De manera que los ácidos húmicos en las condiciones del

experimento habrían contribuido con un mejor aprovechamiento de los nutrientes y acumulación de reservas en los bulbos.

### 5.7. GRADOS BRIX

**Tabla 21.** Análisis de variancia de grados brix de cebolla roja de llabaya, CEA III – Los pichones.

<b>F de V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>
Bloques	3	5,57167143	1,857224	1,69 ns
Tratamientos	6	5,50103571	0,9168392	0,84 ns
Error exp.	18	19,70787857	1,09488214	
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>27,96058571</b>		

CV=11,84%

Fuente: Elaboración propia

En el tabla 21, del análisis de variancia de grados brix de cebolla roja llabaya, se observa que para el efecto de bloques no se encontraron diferencias estadísticas significativas, lo que indica que el resultado entre bloques fue similar; del mismo modo para el efecto de tratamientos no existen diferencias estadísticas, en consecuencia se puede indicar que los seis ácidos húmicos utilizados en el experimento no influyeron en el contenido de sólidos solubles en el bulbo.

## **VI. CONCLUSIONES**

### **PRIMERA**

El diámetro polar de bulbo tuvo los mejores promedios: con Vigor humic con 55,588 mm, Pantera Húmico con 54,879 mm y Humialga con 54,315 mm. Los tratamientos con mayor influencia en el diámetro ecuatorial de bulbo fueron: Vigor humic con 70,7825 mm, Humifarm Plus con 70,4525 mm, y Humialga con 69,2525 mm.

### **SEGUNDA**

Con la aplicación de Vigor humic, el peso promedio de bulbos alcanzó 139,583 g; con Humifarm plus 136,352 g y con Humialga 135,460 g, comportándose como los mejores tratamientos.

### **TERCERA**

Los ácidos húmicos con mayor influencia en el rendimiento de bulbos de cebolla roja llabaya fueron: Vigor humic (25 l/ha) con un rendimiento de 39,08 t/ha; Humialga (30 l/ha) con rendimiento de 38,80 t/ha; Pantera Húmico (25 l/ha) y un rendimiento de 37,29 t/ha. El tratamiento testigo dio un rendimiento de 29,54 t/ha.

## **VII. RECOMENDACIONES**

### **PRIMERA**

Para el cultivo de cebolla roja Ilabaya en condiciones similares al estudio, se recomienda utilizar Vigor humic a una dosis de 25 litros por hectárea, Humialga a razón de 30 litros por hectárea y Pantera húmico 25 litros por hectárea.

### **SEGUNDA**

Se recomienda investigar para determinar las dosis más adecuadas de estos ácidos húmicos para el cultivo de cebolla roja Ilabaya.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, A.; Gaviota, J. (1989). Producción de semilla de cebolla (*Allium cepa* L.). Mendoza, AR, Editora Grafico EEA. 83pp.

Asociación Macroregional de Productores Y Exportadores. (2011). Informe anual.

Bollo, E. (1999).Lombricultura, una Alternativa de Reciclaje. Ediciones Mundi-Prensa. Barcelona. España.

Brewster, J. L. (1977) The physiology of the onion. Commonwealth Bureau of Horticulture and Plantation Crops: Horticulture Abstracts. Vol.47, Nº 1. 10 pp.

Casseres, E. (1971).Producción de Hortalizas. Segunda Edición. México.

Devlin, R. (1982). Fisiología vegetal. Ediciones Omega S.A. Cuarta edición. Barcelona España.517pp.

Edmons, S. (1990).Principios de Horticultura. Tercera Edición .México.

FAO (2010) cultivo de cebolla.

Galmarini C. 2003. Evaluación de la pungencia en cultivos argentinos de cebolla. Horticultura Argentina Vol. 20/22 N° 49/52:49.

Guerrero, A. (1996).El Suelo. Los Abonos y Fertilización de los cultivos. Ediciones Mundi-prensa. Bilabao. España.

Guerrero, B.Y Martínez, R. (1981).Cultivo de Cebolla. República Dominicana.

Guenkok, K. (1974).Fundamentos de Horticultura Cubana. Instituto del Libro. La Habana.

Hadar, y Mandelbaum.R. (1992). Suppressive Compost for Bio control of Soil borne Plant Plathogens.

Hartaman, L. (1998).El Cultivo de la Cebolla. Segunda Edición. México.

Landeros, F. (1993).Monografía de los Ácidos Húmicos y Fulvicos. Tesis, área de Hortalizas y Flores. Facultad de Agronomía. Universidad Católica de Valparaíso, Quillota, Chile.

