

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

**Escuela Profesional de Agronomía**

**EFEECTO DEL BIOESTIMULANTE KELPAK EN EL PROCESO  
DE TUBERIZACIÓN Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO  
DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) BAJO  
CONDICIONES DEL VALLE VIEJO  
DE TACNA**

**TESIS**

**Presentada por:**

**Bach. MANUEL OSWALDO VILLEGAS AROCUTIPA**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TACNA - PERÚ**

**2016**

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

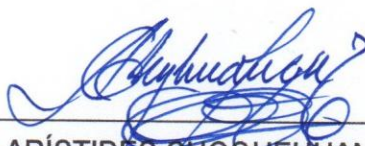
**Escuela Profesional de Agronomía**

**TESIS**

**EFFECTO DEL BIOESTIMULANTE KELPAK EN EL PROCESO  
DE TUBERIZACIÓN Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO  
DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) BAJO  
CONDICIONES DEL VALLE VIEJO  
DE TACNA**

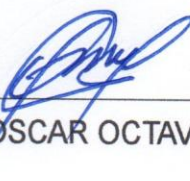
TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 30 DE MARZO DEL 2016,  
SIENDO EL JURADO CALIFICADOR:

PRESIDENTE:



\_\_\_\_\_  
MSc. ARÍSTIDES CHOQUEHUANCA TINTAYA

SECRETARIO:



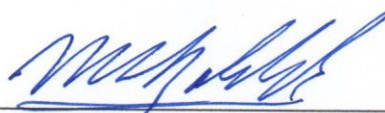
\_\_\_\_\_  
DR. OSCAR OCTAVIO FERNÁNDEZ CUTIRE

VOCAL:



\_\_\_\_\_  
Mgr. VIRGILIO SIMÓN VILDOSO GONZALES

ASESOR:



\_\_\_\_\_  
MSc. MAGNO SANTOS ROBLES TELLO

## DEDICATORIA

*A mis padres Oswaldo y Teresa*

*A los que quiero mucho*

*Que me brindaron su apoyo incondicional*

*Para que tenga una profesión.*

*A mi novia Julianna por su apoyo*

*y aliento diario para lograr*

*Mi título profesional*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco infinitamente a Dios, por darme una oportunidad en este universo, por los desafíos constantes y momentos felices, por darme muchas cosas bellas de su creación.

Agradezco a mi asesor MSc. Magno Santos Robles Tello por su apoyo incondicional durante la elaboración y ejecución de mi proyecto de tesis.

A mis jurados; MSc. Arístides Choquehuanca Tintaya, Dr. Oscar Octavio Fernández Cutire, Mgr. Virgilio Simon Vildoso Gonzales, por sus recomendaciones.

A mis profesores de la escuela de agronomía, que con sus enseñanzas y sabiduría logre desarrollarme profesionalmente para aportar un poco de ciencia a la sociedad.

A mis compañeros y amigos de estudio, con los que recorrí el mismo camino.

## INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iv
INDICE DE CONTENIDO .....	iv
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT .....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>3</b>
1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.2. Formulación y sistematización del problema .....	5
1.2.1. Problema general.....	5
1.2.2. Problema específico.....	5
1.3. Delimitación de la investigación.....	6
1.4. Justificación.....	6
1.5. Limitaciones .....	8
<b>CAPÍTULO II: OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....</b>	<b>9</b>
2.1. Objetivos .....	9
2.1.1. Objetivo general .....	9
2.1.2. Objetivos específicos.....	9
2.2 Hipótesis .....	9

2.2.1. Hipótesis general.....	9
2.2.2. Hipótesis específica .....	10
2.3. Variables .....	10
<b>CAPÍTULO III: FUNDAMENTACION TEORICA .....</b>	<b>12</b>
3.1. Conceptos generales y definiciones .....	12
3.1.1. Origen.....	12
3.1.2. Botánica.....	12
3.1.3. Morfología.....	13
3.1.4. Fisiología de la papa.....	14
3.1.5. Fisiología de crecimiento y tuberización.....	15
3.1.6. Crecimiento de la raíz. ....	16
3.1.7. Crecimiento aéreo de la planta. ....	17
3.1.8. Crecimiento de estolones.....	17
3.1.9. Tuberización. ....	17
3.1.10. Requerimientos ambientales.....	20
3.1.11. Fertilización.....	22
3.2. Enfoques Teóricos – Técnicos .....	22
3.2.1. Bioestimulantes .....	22
3.2.2. Auxinas.....	27
3.2.3. Giberelinas.....	28
3.2.4. Citocininas .....	30

