

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Agronomía

TESIS

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE FITORREGULADORES
EN EL RENDIMIENTO DE LA CEBOLLA ROJA (*Allium cepa* L.)
VAR. ILABAYA EN EL CEA III LOS PICHONES – TACNA**

Presentada por:

Bach. DIANNE AMELIA CASAS CHOQUE

Para optar el título profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TACNA –PERÚ

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Agronomía

TESIS

**EFEECTO DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE FITORREGULADORES EN
EL RENDIMIENTO DE LA CEBOLLA ROJA (*Allium cepa* L.)
VAR. ILABAYA EN EL CEA III LOS PICHONES - TACNA**

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 19 DE SEPTIEMBRE DEL 2018,
SIENDO EL JURADO CALIFICADOR:

PRESIDENTE:



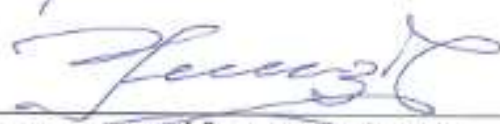
MSc. ARÍSTIDES CHOQUEHUANCA TINTAYA

SECRETARIO:



Dr. OSCAR OCTAVIO FERNÁNDEZ CUTIRE

VOCAL:



MSc. NIVARDO NÚÑEZ TORREBLANCA

ASESOR:



MSc. MAGNO SANTOS ROBLES TELLO

DEDICATORIA

A Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos y además de su infinita bondad y amor.

A mis padres, Amelia Rufina Choque Checalla y Federico Delmi Casas Juárez, por ser el pilar fundamental de todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

A mis hermanas, Bianca Grisset Casas Choque y Glenda Milagros Casas Choque en gratitud a su apoyo en todo momento, las quiero mucho.

AGRADECIMIENTO

A mi alma mater Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann por ser parte fundamental en mi formación durante estos últimos años.

A mi Escuela Profesional de Agronomía por ser parte fundamental en mi formación profesional

Al MSc. Magno Robles Tello, por su asesoría y colaboración incondicional en la realización y culminación del presente trabajo.

Al Ing. Marcos Manuel Alvarez Quispe, coasesor de mi tesis, por su apoyo y colaboración constante en la realización de la presente investigación.

A mis compañeros de estudio y amigos, Yaquelin Yovana Gonzalo López y Julio Vidal Cáceres Alanoca, por el apoyo moral, constante durante la realización del presente trabajo.

Gracias a mis padres y hermanos porque son el soporte incondicional ante cualquier proyecto, por estar a mi lado tanto en los buenos como en los malos momentos.

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
CONTENIDO	v
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
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.....	6
1.4. Justificación.....	6
1.5. Limitaciones	7

CAPÍTULO II: OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1. Objetivos	8
2.1.1. Objetivo general	8
2.1.2. Objetivo específico	8
2.2. Hipótesis.....	8
2.2.1. Hipótesis general.....	8
2.2.2. Hipótesis específica.....	9
2.3. Variables	9
2.3.1. Variable independiente.....	9
2.3.2. Variables dependientes	9

CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

3.1. Cultivo de cebolla	10
3.1.1. Origen e historia	10
3.1.2. Clasificación	11
3.1.3. Características botánicas	12
3.1.4. Características fisiológicas	15
3.1.5. Factores edafoclimáticos	18
3.2. Manejo del cultivo	22
3.2.1. Preparación del terreno	22
3.2.2. Almácigo	22
3.2.3. Trasplante	24

3.2.4. Distanciamientos	24
3.2.6. Fertilización mineral.....	25
3.2.7. Riego.....	26
3.2.8. Control de malezas.....	27
3.2.9. Control fitosanitario.....	27
3.2.10. Cosecha	30
3.3. Fitorreguladores	31
3.3.1. Cuidados generales en el uso de los fitorreguladores	32
3.3.3. Fitorreguladores citoquininicos	33
3.3.4. Citoquininas.....	33
3.3.5. Fitorreguladores complejos	42
3.4. Fitorreguladores comerciales.....	42
3.4.1. Triggrr suelo	42
3.4.2 Cythor.....	46
3.4.3. Cyto-One.....	49

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Ubicación del campo experimental	52
4.1.1. Ubicación geográfica	52
4.2. Historia del campo experimental.....	52
4.3. Situación edáfica del campo experimental	53
4.4. Situación climática	55

4.5. Material experimental	56
4.6. Tratamientos en estudio	56
4.7. Variables en estudio	57
4.7.1. Longitud de planta (cm)	57
4.7.2. Diámetro ecuatorial de bulbo (cm)	57
4.7.3. Diámetro polar de bulbo (cm)	57
4.7.4. Rendimiento (kg ha^{-1})	57
4.8. Diseño experimental	58
4.9. Características del campo experimental	58
4.9.1. Características del campo experimental	58
4.9.2. Características de los bloques	58
4.9.3. Características de la unidad experimental	58
4.10. Aleatorización del campo experimental	59
4.11. Análisis estadístico	60
4.12. Conducción del cultivo	60
4.12.1. Almacigo	60
4.12.2. Preparación de terreno:	60
4.12.3. Trasplante	61
4.12.4. Riegos	61
4.12.5. Deshierbos	61
4.12.6. Fertilización	61

4.12.7. Aplicación de fitorreguladores	63
4.12.8. Control de Plagas y Enfermedades	63
4.12.9. Cosecha	63
CAPÍTULO V: RESULTADOS Y DISCUSIONES	
5.1. Altura de planta (cm)	64
5.2. Diámetro polar de bulbo (cm)	66
5.3. Diámetro ecuatorial de bulbo (cm)	68
5.4. Rendimiento de bulbo (t ha ⁻¹)	69
CONCLUSIONES.....	72
RECOMENDACIONES.....	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74
ANEXOS	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química del Triggrr suelo	43
Tabla 2. Tratamiento de semillas, esquejes y plántulas	45
Tabla 3. Momentos de aplicación del Triggrr suelo	46
Tabla 4. Composición química de Cythor	47
Tabla 5. Recomendaciones de uso de Cythor	48
Tabla 6. Composición química de cyto-one	49
Tabla 7. Dosis y momentos de aplicación	51
Tabla 8. Análisis fisicoquímico del suelo del área experimental, Instituto	53
Tabla 9. Los datos fueron obtenidos de la estación meteorológica de SENAMHI – Tacna.....	55
Tabla 10. Descripción de los tratamientos en estudio	56
Tabla 11. Fórmula de fertilización según lo que aporta el suelo.....	62
Tabla 12. Momentos de aplicación de los fertilizantes en el cultivo de cebolla	62
Tabla 13. Aplicación de los tratamientos en estudio	63
Tabla 14. Análisis de varianza para altura de planta de cebolla roja variedad llabaya.....	64

Tabla 15. Prueba de significación de Tukey de altura (cm), de planta de cebolla roja variedad Ilabaya	65
Tabla 16. Análisis de varianza para diámetro polar de bulbo (cm), de cebolla roja variedad Ilabaya.....	66
Tabla 17. Prueba de significación de Tukey de diámetro polar (cm), de cebolla roja variedad Ilabaya.....	67
Tabla 18. Análisis de varianza para diámetro ecuatorial de bulbo (cm), de cebolla roja variedad Ilabaya.....	68
Tabla 19. Prueba de significación de Tukey de diámetro ecuatorial (cm), de cebolla roja variedad Ilabaya.....	68
Tabla 20. Análisis de varianza para rendimiento de bulbo ($t\ ha^{-1}$), de cebolla roja variedad Ilabaya.....	69
Tabla 21. Prueba de significación Tukey de rendimiento total ($t\ ha^{-1}$), de cebolla roja variedad Ilabaya	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Croquis del campo experimental	59
--	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de suelo del campo experimental	83
Anexo 2. Datos originales de altura de planta, cultivo de cebolla var. Roja llabaya	84
Anexo 3. Datos originales de diámetro polar de bulbo, cebolla var. Roja llabaya	84
Anexo 4. Datos originales de diámetro ecuatorial de bulbo, var. Roja llabaya	84
Anexo 5. Datos originales de rendimiento total, var. Roja llabaya.....	85
Anexo 6. Panel fotográfico.....	86

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, se ejecutó en el CEA III “Los Pichones” de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UNJBG. El objetivo fue evaluar el efecto de fitorreguladores en el rendimiento del cultivo de cebolla roja (*Allium cepa* L.) variedad Ilabaya. Los tratamientos fueron cuatro: 3 fitorreguladores (Cyt-hor, Cito-one y Triggrr suelo) y un testigo; el diseño experimental fue bloques completos aleatorios con cuatro repeticiones. El análisis de datos se realizó utilizando la técnica del análisis de varianza, la prueba estadística fue F a un nivel de significación de 5 % y 1 %. Para comparar los promedios de los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey a un nivel de significación del 5 % llegando a las siguientes conclusiones. Los fitorreguladores: Cyt-hor, Triggrr suelo y Cito-one alcanzaron el mayor rendimiento con 35,33; 31,46 y 29,95 t/ha respectivamente, que estadísticamente no presentan diferencias significativas.

Palabras clave: *Allium cepa*, Fitorreguladores, Rendimiento.

ABSTRACT

The present research work was carried out in the CEA III "Los Pichones" of the Faculty of Agricultural Sciences of the UNJBG. The objective was to evaluate the effect of phyto regulators on the yield of onion (*Allium cepa* L.) red variety Ilabaya. The treatments were four: 3 phyto regulators (Cyt-hor, Cito-one and Triggrr soil) and a control; the experimental design was randomized complete blocks with four repetitions. The data analysis was performed using the analysis of variance technique; the statistical test was F at a significance level of 5 % and 1 %. To compare the averages of the treatments, the Tukey test was used at a significance level of 5 %, reaching the following conclusions. The phyto regulators: Cyt-hor, Triggrr soil and Cito-one reached the highest yield with 35, 33; 31, 46 and 29, 95 t / ha respectively.

Keywords: *Allium cepa*, *Phyto regulators*, *Yield*.

INTRODUCCIÓN

La cebolla (*Allium cepa* L.), a nivel mundial, es una de las hortalizas más importantes dado que se la utiliza en la preparación de muchos potajes, asimismo los nutricionistas la recomiendan incorporar en la dieta alimenticia del hombre por su valor nutricional. Según el MINAGRI (2016), en el Perú se tiene un área cultivada de 29 500 has, y un rendimiento promedio de 37,35 t/ha. La producción de cebollas se concentra principalmente en Arequipa, región que participa con el 60 % de la producción nacional. El cultivo de la cebolla roja es una de las alternativas de producción dentro de los cultivos hortícolas en la región Tacna, debido al alto potencial productivo que presenta y al elevado consumo en el ámbito nacional, el mismo que garantiza su comercialización.

Las plantas además de agua, luz, nutrientes y dióxido de carbono, requieren fitohormonas o fitorreguladores principalmente las citoquininas para aumentar la producción y calidad. Participan en muchas respuestas de las plantas, siendo la fototrópica una de ellas. Es tal la importancia que presentan las fitohormonas, que la formación de tejidos y órganos depende de la presencia e interacción entre ellas, ya que mediante muchos trabajos de investigación se ha observado que influyen sobre el

desarrollo vegetativo, bulbificación, factores que aún no han sido estudiados en nuestra región.

Los conceptos antes mencionados, sirven como resguardo para entender las funciones que desempeñan los reguladores de crecimiento vegetal, es importante conocer la época y dosis adecuada de aplicación, para lograr un mejor control sobre algunos factores que inciden directamente en la productividad agrícola. Los productores desconocen el efecto de los fitorreguladores en la producción del cultivo de cebolla, propósito de la presente investigación, por estos motivos es necesario buscar nuevas alternativas que permitan un aumento en el rendimiento y la calidad del bulbo de cebolla, que permitan obtener así mejores rentabilidades para el agricultor de la región.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

Según la FAO (2013), en los últimos diez años la producción de cebolla ha presentado una tendencia al alza, alcanzando en el año 2013 una superficie de 4,4 millones de hectáreas cosechadas y una producción de 86 millones de toneladas, tanto la superficie cosechada como la producción de cebolla a nivel mundial tienen una tendencia de alza, que ha sido bastante gradual. Esto concuerda con el consumo mundial de cebolla en este mismo período, dado por un mayor consumo *per cápita* (de 21 a 27 g/persona/día) y el crecimiento de la población mundial (6 276 a 6 974 millones de personas).

La cebolla en el Perú registró en los últimos siete años un crecimiento en la producción que ascendió a 21 %, siendo la hortaliza más consumida en el Perú por su gran contenido de vitaminas (vitamina C, vitamina B6) y minerales (calcio, hierro, folato, magnesio, fósforo, potasio), y los antioxidantes quercetina y azufre. A pesar de este crecimiento, las exportaciones de cebolla del Perú hacia otros países solo han representado el 2,2 % del total de exportaciones en el mundo.