Maroto, J. (1994). Horticultura herbácea especial. Mundi-Prensa.  
Madrid.España.611 pp

Martínez, H. 1983. Evaluación de seis híbridos de cebolla, para la industria del deshidratado. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 5-13.

Ministerio de Agricultura (2010). Informe sobre cultivos a nivel nacional.

Montes A.; M. Holle. (1966). Descripción de algunos cultivos de hortaliza. Cebolla Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. 16pp.

Pacheco. (1992).Horticultura. Tercera Edición. México.

Paredes Guzmán, A. A. (1998). El ácido fúlvico; Polifeed y Triacontanol en la producción y calidad de cebolla (*Allium cepa*) C.V. Granex – 33. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Escuela Profesional y Académica de Agronomía. Arequipa, Perú. 62p.

Pinzón, H. (1996). Botánica, Morfología y Fisiología. El cultivo del ajo y las cebollas .Colombia. Bogotá.

Randle, W. (1993). Pungency and Sugars of Short-day Onions as Affected by Sulfur Nutrition. Horticulture Dep. University of Georgia, Journal of the ASHS. vol. 118. 770 pp.

Scheitler, C. (2002), "Azúcar y sólidos solubles, las ventajas de su control en frutas, verduras y alimentos procesados".04 pp.

Schwimmers S, Weston, WJ, (1960). Enzymatic development of pyruvic acid as a measure of pungency.J. Agr. Food Chem.9: 301-304.

Stevenson F.J. (1982). Humus Chemistry Genesis, Composition, Reactions. Willey Interscience. Nueva York.

Terranova. (2001).Enciclopedia Agropecuaria. Segunda Edición. Bogotá Colombia.

Tisdale, S.L. Y W. Nelson (1996). Soil Fertility on Fertilizers. Segunda Edición. Macmillan.

Voss. (1979).Onion Production in California .University of California.

Yufera E.P. Y Carrasco J.M. (2003).Química Agrícola I, Suelos y Fertilizantes. Alambra. Madrid. España.

# ANEXOS

## ANEXO 1. ALTURA DE PLANTA

ALTURA DE LA PLANTA DE CEBOLLA (cm)							
REP	TRATAMIENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
I R1	50,1333	56,4166	47,7333	49,1538	47	52,6	50,4666
II R2	52,5	47,4	50,1764	51,4375	48,3125	55,1333	55,6875
III R3	54,5333	61,2	56	56,4666	57,8666	49,8571	57,8
IV R4	55,6666	60,44	57,777	61,3333	50,12	53,6666	55,68

## ANEXO 2. DIÁMETRO ECUATORIAL DE BULBO

DIAMETRO ECUATORIAL DEL BULBO DE CEBOLLA (mm)							
REP	TRATAMIENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
I R1	67,6333	63,2	66,5	69,7	68,7333	64,6	71,5666
II R2	49	65,21	67,6909	71,83	70,51	66,5545	69,69
III R3	64,5	66,2222	69,1	71,5	68,6666	65,8	70,777
IV R4	68,9	67,4533	68,4083	70,1	69,1	67,2909	69,77

## ANEXO 3. DIÁMETRO POLAR DE BULBO

DIAMETRO POLAR DEL BULBO DE CEBOLLA (mm)							
REP	TRATAMIENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
I R1	50,67	49,6	54,7	53,8	57,55	53,6	52,5
II R2	49,00	53,08	54,0636	56,86	55,4	54,909	52,77
III R3	53,2	51,2	54,6	59,0	50,8	52,6	56,5
IV R4	49,4466	52,0266	56,15	52,69	53,51	47,3272	53,9

#### ANEXO 4. PESO DE BULBO

PESO DEL BULBO DE CEBOLLA (gramo)							
REP	TRATAMIENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
I R1	110,6333	124,6	130,85	133,73	133,77	124,5	126,44
II R2	122,1	121,2	125,909	147,1	135,5	131,3636	128,8
III R3	125,5	127,8	138,6	140,5	137,67	128,3333	142,6666
IV R4	128,2666	131,5333	142,9166	137	134,9	125,0909	147,5

#### ANEXO 5. NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA

NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA							
REP	TRATAMIENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
I R1	11	8,5	8	11,5	11,6	10	11,5
II R2	10,4	9,1	9	12	12	12	9
III R3	9	10	11,5	10,1	9,2	8,7	10
IV R4	12	11	12	9,3	10	9	10,4