3.2.5. Importancia de los Bioestimulantes.....	31
3.2.6. Ácidos húmicos.....	32
3.2.7. Ácidos fúlvicos .....	32
3.2.8. Ácido Giberélico:.....	35
3.3. Marco Referencial .....	38
<b>CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>45</b>
4.1. Tipo de investigación.....	45
4.2. Población y muestra .....	45
4.3. Materiales y métodos .....	45
4.3.1. Material experimental.....	45
4.3.2. Características edáficas.....	48
4.3.3. Datos climáticos.....	49
4.3.4 Tratamientos .....	50
4.3.5. Características del Campo Experimental .....	50
4.3.6. Diseño experimental .....	52
4.3.7. Análisis estadístico .....	52
4.3.8. Variables de respuesta: .....	52
4.3.9. Conducción del experimento.....	54
<b>CAPÍTULO V: TRATAMIENTOS DE LOS RESULTADOS .....</b>	<b>58</b>
5.1. Técnicas aplicadas en la recolección de la información .....	58
5.2. Instrumentos de medición .....	58

5.3. Resultados y discusión.....	59
5.3.1. Días a la floración .....	59
5.3.2. Altura de planta.....	62
5.3.3. Numero de tubérculos.....	68
5.3.4. Diámetro de tubérculos .....	71
5.3.5. Peso de tubérculos .....	74
5.3.6. Rendimiento.....	77
CONCLUSIONES .....	82
RECOMENDACIONES.....	83
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	83
ANEXOS .....	89

## ÍNDICE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de variables.	11
Tabla 2: Análisis físico - químico del suelo.	48
Tabla 3: Temperaturas registradas en el campo experimental.	49
Tabla 4: Aleatorización Tratamientos en el campo experimental.	51
Tabla 5: Análisis de varianza de días a la floración.	59
Tabla 6: Prueba de rango múltiple de Duncan de días a la floración.	60
Tabla 7: Análisis de varianza de altura de planta a los 60 días.	62
Tabla 8: Prueba de significancia de Duncan de altura de planta a los 60 días.	63
Tabla 9: Análisis de varianza de altura de planta a los 90 días.	65
Tabla 10: Prueba de significancia de Duncan de altura de planta a los 90 días.	66
Tabla 11: Análisis de varianza de número de tubérculos.	68
Tabla 12: Prueba de significancia de Duncan de número de tubérculos.	69
Tabla 13: Análisis de varianza de diámetros del tubérculo.	71
Tabla 14: Prueba de significancia de Duncan de diámetro del tubérculo.	72
Tabla 15: Análisis de varianza de peso del tubérculo	74

Tabla 16: Prueba de significancia de Duncan de peso del tubérculo (g)	75
Tabla 17: Análisis de varianza del rendimiento (t/ha).	77
Tabla 18: Prueba de significancia de Duncan del rendimiento (t/ha).	78

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Regresión lineal días a la floración vs dosis kelpak.	61
Figura 2: Regresión lineal altura de planta vs dosis kelpak.	64
Figura 3: Regresión lineal altura de planta a los 90 días vs dosis Kelpak.	67
Figura 4: Regresión lineal número de tubérculos vs dosis kelpak.	70
Figura 5: Regresión lineal diámetro del tubérculo vs dosis kelpak.	73
Figura 6: Regresión lineal peso de tubérculos vs dosis kelpak.	74
Figura 7: Regresión lineal rendimiento de tubérculos vs dosis kelpak.	81

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Efecto del bioestimulante Kelpak en el proceso de tuberización y rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo condiciones del Valle Viejo de Tacna” se realizó en el Valle Viejo ubicado en el Distrito, Provincia y Región Tacna, desde el mes de agosto hasta noviembre 2015, se utilizaron tratamientos a base del bioestimulante Kelpak que fueron: 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 l/ha y un tratamiento testigo sin aplicación, para lograr el mayor rendimiento. El diseño experimental utilizado fue el de Bloques Completos al Azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. El área de experimental fue de 20 x 24 m teniendo un área total de 480 m<sup>2</sup> y la unidad experimental fue de 24 m<sup>2</sup>. Para el análisis de datos se empleó el análisis de varianza y la prueba de significación de Duncan, los resultados demostraron lo siguiente: El mayor rendimiento se obtuvo con 3,0 l/ha con un promedio de 47,147 t/ha. Seguido de 2,5 l/ha con un promedio de 39,985 t/ha.