En Tacna, la cebolla es uno de los cultivos más importantes ya que cumple una función muy relevante, en la economía de los productores principalmente en las zonas de Ilabaya, Locumba, Ite y La Yarada - Los palos, registrándose así en el año 2013 una superficie cosechada de 924 ha con un rendimiento de 36,83 t/ha.

La baja producción de la cebolla roja en relación a su máximo rendimiento, hace necesario la utilización de productos que generan un incremento en su producción, es precisamente el potencial productivo del cultivo lo que el presente trabajo pretende desarrollar con la aplicación de los fitorreguladores de crecimiento y buscar el incremento del rendimiento del cultivo.

De manera general puede argumentarse que los fitorreguladores producidos en una planta pueden tener efecto en otra por lo que se puede asegurar que no son específicos. De igual manera, de la cantidad total de los fitorreguladores producidos en una planta no toda es activa, solo una pequeña parte lo es, mientras que el resto se encuentra fija o permanece en forma de precursores. La concentración de los mismos está regulada por un mecanismo interno, controlándose de esta manera el funcionamiento vegetal.

La concentración de muchos fitorreguladores es crítica, en cantidades pequeñas son efectivos como estimuladores del crecimiento, mientras que en concentraciones mayores tienen un efecto contrario, es decir lo inhiben. Participan en muchas respuestas de las plantas. Es tal la importancia que presentan estas sustancias, que la formación de tejidos y órganos depende de la presencia e interacción entre ellas. Los argumentos antes mencionados sirven como justificante para el entendimiento de las funciones que desempeñan los reguladores de crecimiento vegetal además de la época y dosis adecuada de aplicación, para lograr de esta manera un mejor control sobre algunos de los factores que inciden directamente sobre productividad agrícola.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál de los fitorreguladores tiene mayor efecto en el rendimiento de cebolla roja (*Allium cepa* L.) var. Ilabaya, en el CEA III Los Pichones?

1.3. Delimitación de la investigación

1.3.1 Temporal

El tiempo de ejecución de la investigación se realizó entre los meses de octubre del 2016 a marzo del 2017.

1.3.2. Espacial

La presente investigación se ejecutó en el Centro Experimental Agrícola III “Los Pichones”, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna.

1.4. Justificación

La demanda actual de cebolla roja en el mercado internacional como Colombia, Ecuador, EE.UU y mercados locales como Lima, han incrementado sus necesidades de consumo, por lo cual es necesario elevar la producción del cultivo en las zonas de mayor área cultivada como los Distritos de Inclán, Tacna, Ite, Locumba e Ilabaya como principal abastecedor de cebolla roja var. Ilabaya (MINAGRI, 2013).

En consecuencia, es necesario utilizar productos que permiten elevar los rendimientos y mejorar los ingresos económicos de los productores de cebolla roja en nuestra zona.

Uno de los factores que ayuda a incrementar el rendimiento de los cultivos son los fitorreguladores de crecimiento, las cuales logran dar productos de buena calidad y de buenas características morfológicas, es por ello que se pretende realizar pruebas con diferentes productos a base de citoquininas, y lograr un resultado positivo.

Este trabajo se justifica en la medida en que garantiza lograr productos de calidad, por ende, nace la inquietud de evaluar el efecto que producen estos fitorreguladores comerciales en el cultivo de cebolla.

1.5. Limitaciones

Las limitaciones que se han presentado es la escasa información y trabajos de investigación a nivel local, regional y nacional en el tema de uso y aplicación de los fitorreguladores en el cultivo de cebolla roja.

Otras limitaciones que se han presentado en el presente estudio es el desconocimiento de los efectos de los fitorreguladores, en los centros de producción del cultivo de cebolla roja, como Ite, Ilabaya, Locumba y La Yarada los Palos.

El estudio solo comprende el cultivo de cebolla roja var. Ilabaya.

El trabajo de investigación estuvo autofinanciando por la tesista.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1. Objetivos

2.1.1. Objetivo general

Determinar el efecto de los fitorreguladores en el rendimiento de la cebolla roja (*Allium cepa*. L) variedad Ilabaya en el CEA. III “Los Pichones” de la UNJBG.

2.1.2. Objetivo específico

Determinar el fitorregulador que tiene mayor efecto en el rendimiento de la cebolla roja (*Allium cepa*. L) variedad Ilabaya en el CEA. III “Los Pichones” de la UNJBG.

2.2. Hipótesis

2.2.1. Hipótesis general

Influirán los fitoreguladores en el rendimiento de la cebolla roja (*Allium cepa* L.) variedad Ilabaya en el CEA. III “Los Pichones” de la UNJBG.

2.2.2. Hipótesis específica

Al menos uno de los fitorreguladores influye en el rendimiento del cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) variedad Ilabaya en el CEA. III “Los Pichones” de la UNJBG.

2.3. Variables

2.3.1. Variable independiente

Fitorreguladores de crecimiento.

2.3.2. Variables dependientes

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

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

3.1. Cultivo de cebolla

3.1.1. Origen e historia

Lardizabal (2007), indica que es originaria del oeste de Asia (Irán, Palestina). Incluso la Biblia menciona a la cebolla, citándola como alimento en Egipto (año 3000 a. C.); a continuación el cultivo de la cebolla se extendió a la India en el año 600 a. C (Galmarini, 2002).

Existen dudas en cuanto al centro de origen de la cebolla. Hasta la fecha no han sido encontradas especies silvestres de *Allium cepa* L. muchos botánicos están de acuerdo con Vavilov que designo a Asia Central (Pakistán) como su posible centro de origen (Acosta *et al.*, 1993). Por otro lado, el oriente próximo y la región del Mediterráneo son considerados como posibles centros de domesticación (centro de orígenes secundarios) (Galmarini, 1997).

La domesticación de la cebolla estuvo basada posiblemente en la selección de caracteres de la planta y el bulbo a través de la selección masal realizada antes de la floración (Acosta *et al.*, 1993).

Esta especie que se cultiva desde épocas muy remotas, fue domesticada al mismo tiempo en varios lugares y se supone que haya ocupado una extensa región en el oeste de Asia. Extendiéndose posteriormente a Palestina y a la India (Acosta *et al.*, 1993).

3.1.2. Clasificación

La clasificación botánica de la cebolla, según (Lardizabal, 2007) la sitúa en el siguiente contexto taxonómico.

Reino: *Plantae*

División: *Magnolophyta*

Clase: *Liliopsida*

Orden: *Asparagales*

Familia: *Liliaceae*

Género: *Allium*

Especie: *Allium cepa*

3.1.3. Características botánicas

La cebolla es una planta biennial, monocotiledónea, donde se desarrolla el bulbo que es la parte comestible, en su primera etapa se efectúa el crecimiento vegetativo y la dulcificación, y en la segunda etapa se desarrolla los vástagos o tallos florales (Acosta *et al.*, 1993; Garcia, 1997).

3.1.3.1. Raíz

Presenta un limitado sistema radicular y como consecuencia de ello, un pobre potencial de absorción, sus primeras raíces emiten durante el periodo de germinación de la semilla, las cuales mueren sucesivamente a la vez que se van formando otras nuevas, alcanzan su máximo desarrollo en la etapa de madurez. Posteriormente y durante la fase de formación del bulbo, las mismas mueren gradualmente. Las raíces secundarias de la cebolla se desarrollan a partir del tallo verdadero y en la mayoría de los casos no alcanzan una profundidad mayor de 0,40 m y en una planta adulta puede llegar a formar de 60 a 70 raíces fusiformes, con un ritmo de crecimiento cada 24 horas (Garcia, 1997).

El sistema radicular es muy fasciculado y ramificado, las raíces primarias y/o verdaderas mueren muy temprano y todas las raíces son adventicias, el sistema de radicular puede alcanzar un crecimiento lateral de 0,40 a 0,50 m y una profundidad de 0,80 a 0,90 m (Lardizabal, 2007).

3.1.3.2. Tallo

La cebolla presenta un tallo plano rudimentario y pequeño de unos cuantos mm de longitud, está representado por un disco platillo en la base del bulbo, de cuya parte inferior nacen las raíces y de la superior las hojas (Acosta *et al.*, 1993; Ott, 2010).

3.1.3.3. Hojas

Las hojas se encuentran insertas en el tallo discoidal, están formadas por dos partes fundamentales; una inferior o “vaina envolvente” y otra superior o “filodio” de forma redondeada, hueca y de bordes unidos. De la hoja tubular que constituye el cotiledón nacen las primeras hojas verdaderas, después de la emergencia de la primera hoja verdadera, la planta sigue creciendo por la formación de nuevas hojas en la yema terminal del tallo (Ott, 2010).

Después de la emergencia de la primera hoja verdadera las nuevas hojas nacen cada 7 a 10 días logrando en total de 13 a 18 hojas, que se distribuyen de la siguiente manera: 3 a 4 hojas forman la cubierta externa del bulbo o cascara; 3 a 5 hojas visibles cumplen con la función de fotosíntesis y cuya parte basal engrosada constituye el bulbo; 2 a 4 hojas engrosadas no visibles y dentro del bulbo; y 5 a 6 dentro del bulbo pero no desarrolladas (Acosta *et al.*, 1993).

3.1.3.4. Bulbo

El bulbo es un órgano compuesto por varias escamas, túnicas o catafilos concéntricas, carnosas, delgadas y transparentes al exterior, y forman la parte basal de las hojas engrosadas y/o envainadoras (Galmarini, 2002). El bulbo es la parte fundamental para la clasificación de esta especie: según su color, diámetro, calibre, y época de maduración (Ott, 2010).

3.1.3.5. Flor

Las flores son numerosas variando entre 50 a 2 000; siendo hermafroditas, con pétalos violetas o blancos, con 2 o 3 brácteas, dispuestas en una umbela grande. Estambres inferiores salientes y con un diente de cada lado, ovario sécil, trilocular (Ott, 2010).

3.1.3.6. Fruto

El fruto es una cápsula trilobada, presenta tres celdas dentro de la cual se encuentran seis semillas de color negro, angulosas, arrugadas y algo aplanadas (Galmarini, 2002).

3.1.3.7. Semilla

La semilla es de forma convexa por un lado y achatado por el otro; además tiene una cubierta seminal oscura, dentro de esta se encuentra el embrión concrecente bajo una forma espiralada, conformada por un cotiledón dilatado y un eje embrionario escueto. El epicótilo se conforma por un meristemo apical y un primordio foliar; el cotiledón es la fuente de reserva de la semilla, principalmente de fosfatos (Acosta *et al.*, 1993).

3.1.4. Características fisiológicas

3.1.4.1. Formación del bulbo

La formación del bulbo de la cebolla se inicia cuando la base de las hojas visibles, se alarga una corta distancia por encima del plato del tallo, y comienzan a almacenar reservas alimenticias. Se forman hojas en el centro del bulbo que son gruesas que son menos visibles que las anteriores, y solo son órganos de almacenamiento sin emitir parte aérea, además del desarrollo de yemas laterales. Los factores importantes que influyen en el desarrollo del bulbo son: Fotoperiodo, Temperatura, Tamaño de planta y nutrición nitrogenada (Maroto, 2002).

La formación del bulbo está relacionada con la interacción entre la temperatura y el fotoperiodo. En esa interacción, el factor más importante

es el fotoperiodo (largo del día), y la misma determina los límites de adaptación de los diferentes cultivares. La bulbificación es inducida por fotoperiodos largos, cuanto más largo es el día, el crecimiento de las hojas cesa más temprano y el bulbo alcanza su madurez fisiológica rápidamente. El inicio de la bulbificación comienza al producirse una rápida elongación de las hojas y un aumento en el grosor de la zona del cuello (Castillo, 1999).

El rendimiento de la cebolla está determinado por la época de siembra, los requerimientos térmicos y fotoperiodos varían entre cultivares y es preciso determinarlos para cada zona de producción, a fin de elegir la época de siembra adecuada y el área más apta (Maroto, 2002).

La temperatura óptima para la formación y crecimiento del bulbo oscila entre 25 y 30 °C, temperaturas muy altas y/o muy bajas (cerca de los 40 °C) retrasan la bulbificación. Además de la temperatura y el fotoperiodo existen otros factores que afectan la formación y desarrollo del bulbo y estos son: la calidad de luz, intensidad lumínica, reguladores de crecimiento, provisión de agua y disponibilidad de nutrientes (Amaya & Mendes, 2012).

La bulbificación parece ser regulada por el pigmento fitocromo, la luz roja lejana la originaría, mientras que la luz roja la inhibiría. la formación y

el desarrollo del bulbo será mucho más rápida a mayor intensidad lumínica. Los reguladores de crecimiento, como el etileno, y la hidrácida maleica, promueven la bulbificación, mientras que el ácido absicico (ABA) la retrasa (Ott, 2010).