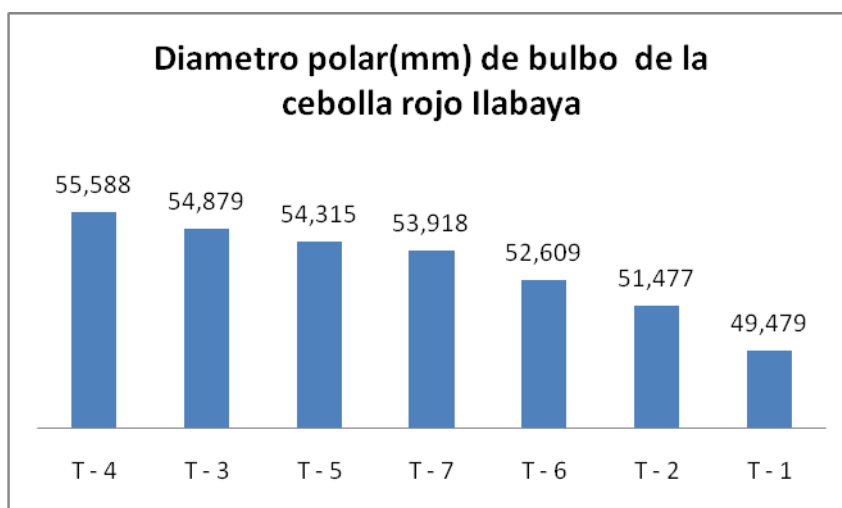
#### ANEXO 6. RENDIMIENTO TOTAL POR HECTÁREA

RENDIMIENTO TOTAL t/ha							
REP	TRATAMIENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
I R1	25,24	36,54	33,51	36,48	40,25	30,42	32,57
II R2	27,20	38,24	38,28	40,28	38,65	35,84	36,30
III R3	30,40	31,42	36,58	41,23	37,35	33,42	34,34
IV R4	35,32	34,21	40,80	38,34	38,96	36,23	33,31

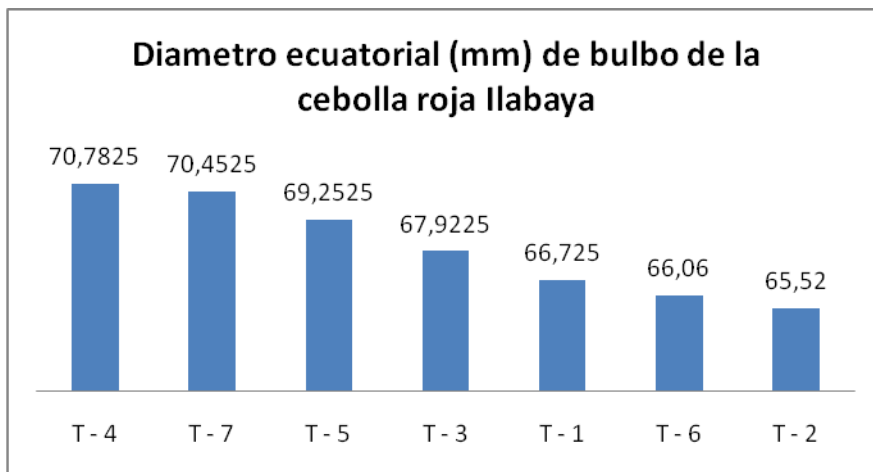
## ANEXO 7. GRADOS BRIX

GRADOS BRIX							
REP	TRATAMIENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
I R1	8,55	7,93	8,25	11,7	8,15	9,97	8,1
II R2	8,55	10,33	7,97	8,15	7,83	8,53	7,53
III R3	7,75	9,5	8,37	8,75	9,75	7,98	9
IV R4	8,73	9,67	7,97	8,68	9,05	10,47	10,33

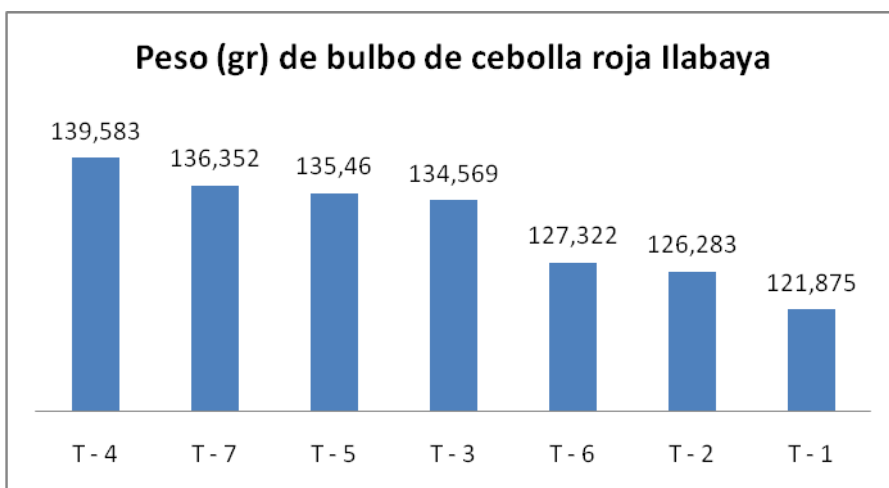
## ANEXO 8. GRÁFICO DE DIÁMETRO POLAR DE BULBO