**Palabras clave:** Bioestimulante, kelpak, tuberización, papa, rendimiento.

## **ABSTRACT**

This research paper entitled "Effect of biostimulant Kelpak in the process of tuberization and potato crop yield (*Solanum tuberosum* L.) under conditions of Old Valley Tacna" was held in the old valley located in the District, Province and Region Tacna, from August to November 2015, based on the biostimulant treatments that were used Kelpak: 1.5; 2.0; 2.5; 3.0 l/ha and a control treatment without application, to achieve higher performance. The experimental design was randomized complete blocks with five treatments and four repetitions. The experimental area was 20 x 24 m having a total area of 480 m<sup>2</sup> and the experimental unit was 24 m<sup>2</sup>. For data analysis and analysis of variance test was used Duncan significance of the results showed: The highest yield was obtained with 3.0 l/ha with an average of 47,147 t/ha. Followed by 2.5 l/ha with an average of 39,985 t/ha.

**Keywords:** Biostimulant, Kelpak, tuber, potato yield.

## INTRODUCCIÓN

La papa es el tercer cultivo alimenticio luego del arroz y del trigo. El tubérculo de papa es importante fuente de carbohidratos (almidón), proteínas de alta calidad, vitamina C y minerales. La papa es un alimento tradicional de la dieta de los peruanos y se consumen cerca de 60 kg/per cápita/año. La papa es un importante alimento agrícola, que se cultiva como fuente de carbohidratos y para fines industriales. Tiene la capacidad de producir más energía y proteína que cualquier otro cultivo, debido a sus altos rendimientos por hectárea. La composición química de la papa varía con la variedad, el tipo de suelo, las prácticas culturales, la madurez y las condiciones de almacenamiento. La composición físico - química aporta criterios fundamentales para definir los posibles usos industriales de las diferentes variedades cultivadas y para dirigir el trabajo del fitomejorador, interesado en crear variedades que satisfagan necesidades específicas de la industria y del consumidor.

Actualmente existen en el mercado una diversidad de bioestimulantes, sustancias que contribuyen a reducir el estrés causado por las condiciones ambientales o por el ataque de enfermedades como la racha (*Phytophthora infestans*), permitiendo su recuperación y

manteniendo los niveles de rendimiento acordes con el desarrollo de la planta, constituyéndose en una alternativa de ayuda para los cultivos de papa. La investigación consta de los siguientes capítulos. El primer capítulo: contiene el problema de investigación, se definió la pregunta de investigación en la sistematización y formulación del problema, la delimitación del problema, también contiene sus limitaciones y la justificación. El segundo capítulo consta del objetivo general, hipótesis y variables con sus respectivos indicadores y la operacionalización de las variables. El tercer capítulo: Contiene el marco teórico conceptual donde se desarrolla los conceptos generales y definiciones, los enfoques teóricos - técnico donde se detalló las herramientas teóricas y básicas para la realización de la investigación y el marco referencial. El capítulo cuatro: Desarrolla la metodología de la investigación destacando el tipo de investigación, la población, se describió la metodología aplicada en la investigación, se definió el tipo de investigación, tamaño de muestra. El quinto y último capítulo presenta el tratamiento de los resultados y las discusiones. Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones también las referencias bibliográficas consultadas y los anexos de las evaluaciones realizadas.

## **CAPÍTULO I**

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

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

Uno de los principales problemas de los productores de la zona son los bajos rendimientos obtenidos por cosecha y el uso de fertilizantes en forma inadecuada en el cultivo, lo que les impide disponer de producciones óptimas que les permita mejorar su calidad de vida, teniendo en la actualidad una agricultura de subsistencia. La cantidad por utilizar de estos insumos, depende de los objetivos de la siembra: autoconsumo, mercado, procesamiento o semilla, en los cuales influyen las condiciones climáticas, el tipo de suelo y la variedad.

En la actualidad el rendimiento promedio en la región es de 18 t/ha con una superficie cosechada de 135 hectáreas, lo que nos da una producción de 2430 toneladas. Cabe señalar que este rendimiento están por debajo de los rendimiento de Huánuco 22 t/ha (Ministerio de Agricultura, 2014).

En la mayoría de las zonas de producción, la baja fertilidad de los suelos es uno de los factores que limita la producción de papa, considerando que las estrategias de fertilización del cultivo de la papa deben concebirse en base a las condiciones de fertilidad de los suelos de las zonas de producción y de los sistemas de producción manejados por los agricultores. Ya que carecen de conocimiento acerca de la correcta rotación de cultivos, así como la incorporación de enmiendas orgánicas y un manejo agronómico adecuado, que permita un eficiente control de plagas y enfermedades durante el ciclo de vida del cultivo, lo que se traducen en un mejor rendimiento por cosecha en beneficio directo de la economía del agricultor.