3.1.4.2. La floración

La floración en condiciones normales se desarrolla en el segundo año de cultivo, tras la emisión de los escapos florales, que trasladan en su extremo superior una masa redonda o cónica cubierta por una bráctea membranosa y blanquecina que al fragmentarse da lugar a la visión de una inflorescencia umbeliforme con muchísimas flores monoclamídeas. La cebolla es una planta de fecundación cruzada. La inflorescencia tiene forma trilocular, las semillas son negras, redondeadas con cierto aplanamiento (Maroto, 2002).

En el ciclo ontogénico de una planta hay marcadas diferencias entre la etapa de crecimiento vegetativo y la fase reproductiva, que se inicia con la formación de los primordios florales. En el primer caso, los meristemas apicales, por su actividad mitótica seguida de los procesos de alargamiento celular y diferenciación, determinan la pauta de crecimiento localizado e indeterminado, típica del crecimiento vegetativo. Por el contrario durante la floración cambia la actividad y diferenciación del

meristemo vegetativo y meristemo reproductivo (de crecimiento definido), por cuya acción de originan los componentes de la flor en lugar de órganos vegetativos (Galmarini, 2002).

Normalmente la floración es estacional y requiere de un cierto grado de desarrollo vegetativo previo "*Ripeness to flowering*". En sentido fisiológico, se suele entender por floración la inducción y floración de primordios florales. Los diversos factores internos sobre todo hormonales, y externos, fundamentalmente luz y temperatura, condicionan la inducción floral (Lardizabal, 2007).

En el cultivo de la cebolla puede distinguirse diferentes etapas durante la floración, la correspondiente al periodo juvenil, la etapa de iniciación floral (que requiere vernalización), la aparición de la inflorescencia y el desarrollo del escapo. En cada una de estas etapas influye de diferente modo las condiciones ambientales e intrínsecas de la planta, que determinan su cumplimiento y duración (Galmarini, 1997).

3.1.5. Factores edafoclimáticos

3.1.5.1. Clima

La cebolla requiere un clima templado o cálido para su crecimiento y desarrollo, pero las condiciones ideales son aquellas donde hay

temperaturas frescas en las fases iniciales del crecimiento de la planta y cálidas hacia la madures. La temperatura de 12 a 24 °C se considera como óptima (MINAGRI, 2013).

El crecimiento y desarrollo del cultivo se ve afectado por factores ambientales como: fotoperiodo, luminosidad, temperatura, relación agua-suelo – planta, y la interacción entre ellos. Aunque también se ve afectado por factores como: el cultivar, la densidad de plantas, relación rojo/infrarrojo de la luz y otros (MINAGRI, 2012).

3.1.5.2. Fotoperiodo

La cebolla es una planta de fotoperiodos largos, no obstante varios investigadores atribuyen al fotoperiodo como factor limitante en la formación y desarrollo de bulbos, los cuales han sido clasificados en relación a las horas luz por día, para promover el estímulo de la bulbificación. Existen cultivares de días cortos que requieren de 11 a 12 horas de luz por día, cultivares intermedios que exigen 12 a 14 horas de luz por día, y cultivares de días largos de más de 14 horas de luz por día (Castillo, 1999).

La latitud en función de la duración del fotoperiodo, al igual que la temperatura, presenta una disipada influencia sobre la formación y desarrollo de bulbos de la cebolla. Las variedades que tienen un mejor

crecimiento en días cortos (de 10 a 12 horas) se adaptan a zonas limitadas por latitudes de 0° a 24° y hasta 28°; pocas veces pueden formar bulbos en latitudes mayores si las temperaturas son relativamente frescas que no aceleren el desarrollo del bulbo. Las variedades de días intermedios que requieren unas 12 a 13 horas producen mejor entre los 28° y 40°. Las variedades de día largo que requiere 14 horas o más de exposición al sol se encuentran generalmente en lugares de 36° de latitud en adelante (Galmarini, 2002).

3.1.5.3. Temperatura.

La temperatura mínima para la germinación está cercana a 2 °C y la óptima se aproxima a los 24 °C, estando comprendido el promedio térmico óptimo mensual, entre 13 y 24 °C (Castillo, 1999).

La cebolla requiere rango de temperaturas de 10 a 25 °C, el inicio y formación del bulbo están influenciados por el fotoperiodo y por las temperaturas a las que se encuentren sometidas las plantas. Las altas temperaturas aceleran la formación y desarrollo del bulbo y las bajas temperaturas la retrasan. Esto indica que si se cultiva en verano, los bulbos son pequeños y maduran rápidamente. Por el contrario en el invierno, cuando las condiciones son favorables, la planta continúa su desarrollo y la bulbificación se produce cuando la temperatura y

fotoperiodo exceden del mínimo requerido para la producción del bulbo. La temperatura también juega un papel importante en la producción de la semilla, ya que la floración es inducida principalmente por bajas temperaturas (menor a 10 °C), en el caso de producción comercial de bulbos produce floración prematura afectando los rendimientos y calidad de estos (Lardizabal, 2007).

3.1.5.4. Suelos

La cebolla se adapta a diferentes tipos de suelo, desde suelos francos arenosos con textura ligera a francos arcillosos más pesados. Las principales características de un suelo para una buena producción son: un buen drenaje, ligeros, alto contenido de materia orgánica, pH de 5,8 a 6,5 y ausencia de malas hierbas, los bulbos se desarrollan rápidamente en suelos ligeros que en los más pesados. El tamaño y la calidad del bulbo dependen del tipo de suelo, nutrición y la variedad (MINAGRI, 2012).

Es conveniente que el suelo sea, suelto arenoso y fresco, en las tierras compactadas los bulbos se desarrollan poco y pueden llegar a deformarse. Se cultivan generalmente en los suelos aluviales, un suelo con buena fertilidad, buen drenaje, alto contenido de materia orgánica, buena retención de humedad y con un pH de 6 a 6,5 es el mejor para la producción de cebollas (Ott, 2010). Es una planta moderadamente

tolerante a la salinidad y poco tolerante a la acidez del suelo (Gorini & Gorini, 2013).

3.2. Manejo del cultivo

3.2.1. Preparación del terreno

La cebolla no demanda de labores profundas, los suelos deben ser bien drenados y finos en la parte superficial, si los suelos son muy ligeros es conveniente realizar las labores preparatorias normales con un arado, mullido y nivelado antes de la siembra y/o trasplante (Galmarini, 1997).

La preparación del terreno se realiza a 0,30 m de profundidad, se recomienda que este sea a 0,40 m, primero se debe realizar el arado y luego el rastreado hasta dejar el suelo mullido pero no hecho polvo porque destruimos la estructura. Estas labores dependen del tipo de suelo, y si existe una capa impermeable se debe subsolar primero. Esto nos ayuda a mejorar el drenaje del terreno así como con la aeración (Lardizabal, 2007).

3.2.2. Almacigo

El suelo para las camas o semilleros debe ser fértil, bien drenado, y libre de malezas, enfermedades y plagas del suelo. Las camas para el almacigado son generalmente de un metro de ancho y de longitud

adecuada. Normalmente se levantan 10 – 15 cm sobre el nivel del suelo, los surcos entre las camas deben ser suficientemente grandes para facilitar el trabajo (regado, desmalezado, levantar las plantas) (Aljaro , 2001).

En la Estación Experimental Donoso – Huaral los mejores resultados se ha obtenido utilizando las siguientes proporciones 1/3 de tierra de cultivo, 1/3 de estiércol descompuesto y 1/3 de arena de río. Con los sustratos mencionados se mejora la textura de las camas de almacigo, manteniendo mejor la humedad, para que la germinación y emergencia de las plántulas sea más uniforme y así evitar agrietamientos en la superficie (MINAGRI, 2012).

Para obtener plántulas de buena calidad sanas y vigorosas, se debe utilizar un distanciamiento adecuado que permita un buen desarrollo, para lo cual se debe distribuir las semillas al fondo del surco distanciados a 1 cm entre ellas logrando una densidad de 600 – 700 plántulas por m², seguidamente se tapa la semilla de preferencia con arena de fina río y/o humus, asegurando que tenga una ligera compactación; para lograr una germinación uniforme, regar inmediatamente después de la siembra y si fuera necesario se debe cubrir con paja, hojas o plástico para mantener la humedad y la temperatura constante (Corpeño, 2004).

3.2.3. Trasplante

Entre los 45 días en verano y 60 días en invierno, se realiza el trasplante, cuando las plantas alcanzan una altura entre 15 a 20 cm. En casos de utilizar almacigo con plántulas muy desarrolladas se promoverá la bulbificación temprana, cinco días antes del trasplante cortar la punta de las hojas de las plántulas a 15 cm de altura para facilitar el manejo durante el trasplante (Lardizabal, 2007).

El diámetro de las plántulas para trasplante debe ser menor a 6 - 7 mm en la base. Se debe usar solo plántulas sanas, vigorosas y libres de plagas y enfermedades; deben ser plantadas de 3 a 5 cm de profundidad. Las plántulas pequeñas y débiles pueden no sobrevivir a las aplicaciones de herbicida (Acosta *et al.*, 1993).

3.2.4. Distanciamientos

El distanciamiento apropiado para el cultivo de la cebolla depende de la fertilidad del suelo, el sistema de riego, el cultivar y el equipo mecánico que se utilice. La distancia entre surcos puede ser de 0,60 a 0,70 m y entre plantas de 10 a 12 cm. En el Perú los mejores resultados se han obtenido con espaciamiento de 0,60 m entre surcos y de 10 a 12 cm entre plantas, en general se utilizan los surcos dobles (MINAGRI, 2013; Lardizabal, 2007).

3.2.5. Materia orgánica

La materia orgánica se incorpora en forma adecuada al suelo representa una estrategia básica para darle vida al suelo, ya que sirve de alimento a todos los organismos que viven en él, particularmente a la micro fauna responsable de realizar una serie de procesos de gran importancia en la dinámica del suelo, en beneficio del crecimiento de la planta. Por esta razón la materia orgánica del suelo se ha constituido en el centro de atención fundamental cuando se requiere realizar un manejo ecológico del suelo, la cebolla requiere de 20 a 30 t/ha (Cifuentes, 2006).

3.2.6. Fertilización mineral

La cebolla desarrolla mejor a altos niveles de fertilidad, se debe realizar el análisis del suelo, tipo de suelo y programa de riego para tomar decisiones y realizar una fertilización adecuada (Mata *et al.*, 2011).

La cebolla requiere un gran aporte de nitrógeno, fósforo y potasio, una producción de 30 t/ha de bulbos requiere de 70, 30 y 70 kg de N, P₂O₅ y K₂O. El nitrógeno es esencial durante las primeras etapas de crecimiento, la deficiencia de este elemento en esta etapa produce una reducción del crecimiento vegetativo, amarillamiento general y plantas débiles, el exceso de nitrógeno produce un crecimiento vegetativo excesivo y susceptible al ataque de plagas y enfermedades. Un abastecimiento

inoportuno de potasio inhibe la formación del bulbo, reduce la calidad de bulbos y el grosor de las escamas, aumenta la tendencia de las plantas a formar una cabeza redonda y florecer (Alvarez *et al.*, 2011).

3.2.7. Riego

Para la producción de cebollas es necesario un riego regular. La cebolla es un cultivo único en sus requerimientos de agua que cambian con las fases de desarrollo. Las plantas jóvenes requieren menos agua inmediatamente después del trasplante y esta situación continua durante algún tiempo, el consumo relativo de agua aumenta con la edad de la planta, alcanzando el máximo antes de la madurez para luego descender de nuevo en la etapa de maduración. Por consiguiente, la frecuencia de los riegos debe ajustarse de acuerdo con la etapa de crecimiento. La falta de agua durante la formación del bulbo es muy perjudicial para el desarrollo del bulbo, ya que este tiene una tendencia a abrirse si el suelo está seco. Por lo tanto, deben tomarse precauciones y no dejar de regar durante esta etapa, generalmente el riego se corta 2 a 3 días antes de la cosecha de los bulbos (Lardizabal, 2007).

3.2.8. Control de malezas

Para el control de malezas se debe tener en cuenta cuatro métodos básicos; una buena selección de terreno que esté libre de malezas; rotación de cultivo; deshierbo manual y control químico (Mendoza, 2015).

El uso de Pendimethalin para el control químico de malezas, este herbicida actúa como pre emergente de las malezas anuales, gramíneas y malezas de hoja ancha, la dosis de aplicación es de 2 a 3,5 l/ha. Otro herbicida que es bien utilizado es el Linurón a una dosis de 1,5 a 2,0 kg/ha en preemergencia del cultivo o después del trasplante para controlar malezas anuales gramíneas y de hoja ancha, este herbicida requiere de buenas condiciones de humedad (Medina, 2008).