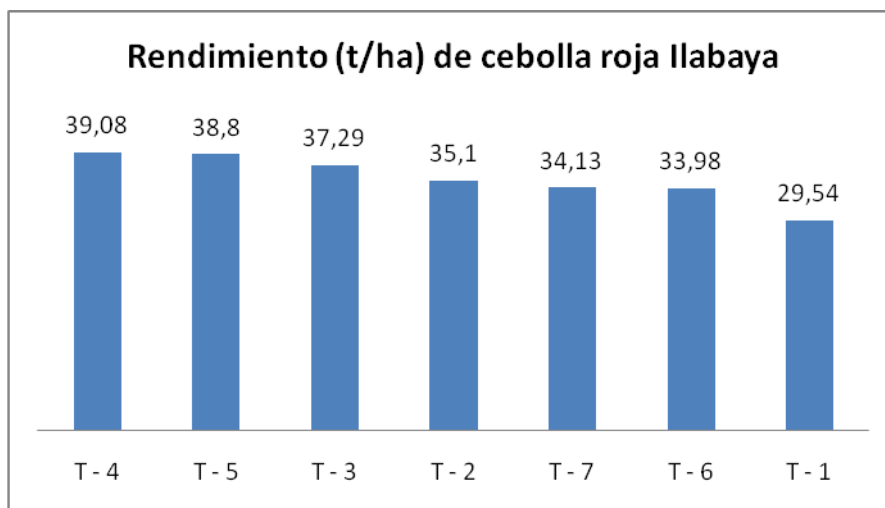
## ANEXO 9. GRÁFICO DE DIÁMETRO ECUATORIAL DE BULBO



## ANEXO 10. GRÁFICO DE PESO DE BULBO



## ANEXO 11. GRÁFICO DE RENDIMIENTO TOTAL POR HECTÁREA



## ANEXO 12. ANALISIS DE CARACTERIZACION DE SUELO



MINISTERIO DE AGRICULTURA  
 INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA-INIA  
 SERVICIO NACIONAL DE LABORATORIOS  
 ESTACION EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO  
 ANEXO SALCEDO  
 Of. Principal: Av. La Molina 1981 - La Molina Lima



### ANALISIS DE CARACTERIZACION

Nombre: Carlos Pari Zapana.

Nº de Boletín: 27712.

Dirección:

Procedencia: Taena Centro Experimental Agrícola III Los Pichones.

Fecha de Recepción: 20 de Agosto del 2012.

Fecha de Certificación: 24 de Agosto del 2012.

Caracterización de propiedades relativamente permanente del suelo.

Nº	Cod. Lab.	MARCAS	ANALISIS			MECANICO		CO <sub>2</sub> Ca %	Yeso me/100g	Mat. Org. %	N. TOTAL %
			Arena %	Arcilla %	Limo %	Textura					
1	27712	Muestra 1	50	12	38	F	0,00		0,79	0,03	
2											
3											
4											

Caracterización del Estado de fertilidad y condiciones alterables del suelo.

Nº	Suelo:Agua 1:2.5		NUTRIENTES DISPONIBLES				Boro Soluble	CATIONES CAMBIABLES					CIC	Suma Cationes
	pH	C.E. mmhos/cm	P	K	Mn	Zn	Al	Ca	Mg	Na	K			
			(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)						me/100g		
1	5,40	0,832	41,00	1580,40			0,06	7,50	3,40	2,30	6,78	22,00	20,04	
2														
3														
4														

Referencias:

Methods of analysis for soils, plants and waters. University of California, Division of Agricultural Sciences E.U.A. Sexta reimpression, Octubre 1988. 195p.

Conclusiones:

La muestra analizada de SUELO CUMPLE con los requisitos de documentos referenciales. El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo)

Nota:

Cualquier corrección y/o enmendadura anula al presente documento.



INIA  
 ESTACION EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO

Ingº JORGE GANHUJA ROJAS  
 Jefe Laboratorio Análisis  
 SALCEDO

Prohibida la reproducción total o parcial; por cualquier medio sin el permiso del Laboratorio.

ILLPA : Carretera Puno - Juliaca , Km. 22 Telf. (051) 62-2779  
 PUNO (Sede) : Rinconada de Salcedo, Telefax (051) 36-3812 Cel. (051) 62-2760  
 e-mail : illpa@inia.gob.pe, jcanihua@inia.gob.pe  
 Casilla Postal: 468