En los últimos años y a causa de hacer más eficiente los sistemas productivos, distintas industrias agroquímicas han dispuesto en el mercado complejos nutritivos que contienen micronutrientes, aminoácidos, extractos vegetales y/o hormonas de crecimiento, los cuales se han denominado “promotores de crecimiento o bioestimulantes”.

Estos interesantes productos, tienen como cualidades, estimular a las plantas hormonalmente, promover el desarrollo radicular, resistencia a

enfermedades, estimulación del desarrollo vegetativo, translocación de nutrientes y por consiguiente aumentos en el rendimiento.

En tal sentido el uso de los bioestimulantes en el cultivo de papa es una alternativa a incrementar la producción de tubérculos y mejorar la economía del productor.

## **1.2. Formulación y sistematización del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál será el efecto de 4 dosis del bioestimulante KELPAK En el rendimiento de la variedad de papa, variedad única? En la campaña agrícola 2015.

### **1.2.2. Problema específico**

¿Cuál será la mejor dosis del bioestimulante KELPAK en el rendimiento del cultivo de papa?

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

La presente investigación se realizó desde el mes de agosto hasta noviembre 2015, en el Valle Viejo ubicado en la Provincia de la Región Tacna, cuyas coordenadas geográficas son:

Latitud : 18°00'47.17"S

Longitud : 70°14'19.96"O

Altitud : 602 msnm

### **1.4. Justificación**

La papa (*Solanum tuberosum* L.), originaria de los Andes del Perú, posee una impresionante diversidad genética en formas, colores y usos; su gran capacidad de adaptación le ha permitido diseminarse por todo el mundo y en diversidad de zonas agroecológicas, constituyéndose en uno de los principales rengones económicos dentro de la producción agrícola del país, pues es un producto cotidiano en la dieta alimenticia, que lo ubica como uno de los cultivos más importantes de nuestro país y en el mundo.

Actualmente en el Perú, es el principal cultivo del país en superficie sembrada y representa el 25 % del PBI agropecuario. Es la base de la alimentación de la zona andina y es producido por más de 600 mil

pequeñas unidades agrarias. La papa es un cultivo competitivo del trigo y arroz en la dieta alimentaria. Es un producto que contiene en 100 gramos; 78 g de humedad; 18,5 g de almidón y es rico en potasio 560 mg y vitamina C 20 mg respectivamente.

La papa es el cuarto principal producto alimenticio en el mundo, después del trigo, el arroz y el maíz. El Perú ocupa el lugar número 23 entre los principales países productores de papa, participando con 0,7 % de la producción mundial, estimada en 290 millones de toneladas al año (promedio del periodo 1995-2005). La producción de los cinco primeros productores representa 51,7 % de la producción mundial. Los principales países productores son: China 16,7 %; Federación Rusa 12,3 %; Polonia 9,1 %; Estados Unidos 7,1 % e India 6,4 % respectivamente.

El punto más importante para un buen manejo del cultivo de papa es la nutrición de la planta. La nutrición mineral ha tenido un impacto importante en el desarrollo de la agricultura moderna, ha sido una herramienta necesaria para comprender la fisiología de las plantas.

Actualmente existen en el mercado una diversidad de bioestimulantes, sustancias que contribuyen a reducir el estrés causado

por las condiciones ambientales, permitiendo su recuperación y manteniendo los niveles de rendimiento acordes con el desarrollo de la planta, constituyéndose en una alternativa de ayuda para los cultivos de papa. Con estos antecedentes, la ejecución del presente trabajo de investigación, permitirá a los agricultores de la zona contar con nuevas alternativas tecnológicas para el desarrollo del cultivo. Con la presente investigación se beneficiaran todos los productores de papa del ámbito de influencia, la Región Tacna.

#### **1.5. Limitaciones**

- No existen antecedentes de investigación en la zona de estudio,
- El recurso financiero fue asumido por el investigador.

## **CAPÍTULO II**

### **OBJETIVOS E HIPÓTESIS**

#### **2.1. Objetivos**

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

Evaluar la influencia de 5 dosis del bioestimulante KELPAK En el rendimiento de la variedad de papa, variedad única en la campaña agrícola 2015.