3.2.9. Control fitosanitario

3.2.9.1. Las enfermedades

3.2.9.1.1. Mancha Púrpura (*Alternaria porri*)

Afecta a las hojas, bulbos y escapos florales, en los bulbos la infección se manifiesta cerca a la madurez, el síntoma más vistoso es una pudrición acuosa que se inicia en el cuello de la planta, también se infesta en las lesiones sufridas durante la cosecha (Galmarini, 2002).

3.2.9.1.2. Cenicilla Algodonosa (*Peronospora destructor*)

Es de distribución mundial, los primeros síntomas son clorosis y distorsión en las hojas, en condiciones húmedas el hongo produce micelio y esporangios de color púrpura y en periodos secos aparecen áreas blancas circulares en las hojas. Cuando el ataque es severo las hojas se doblan y aunque la planta no muere, la enfermedad es virulenta por cuanto reduce la cosecha y en almacenamiento, esta enfermedad causa daños que bajan la calidad de los bulbos (Lardizabal, 2007).

3.2.9.1.4. La pudrición del cuello (*Botrytis alii*)

Ataca principalmente en almacenamiento, el primer síntoma es una masa de micelio gris en las escamas adyacentes al cuello y pudrición acuosa. La pudrición progresa hasta dejar momificado el bulbo, apareciendo esclerocios (Maeso, 2005).

3.2.9.1.5. Pudrición Basal (*Fusarium oxysporum*)

El ataque de esta enfermedad, ocurre con temperaturas desde 15 a 30 °C, el tallo es atacado por el hongo que habita en el suelo y las puntas de las hojas mueren rápidamente. Las raíces se pudren y en la base de las escamas externas se observa moho blanco (Laguna & López, 2004).

3.2.9.1.3. La pudrición Blanda Bacteria (*Erwinia carotovora*)

El ataque de esta enfermedad comienza en el campo en bulbos maduros y es la principal responsable de las pérdidas durante el almacenamiento. Afecta una o dos escamas exteriores, y estas se vuelven acuosas, cuando la cebolla se aplasta expulsa un olor sulfuroso agresivo y sale una exudación en el cuello del bulbo (Medina, 2008).

3.2.9.2. Las plagas

El *Trips* es la plaga más importante y perjudicial de la cebolla, son insectos muy pequeños (1 mm), chupadores cuando los ataques son severos deforman las hojas, pero que normalmente se observan por el aspecto blanquecino de las partes atacadas, sobre todo afecta a la cebolla en épocas de la cosecha, las larvas se observan sobre la parte interna de las hojas hacia el tallo, donde están protegidas (Laguna & Lopez, 2004).

Otras plagas que atacan a la cebolla son: *Helicoverpa armigera*, esta plaga es un problema sobre todo en los cultivos que se producen a partir de semillas, el minador de la hoja (*Chromatomyia horticola*) y los ácaros (*Rhizoglyphus sp*) que atacan tanto en el campo como en el almacén (Laguna & López, 2004; Maeso, 2005).

3.2.10. Cosecha

La cosecha se realiza cuando los bulbos estén suficientemente maduros, lo que se produce cuando las 2 o 3 hojas exteriores estén secas. La cosecha tradicional se efectúa a mano aunque hoy en día la mayoría de los casos es mecanizada (Medina, 2008).

3.2.10.1. Arrancado

El arrancado de los bulbos suele efectuarse de forma mecánica y manualmente, a continuación y en el campo se debe cortar los extremos superiores de las hojas “rabos” de los bulbos y la raíz para conseguir un secado y este sea más rápido. Una vez secos, los bulbos son recolectados manualmente en sacos y son llevados al almacén para su pesado (Furlani & Rivero, 1997).

3.2.10.2. Curado

El curado es un proceso de secado que usualmente se realiza en el campo, ya sea arrancando las plantas al doblarse y marchitarse las hojas y tendiéndolas de forma tal que los bulbos queden tapados con el follaje y no sean quemados por el sol, pasados 3 a 4 días se procede a cortar las hojas y llenar en costales de malla, estos se dejan en el campo, los

bulbos de las capas superiores deben cubrir para protegerlos de las quemaduras del sol, este tiempo es mínimo dura 3 días (Galmarini, 1997).

El curado consiste en secar las capas externas que cubren el bulbo, para una mayor protección contra la deshidratación interna y los daños físicos. Asimismo se cierra al máximo el cuello de los bulbos, para evitar la pérdida de agua por deshidratación de esta manera impedir la contaminación por hongos y bacterias (Furlani & Rivero, 1997).

3.3. Fitorreguladores

Los fitorreguladores son de origen natural o sintético y se dividen principalmente en cinco grupos. Auxinas, citoquininas y giberelinas llamados también estimulantes, y otro grupo denominado inhibidores, aquí se encuentran el etileno y el ácido abscísico. En general los procesos de división celular es atribuible a las citoquininas y giberelinas, en cambio el proceso de elongación celular se deben a la acción de las giberelinas y auxinas, se les caracteriza por estar en procesos de desarrollo vegetativo y productivo. Por otro lado, los procesos de maduración, inhibición del crecimiento, senectud y abscisión son atribuibles a los inhibidores (Diaz , 2017).

3.3.1. Cuidados generales en el uso de los fitorreguladores

Los fitorreguladores se utilizan para reponer el equilibrio hormonal para un desarrollo normal de la planta, asimismo para activar, retardar o modificar algún aspecto del desarrollo. Según Weaver (1996) menciona algunos aspectos específicos en el uso de los fitorreguladores:

- Los fitorreguladores actúan sobre diversos aspectos del desarrollo y no solo sobre el que se desea regular.
- Cada especie tiene su equilibrio hormonal específico; no se puede asegurar que los efectos obtenidos en una planta tenga lugar en otra.
- Los factores ambientales principalmente temperatura, y los factores propios de la planta, especialmente la edad, pueden causar la variación los efectos de los fitorreguladores, sobre todo aquellos de tipo auxínico.
- Se debe asegurar que los efectos sean realmente ventajosos para un aclareo de flores, otras pueden ser para inducir la floración.

3.3.2. Fitorreguladores hormonales

Los fitorreguladores hormonales (fitohormonas) son producidos por las mismas plantas en bajas concentraciones, estos regulan los procesos

fisiológicos de las mismas. Los fitorreguladores hormonales conocidos se pueden clasificar en auxinas, giberelinas, citoquininas, etileno, y el ácido abscísico, existen otros grupos hormonales menos conocidos como lo son: las poliaminas y brasinoesteroides; y entre las fitohormonas dudosas se encuentran el florigén, las antesinas y el vernalin (Azcon-Bieto & Talon, 2003).

3.3.3. Fitorreguladores citoquininicos

Existen citocininas sintéticas que ya comienzan a utilizarse en la agricultura por sí mismas, o combinadas con otras hormonas. Las más utilizadas es la zaetina y la kinetina que se aplica solo o como fitorregulador comercial (Triggr suelo) que es una mezcla de GA₄ GA₇ y BA. También se usa muchísimo en experimentación la Benciladenina, Cinetina (Rojas & Ramirez, 1990).

3.3.4. Citoquininas

Es el grupo de hormonas naturales descubierto más recientemente y, por tanto, el menos conocido en su acción y efectos. Las citoquininas como sustancias del crecimiento de las plantas que provoca la división celular. Algunos ejemplos de citoquininas naturales y sintéticas son: zeatina, isopentenil adenosina, cinetina, benciladenina (Azcon-Bieto & Talon, 2003).

3.3.4.1. Biosíntesis de las citoquininas

Las citoquininas se sintetizan principalmente en la raíz, y su presencia en las yemas del tallo, donde tienen efecto hormonal, puede ser por transporte de la raíz, pero, hay informes de su síntesis en las hojas. Por tener adenina en su molécula, se cree que provengan parcialmente de productos de hidrólisis de fracciones de ácidos nucleicos; en el callo de tabaco se ha visto que otra fracción proviene del isopentilfosfato (Azcon-Bieto & Talon, 2003).

3.3.4.2. Acción fundamental

No se conoce bien la acción fundamental de las citoquininas, de manera bien fundamentada se supone que se adhiere al ARN de transferencia y, cuando esto sucede en determinadas partes, estimula el movimiento de ciertos codones, interviniendo así en la síntesis de algunas proteínas o enzimas. Está comprobado que induce actividad de las amilasas y proteasas, y la síntesis de la tiamina y la auxina (Alegria, 2016).

3.3.4.3. Efectos fisiológicos

Los efectos propios y fundamentales de las citoquininas son: producir una mayor acción en el ritmo de las mitosis celular, por lo cual se le ha

llamado hormona de la división celular; y retarda el envejecimiento o senescencia de los órganos y los fenómenos a que esta da lugar, como el amarillamiento y caída de las hojas (Taiz & Zeiger, 2006).

3.3.4.4. Promueven la división celular

La aplicación de citoquininas estimula la progresión del ciclo celular, en primer lugar a nivel de la fase G₁, citoquininas más otras fitohormonas (auxinas) promueven la acumulación de ciclinas y por tanto estimulan un nuevo ciclo celular (Perez & Martines-Laborde, 1994). Citoquininas también conducen la entrada a la fase M, probablemente por activación de una fosfatasa (Diaz , 2017).

3.3.4.5. Iniciación de brotes, organogénesis y androgénesis

Las citoquininas causan una dominancia apical reducida o neutralizada, con brotación y crecimiento de yemas axilares, pueden inducir a la formación de brotes adventicios en partes de las hojas, venas y pecíolos intactos (Hill, 1994). Las fitohormonas son claves para inducir la formación de nuevos brotes, en diversos explantes *in vitro* (hojas, raíces, medula, cotiledones), conjuntamente con las auxinas, promueven la obtención de tejidos no organizados llamados callos, de los cuales también posible generar la formación de brotes y/o raíces (Barcelo Coll *et al.*, 2001). Asimismo de embriones somáticos propios de las plantas, gran parte de

las respuestas de totipotencia celular, de morfogénesis in vitro y de regeneración de plantas, se produce en presencia de niveles apropiados de citoquininas vs. Auxinas (Weaver, 1996). Otro concepto de la acción de citoquininas in vitro es la obtención de individuos haploides originados de microsporas, las citoquininas y auxinas en presencia de niveles adecuados cambian su programa fijado filogenéticamente, de manera que de una célula inicialmente con función de reproductiva (microspora), produce un embrión gametofítico conducentes a la formación de un individuo con la mitad de la dotación de cromosomas (Azcon-Bieto & Talon, 2003). Este proceso se denomina androgénesis y deriva en la formación de plantas genéticamente idénticas al genotipo del polen del cual proceden (plantas hijas del polen); las cuales son de gran interés en los programas de mejoramiento genético (Diaz , 2017).

3.3.4.6. Demoran o retrasan la senescencia

Uno de los efectos de las citoquininas es retrasar la senescencia de las hojas, provocando que las hojas continúen más tiempo verdes con alto contenido de clorofila y funcionales. Las citoquininas permiten el desarrollo de cloroplastos (con formación de granas) en la oscuridad, substituyendo parcialmente la demanda de luz (Hill, 1994). Una mayor duración de clorofilas activas involucra para la hoja y la planta la

conservación de la síntesis de proteínas y por consiguiente la transcripción de varios genes. Esto se ha demostrado con la expresión de varias bandas de proteínas que no son observadas cuando el tejido envejece (Perez & Martines-Laborde, 1994). La presencia de citoquininas provoca un efecto “sumidero” (sink) en el transporte de varias “materias primas” (por ejemplo aminoácidos) en los tejidos donde se encuentra la fitohormona y donde estos medios serán usados para la formación de nuevas proteínas. Experimentos tradicionales con un aminoácido radioactivo que no puede ser biodegradado, el ácido aminoisobutírico, expresaron que este se mueve hacia el sitio de aplicación de una citoquinina, demostrando que la producción de proteínas trae una resultante detención del proceso de senescencia contrastado con el resto de los tejidos sin la hormona (Taiz & Zeiger, 2006).

3.3.4.7. Activan yemas laterales en dormancia

La sobreproducción de citoquininas resulta en una dominancia apical energicamente reducida y en plantas la generación de entrenudos más cortos (Taiz & Zeiger, 2006).

3.3.4.8. Intensifican la expresión de “demanda” en el transporte de savia elaborada a nivel del floema

Varios estudios han indicado que niveles muy bajos de nitrógeno en el suelo (NO^{-3} o NH^{+4}) resulta en una disminución del nivel de citoquininas. Lo contrario, un aumento del N en el suelo provoca un incremento del nivel de citoquininas, lo que a su vez lleva a una regulación positiva de genes que implicados en respuesta a esta hormona, como los genes ARR tipo A (A-ARRs) (Weaver, 1996).