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

Determinar la mejor dosis del bioestimulante KELPAK en el rendimiento del cultivo de papa.

#### **2.2 Hipótesis**

##### **2.2.1. Hipótesis general**

La aplicación del bioestimulante KELPAK en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), permitirá incrementar en forma significativa su rendimiento en el valle viejo.

### **2.2.2. Hipótesis específica**

Existe una dosis del bioestimulante KELPAK para lograr el mayor rendimiento en el cultivo de papa

### **2.3. Variables**

**Variable dependiente Y:** Rendimiento

**Variables independientes X:** dosis del bioestimulante

- Sin aplicación
- 1,5 l/ha
- 2,0 l/ha
- 2,5 l/ha
- 3,0 l/ha

### 2.3.1. Operacionalización de las variables

**Tabla 1.** Operacionalización de variables.

<b>Variable</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>
Variable dependiente Y Rendimiento	Días a la floración	Nº
	Altura de planta a 30 y 60 días	cm
	Número de tubérculos por calibre	Nº
	Diámetro del tubérculo	cm
	Peso de tubérculos	kg
	Rendimiento	t/ha
Variable independiente X Bioestimulantes	Dosis del Bioestimulante	Sin aplicación
		1,5 l/ha
		2,0 l/ha
		2,5 l/ha
		3,0 l/ha

Fuente: Elaboración propia

## **CAPÍTULO III**

### **FUNDAMENTACION TEORICA**

#### **3.1. Conceptos generales y definiciones**

##### **3.1.1. Origen**

La papa (*Solanum tuberosum* L.), es una planta tetraploide altamente heterocigótica originaria de América del Sur; ocupa el primer lugar en la producción mundial de cultivos de raíces y tubérculos siendo el cuarto alimento más importante a nivel mundial, superada solamente por el arroz, el trigo y el maíz. (Chávez, 1995).

##### **3.1.2. Botánica**

###### **3.1.2.1. Taxonomía**

Reino: Vegetal

División: Angiospermas.

Clase: Dicotiledóneas.

Orden: Solanales.

Sub-Orden: Solaninae

Familia: Solanaceae.

Sub-Familia: Solanoideae

Tribu: Solanae

Género: Solanum.

Sub-Genero: Petatoe.

Especie: *Solanum tuberosum* L.

### 3.1.3. Morfología

La papa es una planta dicotiledónea, herbácea, anual, pero puede considerarse como perenne potencial debido a su capacidad de reproducirse vegetativamente por medio de tubérculos. (Huamán, 1980).

Los tallos son aéreos de color verde, marrón rojizo o morado con ramificaciones. Las hojas son imparipinnadas, con foliolos laterales primarios, secundarios y terciarios. Las flores son hermafrodita de color blanco, azul, rojo, o morado, etc. Las flores, que pueden ser blancas, rosadas o púrpuras, son de tamaño mediano presentando aproximadamente 2 cm de diámetro; son pentámeras, poseen cáliz gamosépalo, corola entera, ovario bilocular, estilo y estigma simples y cinco estambres, Las flores son autógamas y se encuentran agrupadas en racimos terminales que conforman una inflorescencia cimosa; en cada

tallo se presenta una sola inflorescencia, la cual puede presentar entre 5 y 15 flores.

Los estolones son tallos laterales que crecen horizontalmente y es ahí donde comienza el llenado del tubérculo en la parte apical de éste.

El tubérculo toma diferentes formas que varía entre redonda, ovalada y oblonga, los ojos se distribuyen siguiendo un espiral y el color de la piel puede variar entre blanco – crema, amarillo, rojizo, morado en algunos casos o pueden presentarse dos colores.

#### **3.1.4. Fisiología de la papa**

La parte aérea de la planta de papa, desarrolla el proceso fotosintético, necesario para transformar Hidratos de Carbono que serán transportados a zonas de crecimiento aéreo (follaje, brotes, flores, fruto), y subterráneo (raíces, estolones y tubérculos). (Egúsqiiza, 2000).

Una vez emergida la planta, y hasta su cobertura plena, la fotosíntesis neta conseguida es usada en el crecimiento general de la

planta, tanto como la parte aérea como radicular y estolonífera. Dicho desarrollo es de alta intensidad de uso de nutrientes.

Después de la emergencia de la parte aérea las raíces se desarrollan simultáneamente. El crecimiento de los tubérculos puede partir lentamente a partir de la segunda o cuarta semana después de la emergencia y continúa constante a través de un periodo largo llegando así a los 75 a 80 días en que estarán listos para ser cosechados y obtener semilla pre - básica obtenidas en invernadero.

### **3.1.5. Fisiología de crecimiento y tuberización.**

Existen cuatro fases bien marcadas en el desarrollo del cultivo de la papa.

- Plantación o germinación.
- Germinación a iniciación de la tuberización.
- Iniciación de la tuberización a floración.
- Floración a “madurez” de los tubérculos.

La fase que transcurre desde la germinación hasta el inicio de la tuberización también conocida como incubación, con la rapidez en que se

lleva a cabo este proceso puede tener influencia tanto los factores ambientales como otros factores de naturaleza genética.

La planta de papa es un organismo especializado en el almacenamiento de productos de la fotosíntesis (almidón), por lo tanto; la apropiada producción de tubérculos depende de que la fotosíntesis sea mayor que la respiración. (Domínguez, 1989).

Inicialmente la planta de papa distribuye los productos de la fotosíntesis hacia el crecimiento y desarrollo de sus tallos, hojas, raíces, estolones, flores y frutos, esta etapa es conocida como etapa del crecimiento vegetativo - reproductivo, cuando estos centros de crecimientos reducen sus requerimientos de productos de la fotosíntesis, estos se almacenan dando inicio a la etapa de la tuberización.

#### **3.1.6. Crecimiento de la raíz.**

El sistema radicular cumple la función importante de la absorción de agua y nutrientes, la planta no tendrá un desarrollo adecuado si no hay buen desarrollo de raíces. El conjunto de raíces forman la “cabellera”, o sistema radicular.

### **3.1.7. Crecimiento aéreo de la planta.**

- Crecimiento inicial: Crecimiento de la planta es lento.
- Crecimiento lineal: Hay mayor velocidad de crecimiento de la planta.
- Pleno crecimiento: La planta ha alcanzado su máximo tamaño.
- El crecimiento aéreo de la planta o follaje depende también de la disponibilidad de nutrientes de agua y temperatura.

### **3.1.8. Crecimiento de estolones.**

El tejido del extremo o “gancho” del estolón es especializado para una activa división celular, el número y longitud de los estolones depende de la velocidad de las condiciones ambientales y del número total de tallos por semilla. (Chávez, 1986).

### **3.1.9. Tuberización.**

La formación del tubérculo o tuberización, es el proceso biológico más interesante del que es capaz la planta de papa. La tuberización se realiza en dos etapas consecutivas:

### **3.1.9.1. Inducción o inicio**

Ocurre cuando los azúcares se depositan en la forma de almidón, las células se multiplican a lo largo del “gancho”, los estolones dejan de crecer. La inducción ocurre en 1 o 2 semanas a nivel de la planta.

### **3.1.9.2. Tuberización o “llenado”**

Es la etapa de crecimiento del tubérculo; las células se multiplican radialmente (hacia los costados del “gancho”), y el tubérculo se expande (crece) por acumulación de agua y de sólidos.

La planta de papa, necesita de factores adecuados para su tuberización las cuales se mencionan a continuación:

La planta debe haber desarrollado una gran cantidad de follaje suficiente para producir excedentes de azúcares. La temperatura para la planta debe recibir el estímulo de temperatura bajas (fríos), las condiciones de temperaturas ideales son los comprendidos entre los 10 a 20 °C en la que la respiración es todavía baja, y las temperaturas nocturnas de 8 a 13 °C son excelentes para una buena tuberización. Con respecto al agua la planta no debe sufrir de limitaciones o déficit de agua.

Con respecto al nitrógeno, debe haberse reducido el abastecimiento de nitrógeno, en caso de haber abastecimiento de nitrógeno, la planta continúa el crecimiento aéreo y se retrasa el inicio de la tuberización.

La duración del día, los días de 10 o 12 horas de duración son apropiadas para las variedades y clones de papa. La luminosidad se refiere a la intensidad de luz del día, la máxima asimilación ocurre a los 60,000 lux.

### **3.1.9.3. Tuberización a nivel del estolón**

Existen cinco pasos importantes para llevarse a cabo la tuberización a nivel de estolón, y son los siguientes:

- Los azúcares producidos en la hoja son transportados al estolón donde son utilizados como fuente de energía para el crecimiento del estolón.

- Los azúcares producidos en la hoja se trasladan al extremo del estolón y se depositan en forma de almidón. Es el inicio de la tuberización.
- La porción anterior al extremo del estolón inicia el engrosamiento o “llenado” del tubérculo.
- El espacio entre las hojas rudimentarias (entre nudos) se distancian debido al engrosamiento.
- El tubérculo continúa “llenándose”, las hojas rudimentarias desaparecen y en su lugar se diferencian los “ojos” del tubérculo.