3.3.4.9. Mecanismos de acción

Las citoquininas son las hormonas vegetales de la cual existe escasa información en cuanto a biosíntesis, metabolismo y transducción de señales. No obstante, últimamente se han descrito algunos mecanismos de acción. Las citoquininas se encuentran tanto en el apoplasto como en el simplasto, de manera que se asume la existencia de transportadores específicos a este nivel. Se ha señalado que estas hormonas son primero percibidas por proteínas histidina-quinasa y que la transducción de la señal por ellas provoca una fosforilación en su porción conservada y con transferencia del grupo fosforilo a un regulador de respuesta más alejado (Pardo , 2000; Diaz , 2017).

Recientemente se han descubierto otros receptores tipo histidina-quininas más genuinos y específicos que el precedente, denominados CRE1/WOL/AHK4, AHK2 y AHK3, las que iniciarían la transferencia del fosfato a nivel intracelular y que actuarían como las tres proteínas receptoras de membrana en el modelo de Arabidopsis (Barcelo, 2005; Pardo , 2000). En esta especie se han continuado los estudios sobre la acción de citoquininas debido a que su genotipo está bien conocido. Existen 22 genes implicados en respuestas reguladoras para genes del tipo ARR. Entre ellos se diferencian los grupos, ARR tipo A (A-ARR) y ARR tipo B (B-ARR), cada uno con 11 miembros. Los últimos estudios indican que las citoquininas ligadas a los 3 receptores de membrana movilizarían primero los genes B-ARR, y estos inmediatamente activarían los A-ARRs. La activación ocurriría primero a través de la fosforilación de unas proteínas AHPs (proteínas HPT), las que a su vez transportan el grupo fosforilo a los A-ARRs y B-ARRs en el núcleo. Estos provocarían finalmente la activación transcripcional de otros genes blanco, produciéndose los efectos específicos de citoquininas (Diaz , 2017; Saldivar, 1994; Weaver, 1996).

3.3.4.10. Usos comerciales

Propagación y regeneración de tejidos, debido a los efectos de las citoquininas en plantas están relacionadas principalmente en la propagación clonal de material ornamental o forestal, en la regeneración masiva de plantas elite, con la capacidad de estimular la división y la diferenciación celular junto a otros reguladores de crecimiento (auxinas). Por ejemplo en viveros especializados donde la propagación de plantas in vitro, es una actividad constante, su uso está vinculado con la inducción de la organogénesis, especialmente la formación caulinar, de nuevos brotes adventicios y de embriones somáticos. En diversas especies, ha sido posible masificar la producción de brotes con aplicaciones de citoquininas a cotiledones en estadios tempranos de germinación de semillas, lo cual permite obtener plantas por vía asexual después del enraizamiento de dichos brotes. En todas aquellas plantas donde se manifiesta la “totipotencia celular”, ya sea en condiciones in vivo, las citoquininas favorecen considerablemente en la manifestación y eficiencia de dicho proceso (Taiz & Zeiger, 2006).

3.3.4.11. Control de la senescencia

Debido a que las citoquininas retrasan la senescencia, proceso que implica clorosis por degradación de la clorofila, y dado que permiten el

sostén de la síntesis de proteínas, junto a carbohidratos y otros compuestos orgánicos, quizás usar dicha hormona para retardar y mantener la vida de flores con hojas (Hill, 1994). Lo anterior es relevante en la producción de flores de corte, material que con estas características implican una ganancia comercial adicional, especialmente se considera la demanda en el mercado de exportación (Rodríguez, 1993).

3.3.4.12. Generación de variedades o genotipos nuevos

La implantación por transformación de genes que causan sobreproducción de citoquininas, como el gen IPT, permite obtener de manera más extendida las características de retardo de senescencia. Por ejemplo, en tomates demora la senescencia ya que se obtiene un periodo más largo de crecimiento, mayor formación de yemas y brotes conducente a flores y frutos con mayor productividad, plantas con buen vigor, mayor contenido de clorofila y mayor eficiencia. Lo mencionado corresponde a laboratorio de biotecnologías especializadas, efectos similares son posibles de obtener mediante aplicación de la fitohormona en forma externa. Indudablemente el efecto será distinto respecto a dosis de aplicación, especies, variedades, etapas fenológicas y las labores culturales realizadas al cultivo elegido. La combinación de giberelinas y

las citoquininas actuarían promoviendo también el crecimiento de algunos frutos (Diaz , 2017; Maximov, 1995; Taiz & Zeiger, 2006).

3.3.5. Fitorreguladores complejos

Recientemente han aparecido fitorreguladores de composición compleja, tanto porque se constituyen por diversas hormonas, como por que no están presentes como moléculas puras sino en forma natural, como extractos de algas y otros vegetales. Productos de este tipo son el Citozyme (extractos de algas con citocininas más elementos menores); Biozyme (extractos vegetales más GA más elementos menores); Culbac (extractos de fermentación de Lactobacilo) y el Biofol (extractos vegetales más elementos menores). Los usos experimentales son la estimulación general del desarrollo vegetal (Diaz , 2017; Pardo , 2000).

3.4. Fitorreguladores comerciales

3.4.1. Triggrr suelo

Es un regulador de crecimiento de plantas de origen natural elaborado para la aplicación al suelo, tratamiento de semillas botánicas y órganos de propagación vegetativa como estacas, tubérculos, bulbos, esquejes, plántulas (FARMEX, 2010).

3.4.1.1. Composición

Tabla 1. Composición química del Triggrr suelo

Composición	Cantidad
Citoquininas (como kinetina)	0,04 g/l
Elementos minerales	17,40 g/l
Materiales inertes	982,56 g/l

Fuente: (FARMEX, 2010).

3.4.1.2. Propiedades del Triggrr suelo

Además de citoquinina contiene compuestos que favorecen la dinámica del suelo, estimulando el desarrollo y la multiplicación de los microorganismos benéficos, y a su vez da lugar a la formación de grandes cantidades de humus que mejoran las características físico. Químicas y biológicas del suelo (estructura y la capacidad de intercambio catiónico).

En el tratamiento de semillas y otros órganos vegetativos, los elementos del Triggrr suelo penetran rápidamente a las células de los tejidos vigorizándolos y activando el proceso de división y multiplicación celular. Estas características le otorgan propiedades que favorecen el rompimiento de dormancia, vigorizar las plantas y acelerar la emergencia y el desarrollo de plántulas (FARMEX, 2010).

3.4.1.3. Modo de acción del Triggrr suelo

El principio de la formulación de Triggrr suelo, producen enzimas y hormonas vegetales; de modo que por la selección y formulación de clones élites de estos organismos benéficos (bacterias y vegetales superiores), se pueden producir grandes cantidades de los sistemas enzimáticos y hormonales deseados.

Las bacterias absorben y asimilan los alimentos más simples directamente a su organismo, pero como no todos los alimentos son de fácil absorción, ellas tienen que producir las enzimas u hormonas necesarias para transformar o reducir los nutrientes a esos estados más simples y poder asimilarlos y absorberlos directamente.

Con el avance de la biotecnología se puede desarrollar hasta cinco millones y medio de bacterias por mililitro y en condiciones de control muy riguroso, produciendo sus propias enzimas y hormonas cada una de ellas. Afectando el medio de cultivo durante la etapa de crecimiento vegetativo y reproducción, logrando una gran producción de sistemas enzimáticos y hormonales naturales y balanceados, de la misma naturaleza bioquímica de las plantas.

Lo señalado anteriormente, el Triggrr suelo tiene una gran afinidad con el sistema biológico del suelo, ya que aumenta la actividad de la

microflora benéfica y al ser absorbido por los tejidos vegetales acelera el desarrollo de la planta dando como resultado un notable aumento en el rendimiento y calidad de las cosechas (FARMEX, 2010).

3.4.1.4. Dosis de aplicación

La dosis de aplicación, cuando se realiza directo al suelo es de 1,0 a 20 litros/ha, puede hacerse en aspersión, drench y a través del sistema de riego. Para vigorizar las semillas y plántulas a la concentración de aplicación es de 1,0 % (1 litro por 100 litros de agua) (FARMEX, 2010).

3.4.1.5. Usos en la agricultura

Tabla 2. Tratamiento de semillas, esquejes y plántulas

Cultivos	Concentración	Tiempo de suspensión en minutos
Algodón (semilla)	200 ml/qq	Impregnación: 5
Ajo (bulbos)	1	1 a 2
Frijol (semilla)	100 ml/25 kg	Impregnación: 5

Fuente: (FARMEX, 2010).

3.4.1.6. Momento de aplicación

Triggrr suelo se emplea al momento de la siembra, antes y/o luego del trasplante, en aplicación directa al suelo, cuando se requiere fomentar una mayor colonización del suelo por las raíces o superar situaciones de estrés o desgaste (FARMEX, 2010).

Tabla 3. Momentos de aplicación del Triggrr suelo

Cultivo	l/ha	Momento de aplicación
	1,5	A la preparación del terreno
Algodón	1	Al momento de la siembra
	1	Después del desahijé o al primer aporque
Ajo	1	Al momento de la siembra
Papa	1	Al momento de la siembra con semilla brotada, antes de colocar la semilla
Espárrago	1	Después de 10 a 12 días terminada la cosecha
Tomate	1	Realizar la aplicación 15 días después del trasplante

Fuente: (FARMEX, 2010).

3.4.1.7. Compatibilidad

Triggrr suelo puede ser mezclado con muchos pesticidas y fertilizantes de uso común excepto con fertilizantes con alto contenido de fósforo. La formación de un precipitado que no se dispersa indica la incompatibilidad de los productos. Si hubiera dudas, mezcle cantidades proporcionales de Triggrr suelo y los otros componentes en un recipiente, agite la mezcla y deje reposar durante 15 minutos antes de su aplicación (FARMEX, 2010).

3.4.2 Cythor

Cythor es un regulador del crecimiento está compuesto por extracto de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*), con una alta concentración de citoquininas, presenta una alta actividad de división celular en los cultivos

promoviendo la floración, potenciando el amarre de frutos, el brotamiento de yemas laterales y la producción de frutos con buen calibre.

Cythor asimismo contiene micronutrientes en forma quelatada que actúan favorablemente en los procesos metabólicos promoviendo la fotosíntesis, regulando el crecimiento vegetativo, induciendo la floración, favoreciendo la calidad de la condición final de los frutos (Grupo Andina, 2015).

3.4.2.1. Composición química

Tabla 4. Composición química de Cythor

Composición	Cantidad
Citoquininas	12 g/l
Aditivos	c.s.p. 1 litro

Fuente: (Grupo Andina, 2015).

3.4.2.2. Sistema de preparación y aplicación

Se agrega la dosis requerida del Cythor en un recipiente con agua limpia de riego y agitar hasta que la mezcla quede homogénea, agregar al tanque de aplicación con la mitad del agua requerida, después agregar el resto del agua. El Cythor puede ser aplicado foliarmente, debe aplicarse diluido en agua a las dosis recomendadas y empleando la cantidad de agua necesaria para una completa y homogénea cobertura de los cultivos (Grupo Andina, 2015).

3.4.2.3. Recomendaciones de uso

Tabla 5. Recomendaciones de uso de Cythor

Cultivo	Recomendaciones	Dosis		P.C. días	L.M.P. ppm
		200 litros	l/ha		
Palto	Favorece el amarre de frutos. Aplicar al cuajado de los frutos	0,3	1,5 **	0	N.R *

L.M.R. : Límite Máximo de Residuos expresados en ppm

P.C. : Periodo de Carencia

*N.R. : No requerido

** El gasto de agua se hizo con dosis en l/ha

Fuente: (Grupo Andina, 2015).

3.4.2.4. Momento de aplicación de Cythor

Para lograr excelentes resultados se recomienda realizar por lo menos 2 aplicaciones con intervalos de 10 a 15 días dependiendo del periodo fenológico del cultivo.

3.4.2.5. Compatibilidad de Cythor

Es compatible con la mayoría de los plaguicidas agrícolas excepto con los oxidantes fuertes.

3.4.2.6. Fitotoxicidad de Cythor

No es fitotóxico para la planta a las dosis recomendadas (Grupo Andina, 2015).

3.4.3. Cyto-One

3.4.3.1. Inductor hormonal (Citoquininas)

Es un bioestimulante natural que regula el crecimiento de plantas, de origen natural de una forma biológica contiene aminoácidos y de sistemas enzimáticos enriquecidos con elementos menores esenciales que ejerce su acción sobre el metabolismo, crecimiento y aumento del rendimiento de los cultivos. Estimula la formación de órganos de reserva y la multiplicación celular. Retrasa el envejecimiento, al estimular la movilización de nutrientes y la síntesis de clorofila (Tecnoagro, 2015).

3.4.3.2. Composición química del cyto-one

Tabla 6. Composición química de cyto-one

Composición	Porcentaje
Regulador de crecimiento citonínico	0,12 %
Aminoácidos	1,50 %
Enzimas	1 %
Ácidos orgánicos y minerales inertes	97,38 %

Fuente: (Tecnoagro, 2015).

3.4.3.3. Beneficios del cyto-one

- Reduce la caída de flores y frutos
- Ayuda a incrementar la cantidad de frutos producidos por una mejor activación de las yemas de fructificación

- Ayuda a activar el metabolismo de la planta para producir aminoácidos
- Ayuda a romper la dormancia en yemas, semillas y embriones
- Incrementa la formación de raíces
- Promueve el desarrollo balanceado de la planta
- Incrementa la producción
- Crea el balance perfecto entre las citoquininas y auxinas
- Incrementa el número de brotes en los cultivos que tienen coronas
- Ayuda a que la planta incremente el número de activadores del metabolismo de la planta
- Facilita la producción de azúcares, proteínas, enzimas y ácidos orgánicos induciendo un mejor desarrollo de la planta (translocación).
- Reacciona con minerales quelatandolos y de esta forma la planta los puede absorber y utilizar con mayor eficiencia.
- Retrasa la degradación del fruto después de la cosecha (post cosecha) (Tecnoagro, 2015).

3.4.3.4. Usos y recomendaciones

Es importante que los cultivos a los que cyto-one es aplicado deben de tener un buen plan de fertilización a fin de poder lograr máximos beneficios vía foliar, después del trasplante o 15 días después de la germinación, al inicio de la brotación – floración y después del cuajado.

Tabla 7. Dosis y momentos de aplicación

Cultivo	Dosis			Momentos de aplicación
	x 20 l	x 200 l	x ha	
Ajo y cebolla	25-50	250-500	1-2	1° aplicación al inicio del engrosamiento del bulbo 2° aplicación 10 días después de la primera

Fuente: (Tecnoagro, 2015).

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Ubicación del campo experimental

La investigación se realizó en el Centro Experimental Agrícola III "Los Pichones" de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UNJBG, ubicada en el distrito, provincia y región de Tacna.

4.1.1. Ubicación geográfica

El centro experimental los pichones se encuentra ubicado a:

Latitud sur : 17° 39' 30"

Latitud oeste : 70° 14' 22"

Altitud : 560 msnm

4.2. Historia del campo experimental

Cultivos anteriores

Campaña 2016: cultivo de ají

4.3. Situación edáfica del campo experimental

Tabla 8. Análisis fisicoquímico del suelo del área experimental

CUALIDADES GENERALES		
Textura	F	Franco Arenoso
Arena	58,0	%
Limo	9,0	%
Arcilla	33,0	%
CALCÁREOS		
CaCO ₃	0	%
pH	5,31	
CE. (sales)	2,96	mS/cm
NUTRICIÓN PRINCIPAL		
Materia orgánica	0,36	%
N (total)	0,016	%
P	72,1	ppm
K	900	ppm
CIC.	9,6	meq/100
Ca ⁺⁺	4,04	meq/100
Mg ⁺⁺	0,79	meq/100
K ⁺	1,84	meq/100
Na ⁺	1,39	meq/100

Fuente: Laboratorio de Análisis Químicos y Servicios E.I.R.L. Arequipa – 2016.

El análisis de suelo, tabla 8, indica un pH de 5,31, que es clasificada como fuertemente ácido, el mejor pH para la mayoría de las plantas oscila entre 6,7 a 7,2, es decir Neutro. El pH influye especialmente sobre la disponibilidad de nutrientes (Fósforo, Potasio, Hierro, Cobre, Boro, etc.)

que hay en el suelo para que lo puedan tomar las raíces de las plantas a esto se llama solubilidad y todo depende del pH.

La Conductividad Eléctrica mide la cantidad total de sales solubles, la muestra ha sido clasificada como salino.

El Nitrógeno de 0,016 % es deficiente, el fósforo en la muestra fue de 72,1 ppm es excesivo, el potasio es de 900 ppm y es considerado muy alto.

La textura del suelo lo clasifica como franco arenoso: Siendo las características agrícolas de estos suelos en general, son adecuados para el desarrollo de diferente clase de cultivos y son suelos muy productivos si se los maneja correctamente. Su capacidad de retención de humedad es moderada y su riqueza en nutrientes en general es satisfactoria, variando el mismo de acuerdo a su contenido de arcilla y materia orgánica.

La CIC (Capacidad de Intercambio Catiónico) en la muestra de suelo fue baja, 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.

4.4. Situación climática

Tabla 9. Los datos fueron obtenidos de la estación meteorológica de SENAMHI – Tacna

Meses	Temperatura		Humedad Relativa (%)	Precipitación mm	Heliofania (h/s)
	Máxima	Mínima			
Octubre	25,00	12,00	73,60	0,00	9,90
Noviembre	27,00	13,00	70,00	0,00	9,90
Diciembre	28,00	13,00	66,80	1,60	8,30
Enero	26,50	16,50	66,80	0,30	6,60
Febrero	27,90	16,70	66,00	0,40	9,70
Marzo	27,00	15,60	70,50	0,00	9,80

Fuente: SENAMHI TACNA (2016-2017).

Los datos fueron obtenidos de la estación meteorológica de SENAMHI – Tacna y se presentan en la tabla 9, las temperaturas registradas durante la ejecución de la investigación están dentro de las temperaturas normales que necesita el cultivo para su crecimiento y desarrollo según Bravo (1987). Las temperaturas moderadamente altas entre 15 a 22 °C son adecuadas para un buen crecimiento vegetativo, una bulbificación y maduración del bulbo, temperaturas por debajo de los 15 °C los bulbos no desarrollan bien, la cebolla es foto periódica, siendo las variedades de días cortos que desarrollan el bulbo con 9 a 12 horas luz. Así mismo se señala que la cebolla es muy sensible a la humedad, los cambios bruscos ocasionan un agrietamiento en el bulbo, una vez que se inicia el crecimiento, la humedad debe mantenerse por encima del 60 %, el

exceso de humedad en la etapa final del cultivo influye negativamente en su conservación.

4.5. Material experimental

Como material experimental se utilizó cebolla roja variedad de Ilabaya, cuya semilla fue seleccionada en el anexo de Oconchay, distrito de Ilabaya, Provincia Jorge Basadre y los Fitorreguladores; Triggrr suelo, Cyt-hor, Cito-one.

4.6. Tratamientos en estudio

Los tratamientos en estudio fueron los siguientes fitorreguladores:

- T₀= Testigo.
- T₁= Triggrr suelo.
- T₂= Cyt-hor.
- T₃= Cito-one.

Tabla 10. Descripción de los tratamientos en estudio

Tratamientos	Dosis l/ha	Momentos de aplicación
T ₀	0	Sin aplicaciones
T ₁	1,00	Al momento del trasplante
T ₂	1,50	Desarrollo del bulbo
T ₃	1,20	1° al inicio del bulbeo 2° 15 días después de la 1ra aplicación

Fuente: Elaboración propia.

4.7. Variables en estudio

Las variables de respuesta fueron:

4.7.1. Longitud de planta (cm)

La medición se realizó desde la base hasta la punta de las hojas, en 15 plantas tomadas al azar por unidad experimental y marcadas previamente. Esta evaluación se ejecutó antes de la cosecha.

4.7.2. Diámetro ecuatorial de bulbo (cm)

Se evaluó al momento de la cosecha, tomando 15 muestras de cada unidad experimental, con la ayuda de un vernier.

4.7.3. Diámetro polar de bulbo (cm)

Se evaluó al momento de la cosecha, tomando 15 muestras de cada unidad experimental, con la ayuda de un vernier.

4.7.4. Rendimiento (kg ha^{-1})

Se realizó pesando el número total de los bulbos cosechados por unidad experimental, y se expresó en t/ha.

4.8. Diseño experimental

El diseño experimental fue bloques completos al azar (DBCA) con 4 tratamientos y 4 repeticiones.

4.9. Características del campo experimental

4.9.1. Características del campo experimental

Ancho: 24 m

Largo: 24 m

Área total: 576 m²

4.9.2. Características de los bloques

Largo: 24 m

Ancho: 6 m

Área total: 144 m²

Número de bloques: 4

4.9.3. Características de la unidad experimental

Largo: 6 m

Ancho: 6 m

Área total: 36 m²

Número de unidades experimentales: 16

Número de filas por unidad experimental: 8

Distancia entre surcos: 0,75 m

Distancia entre golpes: 0,10 m

4.10. Aleatorización del campo experimental

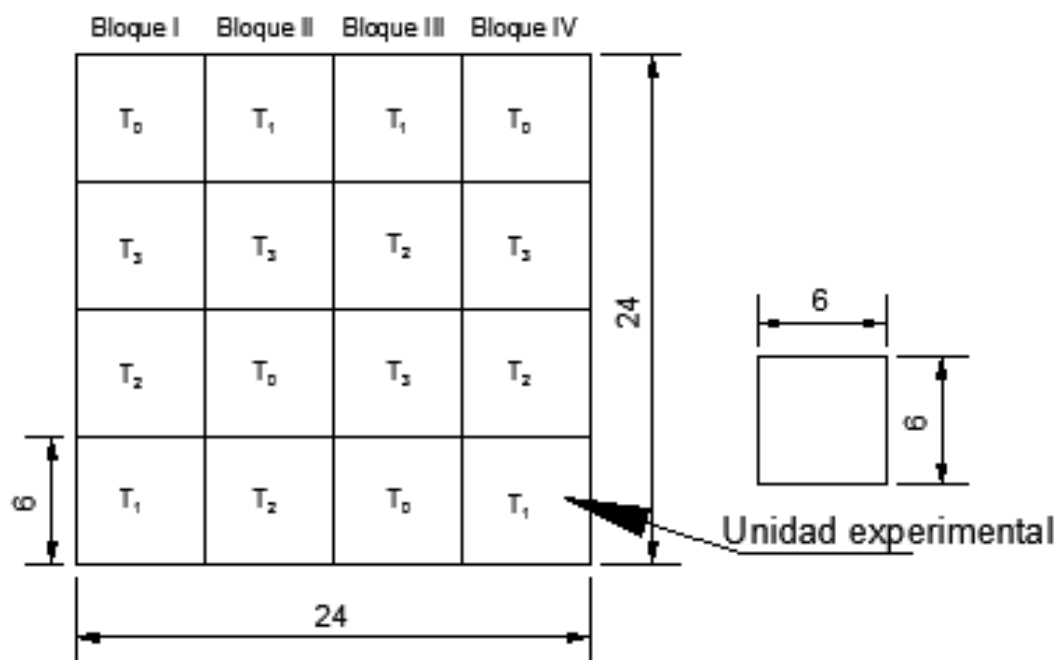


Figura 1. Croquis del campo experimental

Fuente: Elaboración propia.

4.11. Análisis estadístico

El análisis estadístico de resultados se realizó utilizando la técnica del análisis de varianza, la prueba estadística fue F a un nivel de significación de 0,05 y 0,01. Para comparar los tratamientos se utilizó la prueba de comparaciones de medias Tukey con un nivel de significación de 0,05.

4.12. Conducción del cultivo

4.12.1. Almácigo

La siembra se efectuó en surcos, provisto de riego por goteo, las mismas que fueron bien niveladas y se incorporó al suelo materia orgánica. Asimismo, se desinfectó el suelo y las semillas con Rhizolex, las semillas fueron distribuidas uniformemente a chorro continuo a razón de 10 g/m² aproximadamente. Esta labor se realizó en octubre del 2016.

4.12.2. Preparación de terreno:

La preparación del terreno se realizó 30 días antes del trasplante donde se removió el terreno de forma manual con ayuda de palas y picos abriendo surcos donde posteriormente se incorporó materia orgánica (estiércol de ovino) a razón de 20 t/ha. Finalmente se realizó el tapado y nivelación del terreno y se procedió a instalar la cinta de riego para

proveer de riegos y de esta manera facilitar la descomposición del estiércol. Esta labor se ejecutó en noviembre del año 2016.

4.12.3. Trasplante

Se realizó a los 50 días después de la siembra del almacigo, se usaron hoyadores para realizar los respectivos hoyos donde se trasplantaron las plántulas de cebolla roja var. Ilabaya a un distanciamiento entre plantas de 10 cm y entre surcos de 0,75 m.

4.12.4. Riegos

Se utilizó el riego por goteo manteniendo en capacidad de campo, para el normal desarrollo de la planta y según la etapa de crecimiento. Los riegos se realizaron de forma interdiaria, cada 2 días.

4.12.5. Deshierbos

Se realizaron cada 15 días esta operación se efectuó manualmente con la ayuda de una pala.