### **3.1.10. Requerimientos ambientales**

- **Temperatura**

La papa se adapta bien a climas predominantemente frescos y con valores no tan altos en humedad ambiental. La papa es considerada una planta termoperiódica, lo que significa que es necesario una variación, entre la temperatura diurna y la nocturna, de por lo menos 10 °C. (Sánchez, 2003).

La papa se desarrolla con temperaturas medias relativamente bajas, inferiores a 25 °C, temperatura que establece el límite por sobre el cual deja de ocurrir la tuberización. (Domínguez, 1989).

- **Fotoperiodo**

La ssp. *tuberosum* requiere para desarrollar su área foliar, de un fotoperíodo largo, alargándose más de 14 horas luz, y en su proceso de tuberización requiere de un Fotoperíodo reducido desde 14 horas luz. (Chávez, 1986).

Bajo condiciones de días cortos las plantas de la ssp. *tuberosum* muestran una tuberización temprana, los estolones son cortos y el follaje permanece pequeño; bajo condiciones de días largos ocurre lo contrario

Las enfermedades, plagas o cualquier otro fitopatógeno constituyen factores limitantes en la producción de papa. Estas pueden ser causadas por hongos, bacterias, virus, viroides e incluso por causas abióticas. (Domínguez, 1989).

### **3.1.11. Fertilización**

La papa es un cultivo que demanda una fertilización fuerte y equilibrada, calculada de acuerdo con la fertilidad del suelo y de la aplicación de abonos anteriores. Los requerimientos de la papa son de: 150 a 200 kg/ha de nitrógeno, 300 a 600 kg de fósforo y de 200 a 250 kg/ha de potasio. (Sánchez, 2003).

## **3.2. Enfoques Teóricos – Técnicos**

### **3.2.1. Bioestimulantes**

Los bioestimulantes son productos capaces de incrementar el desarrollo, la producción y/o crecimiento de los vegetales. (Bietti y Orlando 2003).

Las hormonas de las plantas son reguladores producidos por las mismas plantas que, en bajas concentraciones, regulan los procesos fisiológicos de aquellas. (Weaver, 1976),

Las hormonas vegetales son producidas sobre todo en los tejidos en crecimiento, especialmente en el meristema de los casquetes, las hormonas estimuladoras de crecimiento son las auxinas, giberelinas y citocininas. (Viljee, 1992).

Las distintas manifestaciones que caracterizan el crecimiento y desarrollo de las plantas requieren la intervención de una serie de factores que pueden agruparse en tres categorías. (Sivori, 1986).

- Factores nutritivos
- Factores metabólicos
- Factores hormonales

Los factores nutritivos son aquellos que directa o indirectamente contribuyen a la síntesis de compuestos estructurales, sustratos respiratorios, compuestos ricos en energía, de reserva, etc. y que intervienen en los cambios físico-químicos y químicos, característicos de cada proceso vital, ellos son los macro y micronutrientes, el agua, el CO<sub>2</sub> y el O<sub>2</sub>. Los factores metabólicos fundamentalmente del tipo de las enzimas son aquellos que canalizan, regulan y ordenan total o parcialmente la intervención de los factores nutritivos para el cumplimiento de los diversos procesos vitales (fotosíntesis, respiración, etc.) que la planta debe llevar a cabo para crecer y desarrollarse.

También indica, que los productos hormonales constituyen una serie de factores internos de funciones variadas y especializadas que

ordenan, aceleran o regulan la intervención e integración de los procesos vitales en el tiempo y en el espacio, y contribuyen a la manifestación de los fenómenos fundamentales de la vida de las plantas: crecimiento, desarrollo y reproducción. (Sivori, 1986).

Con el propósito de hacer más eficiente los sistemas productivos, distintas industrias agroquímicas han dispuesto en el mercado, complejos nutritivos que contienen micronutrientes, aminoácidos, extractos vegetales y/o hormonas de crecimiento, los cuales se han denominado “promotores de crecimiento o bioestimulantes”. (Salisbury y Ross, 2000).

Estos interesantes productos, tienen como cualidades, estimular a las plantas hormonalmente, promover el desarrollo radicular, resistencia a enfermedades, estimulación del desarrollo vegetativo, traslocación de nutrientes y por consiguiente aumentos en el rendimiento.