4.12.6. Fertilización

La fertilización se realizó en función del análisis del suelo, la materia orgánica juega un papel muy importante por lo que se aplicó de 20 t/ha.

Como fuente de N, P₂O₅, K₂O se utilizó urea, nitrato de amonio, fosfato diamónico y sulfato de potasio. La aplicación de los fertilizantes se realizó en tres fracciones:

Tabla 11. Fórmula de fertilización según lo que aporta el suelo

Descripción	Fórmula de fertilización		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Extrae el cultivo	100	90	100
Aporta el suelo	2	46,4	1 166,4
Fórmula de fertilización	100	40	30

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12. Momentos de aplicación de los fertilizantes en el cultivo de cebolla

Momentos de aplicación	Cantidad de fertilizantes (kg)		
	NH ₄ NO ₃	(NH ₄) ₂ HPO ₄	K ₂ SO ₄
En el trasplante	0	95	60
Primera aplicación	89	0	0
Segunda aplicación	89	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Al momento del trasplante se aplicó todo el fósforo y potasio. En la primera fertilización se aplicó la mitad del nitrógeno a los 30 días después del trasplante. En la segunda fertilización se aplicó la otra mitad de nitrógeno, a los 15 días después de la primera aplicación (ver tabla 12).

4.12.7. Aplicación de fitorreguladores

Según lo indicado en las etiquetas de los productos y el proyecto, se realizó de la siguiente manera (tabla 13).

Tabla 13. Aplicación de los tratamientos en estudio

Tratamiento	Dosis de aplicación	Momentos y formas de aplicación
Triggr suelo	1,00 litros/ha	Se aplicó directo al suelo, al momento del trasplante.
Cyt-hor	1,5 litros/ha	Se aplicó al suelo al inicio del desarrollo del bulbo.
Cyto-one	1,2 litros/ha	Primera aplicación: se aplicó al suelo al inicio del bulbeo. 2da aplicación: se aplicó al sistema radicular de la planta, 15 días después de la primera aplicación.

Fuente: Elaboración propia.

4.12.8. Control de Plagas y Enfermedades

Se tuvo mucho cuidado en el control de plagas (gusanos de tierra, y trips) y enfermedades (podredumbre blanca y el mildiu), se realizaron aplicaciones periódicas de pesticidas amigables con el medio ambiente.

4.12.9. Cosecha

Una semana antes de realizar la cosecha se realizó el tumbado cuando los bulbos estaban bien formados y las hojas con un 30 % dobladas y semisecas, la cosecha se efectuó a los 90 días después del trasplante, manualmente. El curado se realizó cuatro días después de la cosecha, y se procedió a tomar los datos de las variables en estudio.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1. Altura de planta (cm)

Tabla 14. Análisis de varianza para altura de planta de cebolla roja variedad llabaya

F de V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Bloque	18,72	3	6,24	0,84	0,51 ns
Tratamiento	135,10	3	45,03	6,03	0,02 *
Error	67,23	9	7,47		
Total	221,04	15			

CV= 5,43 % ns= no significativo *= significativo

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 14, el análisis de varianza indica que no se encontraron diferencias estadísticas entre bloques. Para los tratamientos existen diferencias estadísticas significativas, indicando que hay diferencias reales entre sus promedios de altura de planta con un 95 % de confiabilidad. El coeficiente de variación fue 5,43 % por lo que se puede considerar que los datos experimentales son confiables.

Tabla 15. Prueba de significación de Tukey de altura (cm), de planta de cebolla roja variedad Ilabaya

O. de mérito	Tratamiento	Promedios (cm)	Significación
1	Triggrr suelo	52,77	A
2	Cyt-hor	52,58	A
3	Cito-one	50,55	A b
4	Testigo	45,57	b

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 15, la prueba de significación Tukey de altura de planta indica que los tratamientos Triggrr suelo, Cyt-hor y Cito-one alcanzaron el mayor promedio con 52,77; 52,58 y 50,55 cm respectivamente, y son estadísticamente similares. El tratamiento que obtuvo el menor promedio fue el Testigo con 45,57 cm de altura de planta.

Rojas (2012), en su trabajo de investigación, efecto de los fitorreguladores en el rendimiento de cebolla roja variedad Ilabaya, obtuvo una altura de 57,52 cm utilizando el fitorregulador Biozyme, estos resultados son superiores a los obtenidos en la presente investigación. Asimismo, León (2015), en su investigación niveles de nitrógeno y fitorreguladores en el bulbeo de la cebolla roja variedad Ilabaya obtuvo un promedio de altura de planta de 47,39 cm con el bioestimulante Stimplex, este valor fue inferior al obtenido en la presente investigación.

En lo que se refiere a la altura de planta podemos concluir, que los fitorreguladores tienen una influencia en el crecimiento de las plantas, ya que sus promedios son variados, por lo tanto, la acción de los fitoreguladores en el cultivo es muy notoria, debido a que después de ser aplicados manifestaron cambios, los cuales se verificaron al analizar los resultados.

5.2. Diámetro polar de bulbo (cm)

Tabla 16. Análisis de varianza para diámetro polar de bulbo (cm), de cebolla roja variedad Ilabaya

F de V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	0,20	3	0,07	1,07	0,41 ns
Tratamiento	1,13	3	0,38	6,10	0,02 *
Error	0,56	9	0,06		
Total	1,89	15			

CV= 4,49 % ns= no significativo *= significativo

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 16, el análisis de varianza indica que no existen diferencias estadísticas entre bloques. Entre tratamientos se encontró diferencias estadísticas significativas. El coeficiente de variación fue de 4,49 % indicando que los datos experimentales son confiables.

Tabla 17. Prueba de significación de Tukey de diámetro polar (cm), de cebolla roja variedad Ilabaya

O. de merito	Tratamientos	Promedios	Significación
1	Cyt-hor	5,89	a
2	Trigrrr suelo	5,62	a b
3	Cito-one	5,51	a b
4	Testigo	5,15	b

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 17, la prueba de significación Tukey de diámetro polar de bulbo indica que los tratamientos Cyt-hor; Trigrrr suelo y Cito-one estadísticamente fueron similares con diámetro polar promedio de 5,89; 5,62 y 5,51 cm respectivamente. El tratamiento que obtuvo el menor promedio fue el Testigo con 5,15 cm.

Rojas (2012), en su trabajo de investigación, Efecto de los fitto reguladores en el rendimiento de cebolla roja variedad Ilabaya, obtuvo un diámetro polar de 8,22 cm, estos resultados son superiores a los obtenidos en la presente investigación. Asimismo, León (2015), en su investigación, el mayor diámetro de bulbo que obtuvo fue de 6,83 cm con el bioestimulante Stimplex, siendo superior al obtenido en la presente investigación.

5.3. Diámetro ecuatorial de bulbo (cm)

Tabla 18. Análisis de varianza para diámetro ecuatorial de bulbo (cm), de cebolla roja variedad Ilabaya

F de V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	0,33	3	0,11	0,50	0,69 ns
Tratamiento	3,87	3	1,29	5,95	0,02 *
Error	1,95	9	0,22		
Total	6,15	15			

CV= 6,67 % ns= no significativo *= significativo

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 18, el análisis de varianza de diámetro ecuatorial de bulbo indica que no se encontraron diferencias estadísticas entre bloques. Los tratamientos mostraron diferencias estadísticas significativas, El coeficiente de variación fue de 6,67 % indicando que los datos experimentales son confiables.

Tabla 19. Prueba de significación de Tukey de diámetro ecuatorial (cm), de cebolla roja variedad Ilabaya

O. de merito	Tratamientos	Promedios	Significación
1	Cyt-hor	7,54	A
2	Cito-one	7,15	A b
3	Triggrr suelo	7,02	A b
4	Testigo	6,19	b

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 19, la prueba de significación de Tukey de diámetro ecuatorial de bulbo indica que los tratamientos, Cyt-hor, Cito-one y Triggrr suelo, alcanzaron el mayor promedio con 7,54; 7,15 y 7,02 cm respectivamente, y estadísticamente similares en sus promedios. El tratamiento que obtuvo el menor promedio fue, el Testigo con 6,19 cm.

Rojas (2012) en su trabajo de investigación utilizando fitoreguladores en el rendimiento de cebolla roja variedad llabaya, obtuvo un promedio de 9,93 cm de diámetro ecuatorial de bulbo, estos resultados son superiores a los obtenidos en la presente investigación. Por otro lado, León (2015), en su investigación alcanzo un promedio de 5,97 cm de diámetro ecuatorial con el bioestimulante Stimplex, estos resultados son inferiores a los obtenidos en la actual investigación.

5.4. Rendimiento de bulbo ($t\ ha^{-1}$)

Tabla 20. Análisis de varianza para rendimiento de bulbo ($t\ ha^{-1}$), de cebolla roja variedad llabaya

F de V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	10,46	3	3,49	0,20	0,90 ns
Tratamiento	309,38	3	103,13	5,82	0,02 *
Error	159,34	9	17,70		
Total	479,18	15			

CV= 14,04 % ns= no significativo *= significativo

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 20, el análisis de varianza de rendimiento total ($t\ ha^{-1}$) indica que no existe diferencia significativa entre bloque. Los tratamientos presentaron diferencias estadísticas significativas, indicando que hay diferencias reales entre sus promedios de rendimiento total por hectárea. El coeficiente de variación fue 14,04 % considerando que los datos experimentales son confiables relativamente.

Tabla 21. Prueba de significación Tukey de rendimiento total ($t\ ha^{-1}$), de cebolla roja variedad llabaya

O. de mérito	Tratamientos	Promedios	Significación
1	Cyt-hor	35,33	a
2	Triggrr suelo	31,46	a b
3	Cito-one	29,95	a b
4	Testigo	23,16	b

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 21, la prueba de significación Tukey de rendimiento total, indica que los tratamientos Cyt-hor; Triggrr suelo y Cito-one alcanzaron el mayor promedio de rendimiento total con 35,33; 31,46 y 29,95 $t\ ha^{-1}$ respectivamente, siendo estadísticamente similares en sus promedios. El tratamiento que obtuvo el menor rendimiento por hectárea, fue el Testigo con 23,16 $t\ ha^{-1}$.

El efecto de los fitorreguladores en el cultivo de cebolla roja variedad llabaya es bastante notoria, debido que, después de su aplicación

manifestó cambios, los cuales se corroboraron al analizar los resultados de los rendimientos.

Rojas (2012), en su investigación titulada efecto de los fitoreguladores en el rendimiento de cebolla roja variedad llabaya alcanzó un rendimiento de 64,33 t ha⁻¹. Asimismo, León (2015), en su trabajo de tesis obtuvo un rendimiento promedio de 38,51 t ha⁻¹, estos resultados son superiores a los obtenidos en la presente investigación.

Según MINAGRI (2017) es importante señalar que Arequipa es una las principales regiones productoras de cebolla, principalmente en la Provincia de Camaná. El rendimiento promedio es de 30,397 kg/ha, estos rendimientos son inferiores a los obtenidos en la presente investigación.

Los fitoreguladores citocínicos sintéticos ofrecen un potencial para mejorar la producción y la calidad de las cosechas, son similares a las hormonas naturales de las plantas que regulan su crecimiento y desarrollo. Estos productos no nutricionales pueden reducir el uso de fertilizantes y la resistencia al stress causado por los factores climáticos y déficit hídrico (Padilla et al .1969).

CONCLUSIONES

1. Los fitorreguladores Cyt-hor, Triggrr suelo y Cyto-one con rendimientos promedios de 35,33; 31,46 y 29,95 t/ha de bulbo de cebolla roja variedad Ilabaya fueron los mejores.
2. En altura de planta, diámetro polar y ecuatorial de bulbo, los fitorreguladores Cyt-hor, Triggrr suelo y Cyto-one fueron los mejores en sus promedios.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar los fitorreguladores, Cyt-hor, Triggrr suelo y Cyto-one para obtener los mejores rendimientos de bulbo de cebolla roja variedad Ilabaya.
2. Realizar trabajos de investigación, en las zonas productoras de cebolla en la región, utilizando los mismos productos comerciales (fitorreguladores), con el fin de comparar los resultados, con los obtenidos en la presente investigación.
3. Realizar investigaciones aplicando estos fitorreguladores en dosis y frecuencias, para conocer su reacción y resultados, con la finalidad de comparar con los resultados obtenidos en esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, A., Gaviota, J., & Galmarini, C. (1993). *Producción de semilla de cebolla (Allium cepa L.)*. Mendoza, Argentina: Gráfico EEA.
- Alegria, W. (2016). *Texto básico para profesional en ingeniería forestal. En el área de fisiología vegetal*. Loreto, Perú: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Aljaro , A. (2001). *Almácigo, producción y selección de plantas y sistemas de plantación. Segundo curso/taller de cebollas*. Santiago, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación La Platina (INIA).
- Alvarez, H. J., Venegas, F. S., Chávez, V. A., & Zavala, S. L. (2011). *Uso de Fertilizantes Químicos en Cebolla (Allium cepa L.) en Apatzingán*. Michoacán, México: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Amaya, J. E., & Mendes, E. F. (2012). Crecimiento de cebolla (*Allium cepa* L.) var. "Roja Arequipeña" en función de la fertilización NxK. *Scientia Agropecuaria*, 07-14

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*. Tacna: (Tesis Título), Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

Azcon-Bieto, J., & Talon, M. (2003). *Fundamentos de fisiología vegetal*. Madrid: McGraw-Hill Interamericana.

Barcelo Coll, J., Nicolás Rodrigo, G., Sabater García, B., & Sánchez Tames, R. (2001). *Fisiología vegetal*. Madrid: Editorial Pirámide.

Barcelo, J. (2005). *Fisiología vegetal*. España: Pirámide.

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

Cerisola, C. (2015). *La Materia Orgánica Edáfica. Manejo y Conservación de Suelos*. México: Departamento de Ambiente y Recursos Naturales.

Cifuentes, R. (2006). *Estudio de la materia orgánica presente en los suelos*. Bucaramanga : Universidad Industrial de Santander Facultad de Ciencias Escuela de Química Especialización en Química Ambiental .

Coca, M. (2016). *Manual práctico en manejo de principales enfermedades de cultivos hortícolas en Bolivia*. Cochabamba, Bolivia: Talleres Gráficos KIPUS.

Corpeño, B. (2004). *Manual para la construcción y siembra de semilleros de cebolla*. Obtenido de Centro de Inversión, desarrollo y exportación de agro negocios.
<http://es.scribd.com/doc/52591967/manual-para-la-construccion-y-siembra-de-semilleros-de-cebolla#scribd>

Del Monte, R. (1997). *Preparación del suelo para el establecimiento del cultivo. Manual del cultivo de cebolla*. Mendoza, Argentina: Editorial Galmarini C.

Diaz , D. M. (2017). *Las Hormonas Vegetales en las Plantas. Serie Nutricion Vegetal*. Artículos Técnicos de INTAGRI(88), México. 4 p.

Fuentes, J. (1999). *El suelo y los fertilizantes*. Madrid: Mundi-Prensa.

Furlani, M. R., & Rivero, M. L. (1997). *Manejo postcosecha y control de calidad, manual del cultivo de cebolla*. Mendoza, Argentina: Editorial Galmarini C.

Galmarini, C. (2002). *Manual del cultivo dela cebolla*. Argentina: INTA Centro Regional Cuyo.

- García, F. J. (1997). *Biología y Botánica*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. Servicio de publicación.
- Gorini, J., & Gorini, I. (2013). *El Huerto: Guía práctica para el cultivo de las hortalizas*. España: TUTOR.
- Guerrero, A. (1996). *El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos*. Bilbao, España: Mundi-Prensa.
- Hill, T. A. (1994). *Hormonas reguladoras del crecimiento vegetal*. Barcelona: Editorial Omega.
- Honorato, R. (1999). *Manual de edafología*. Santiago, Chile: Universitaria, Tercera Edición.
- Laguna, T., & Lopez, J. (2004). *Manejo Integrado de Plagas, Cultivo de cebolla*. Managua: Comercial La Prensa.
- Lardizabal, R. (2007). *Manual de producción, El cultivo de la cebolla*. Honduras: Entrenamiento y Desarrollo de Agricultores.
- Latorre, B. (2010). *Plagas de las hortalizas*. Santiago, Chile: Manual de manejo integrado ONU-FAO.

León, S. S. (2015). *Niveles de nitrógeno y fitorreguladores en el bulbo de cebolla (Allium cepa L.) cultivar roja Ilabaya*. (Tesis Título). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna.

Maeso, D. (2005). *Enfermedades del cultivo de cebolla*. Santiago, Chile: Tecnología para la producción de cebolla.

Maroto, J. V. (2002). *Horticultura herbácea especial*. España: Mundi-Prensa.

Mata, V. H., Patishtan, P. J., Vazquez, G. E., & Ramirez, M. M. (2011). *Fertirrigación del Cultivo de Cebolla con Riego por Goteo en el Sur de Tamaulipas*. México: INIFAP.

Maximov, N. (1995). *Fisiología vegetal*. Buenos Aires: Editorial Trillas.

Medina, J. (2008). *Guía técnica de la cebolla*. Santo Domingo: Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF).

Mendoza, A. (2015). *Manejo agronómico del cultivo de cebolla (Allium cepa L.) var. Camaneja en Truz bajo- Chepen, la Libertad*. La Libertad: Tesis (Título), Universidad Nacional de Trujillo.

MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). (2012). *Condiciones Agroclimáticas del cultivo de cebolla* . Lima, Perú: Dirección Regional de Competitividad Agraria.

MINAGRI. (2013). *Principales aspectos agroeconómicos de la cadena productiva de la cebolla*. Lima, Perú: Ministerio de Agricultura y Riego.

Montas, F. (1991). *Guía del cultivo de cebolla*. Santo Domingo: Fundación de Desarrollo Agropecuario.

Montes, A., & Halle, M. (1990). *El cultivo de las amarilidáceas, cebolla, ajo y puerro*. Honduras: El Zamorano. Escuela Agrícola Panamericana.

Ott, S. (2010). *Manual de cultivo de hortalizas*. España: OMEGA.

Pardo , J. A. (2000). *Fisiología vegetal*. Colombia: UNAD.

Pérez, F., & Martines-Laborde, J. B. (1994). *Introducción a la fisiología vegetal*. Madrid: Mundi-Prensa.

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

Rodriguez, M. T. (1993). *Fisiología vegetal experimental*. México: Editorial Trillas.

Rojas G., M. (1993). *Fisiología vegetal aplicada*. México D.F: Editorial Interamericana McGraw Hill.

Rojas G., M., & Ramirez, H. (1990). *Control hormonal del desarrollo de las plantas*. México D.F: Editorial LIMUSA.

Rojas, D. N. (2012). *Efecto de los Fitorreguladores en el rendimiento de cebolla roja ecotipo Ilabaya (Allium cepa L.) en el distrito de Ilabaya, provinvia Jorgr Basadre*. Tesis (Título). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna.

Rosello, J. (1998). *Biología y Botánica*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. Servicio de publicación.

Rosello, J., & Santamarina , P. (2012). *Anatomía y Morfología de las Plantas Superiores*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

Saldivar, L. (1994). *Fisiología vegetal* . México: Editorial Trillas.

Salisbury, F. B., & Ross, C. W. (1994). *Fisiología vegetal*. México D.F: Editorial Iberoamérica.

Sanchez, R. M., & Pezzola, N. A. (2011). *Riego por goteo en el cultivo de cebolla*. Villa Cuauhtemoc, Tamaulipas: Instituto Nacional de investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Las Huastecas.

Taiz, L., & Zeiger, E. (2006). *Fisiología vegetal*. España: Universitat Jaume I.

Weaver, R. J. (1996). *Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura*. México: Editorial Trillas.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de suelo del campo experimental

INFORME DE ENSAYO N° 018 – 05 – SUE – 2016

ANÁLISIS DE SUELO

1. INFORMACIÓN PRELIMINAR

SOLICITANTE : DIANNE AMELIA CASAS CHOQUE
DIRECCIÓN : Centro Experimental Agrícola III “Los Pichones” de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.
TIPO DE MUESTRA : SUELO
SERVICIO SOLICITADO : ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELO
CÓDIGO REGISTR. LABORATORIO : M-1 = 454
LUGAR DE MUESTREO : C. Experimental Agrícola III “Los Pichones”.
CULTIVO ANTERIOR : Ají Panca
CULTIVO A ESTABLECER : Cebolla
SISTEMA DE RIEGO : Goteo
FECHA DE MUESTREO : 10 de noviembre del 2016
PRESENTACIÓN : 01 bolsa de plástico con 1,0 Kg. de muestra aprox.
FECHA DE RECEPCIÓN : 14 de noviembre del 2016
FECHA ENTREGA RESULTADO : 19 de Noviembre del 2016

II.-RESULTADO ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN EN SUELOS

Cod. Lab.	ANÁLISIS MECÁNICO				ANÁLISIS QUÍMICO					ELEMENTOS DISPONIBLES	
	Arena %	Arcilla %	Limo %	Clase Textural	CO ₃ C a %	Ph	C.E. mS/cm	Mat. Org. %	Nitró g. % N.	Fósforo ppm P	Potasio ppm K
454	58,0	9,0	33,0	Franco Arenoso	0,0	5,31	2,96	0,36	0,016	72,1	900

Abreviaturas: C.E.= Conductividad Eléctrica mS/cm= milisiemens por cm= mmho por cm
 %=Porcentaje ppm=partes por millón pH y C.E.= extracto/ suelo 1 : 2,5 CO₃Ca = Carbonato de Calcio

Cod. Lab.	CAPACIDAD DE INTERCAMBIO DE CATIONES CAMBIABLES					CIC Capacidad de Intercambio Catiónico meq/100 gs	PSI Porcentaje de Sodio Intercambiable %	Saturación de Bases %
	Ca ⁺⁺ meq/100 gs	Mg ⁺⁺ meq/100 gs	K ⁺ meq/100gs	Na ⁺ meq/100 gs	Acidez Cambiable H ⁺ +Al ⁺⁺⁺			
454	4,04	0,79	1,84	1,39	1,54	9,6	14,48	83,96

Abreviaturas: CIC= Capacidad de Intercambio Catiónico meq/100gs= miliequivalentes x 100 g de suelo

PSI=Porcentaje de Sodio Intercambiable

III. INTERPRETACIÓN DE LOS ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN

Abreviaturas:

Lig. Sódico = Ligeramente Sódico

PROHIBIDA DE REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE INFORME
 VÁLIDO SOLO PARA LA MUESTRA ANALIZADA

Fuente: Laboratorio de análisis y servicios E.I.R.L. Arequipa 2016

Anexo 2. Datos originales de altura de planta, cultivo de cebolla var. Roja Ilabaya

Tratamiento	Bloque				Prom
	I	II	III	IV	
Testigo	45,78	48,09	42,89	45,50	45,56
Triggrr	53,99	47,27	54,29	55,53	52,77
Cyt-hor	53,42	49,15	55,29	52,47	52,58
Cito-one	50,34	50,31	48,46	53,08	50,54

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3. Datos originales de diámetro polar de bulbo, cebolla var. Roja Ilabaya

Tratamiento	Bloque				Prom
	I	II	III	IV	
Testigo	5,17	5,17	5,11	5,15	5,15
Triggrr	5,81	5,21	5,72	5,72	5,61
Cyt-hor	5,62	6,10	5,74	6,11	5,89
Cito-one	5,71	5,38	5,09	5,84	5,50

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4. Datos originales de diámetro ecuatorial de bulbo, var. Roja Ilabaya

Tratamiento	Bloque				Prom
	I	II	III	IV	
Testigo	6,41	6,48	5,99	5,89	6,19
Triggrr	7,22	6,08	7,66	7,13	7,02
Cyt-hor	7,53	7,13	7,67	7,84	7,54
Cito-one	7,36	7,30	6,61	7,34	7,15

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5. Datos originales de rendimiento total, var. Roja llabaya

Tratamiento	Bloque				Prom
	I	II	III	IV	
Testigo	18,69	26,92	27,14	9,89	20,66
Trigrr	35,22	16,47	31,14	29,00	27,96
Cyt-hor	28,92	28,44	31,22	32,75	30,33
Cito-one	24,75	26,81	17,33	24,89	23,44

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 6. Panel fotográfico

1. Conducción del experimento en campo



Fotografía 01: Almácigo de cebolla roja var. Ilabaya

Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 02: preparación del terreno

Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 03: trasplante a campo definitivo

Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 04: control fitosanitario

Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 05: riegos

Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 06: aplicación de tratamientos

Fuente: Elaboración propia.

2. Observación del desarrollo del cultivo en campo



Fotografía 07: observación del campo 20 días después del trasplante

Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 08: observación del campo a los 45 días después del trasplante

Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 09: vista del campo a los 60 días después del trasplante

Fuente: Elaboración propia.

3. Maduración del bulbo de cebolla roja var. Ilabaya



Fotografía 10 y 11: bulbos maduros 100 días después del trasplante y tumbado

Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 12: arrancado y curado del bulbo de cebolla var. Ilabaya

Fuente: Elaboración propia.

4. Cosecha de tratamientos en estudio



Fotografía 13: observación del testigo, sin aplicación de fitorreguladores

Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 14: observación del tratamiento 1

Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 15: observación del tratamiento 2

Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 16: observación del tratamiento 3

Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 17: toma de datos. (Diámetro ecuatorial del bulbo)

Fuente: Elaboración propia.