Los bioestimulantes son compuestos a base de hormonas vegetales, fracciones metabólicamente activas y extractos vegetales conteniendo muchísimas moléculas bioactivas, usados principalmente para estimular el rendimiento. (Rojas y Ramírez, 1987).

Las plantas son organismos autótrofos, capaces de utilizar la energía de la luz solar, para sintetizar compuestos complejos a partir de factores simples como el CO<sub>2</sub>, nutrientes minerales y el agua. Adicionalmente, posee mecanismos que regulan cada uno de los procesos fisiológicos que ocurren en ellas, manteniendo de esta forma el principio natural del equilibrio orgánico (homeostasis). En el epicentro de la regulación del crecimiento y desarrollo vegetal, se encuentran las fitohormonas, sustancias orgánicas, que se caracterizan por ser sintetizadas de forma natural, en algún sitio de la planta, desde que son traslocadas hacia los tejidos donde ejercerán su acción; actúan en pequeñas concentraciones y, presentan formas activas e inactivas que tienen una molécula receptora en los sitios de acción. (Colinagro, 2003).

Son reguladores de crecimiento todo aquel compuesto, natural y sintético que, en bajas concentraciones, promueven, inhiben o regulan, con modificaciones cualitativas o sin ellas el crecimiento. En cambio, las fitohormonas u hormonas vegetales son aquellas sustancias sintetizadas por la planta que, originadas en un lugar, por lo general se desplazan a otro y producen efectos fisiológicos definidos. Entre las fitohormonas más importantes se encuentran las auxinas, giberelinas y citocininas. (Sivori, 1986).

El uso de reguladores de crecimiento es una práctica habitual en la agricultura actual. Su uso es extensivo en la regulación de prácticamente todas las etapas fisiológicas de la producción, encontrándose productos que permiten, desde romper la latencia de las semillas, hasta productos que favorecen la maduración de los frutos. En el mercado se encuentran diferentes formulaciones basadas en compuestos específicos o mezclas de estos, que permiten controlar y potenciar el desarrollo general de los cultivos. El grupo más difundido de este tipo de sustancias es el de las auxinas debido a que es el que mejores resultados ha mostrado en los cultivos en los que se ha utilizado. (Colinagro, 2003).

### **3.2.2. Auxinas**

Las auxinas son reguladores de crecimiento que poseen la propiedad particular de estimular la extensión de la pared celular acompañada de entrada de agua a la célula, y como consecuencia de ello inducen alargamiento celular. Además pueden ser fitohormonas como en el caso del ácido indolacético, o bien reguladores sintéticos, como en el caso de los ácidos indolpropiónico, indolbutírico, naftalenacético, 2,4-diclorofenoxiacético, etc. Participan también en la multiplicación celular y los fenómenos de dominancia apical, morfogénesis, cuajado de frutos, partenocarpia y en la caída natural de hojas, flores y frutos conocido con el nombre de abscisión. (Sivori, 1986).

Numerosos investigadores han insistido repetidas veces en el hecho de que aún desconocemos cómo actúan bioquímicamente las hormonas vegetales. Aunque ello es cierto, también es relativo. Comprendemos muchos procesos bioquímicos y fisiológicos controlados por hormonas, aunque los efectos hormonales que inician estos procesos distan de estar claros. Uno de los efectos de las auxinas más investigado es el aumento de la elongación de secciones de coleóptilos de avena y maíz, y de tallos de varios dicotiledóneas. En éstos y otros sistemas de prueba, los investigadores tratan de averiguar la rapidez con que una

auxina puede ocasionar alguna respuesta detectable, ya que cuanto más temprana sea la respuesta, mayor es la probabilidad de que esté relacionada con el efecto principal de la hormona.

Entre las auxinas, el ácido indolacético (AIA) es el principal compuesto de producción natural, pero las más utilizadas son el ácido indolbutírico (AIB) y ácido diclorofenoxiacético (2,4-D), que son obtenidas sintéticamente, pero muy similares al AIA y no existen en forma natural en las plantas. (Salisbury y Ross, 2000).

### **3.2.3. Giberelinas**

Las giberelinas son fitohormonas que poseen la propiedad particular y específica de inducir alargamiento caulinar en plantas normalmente enanas y revertir el enanismo genético. Las giberelinas se caracterizan también porque reemplazan en condiciones no inductivas para la floración, la necesidad de fotoperíodos largos y de vernalización en algunas especies de día largo, y también por inhibir o retardar la tuberización en la papa, y otras especies de tuberosas, estimulando la emisión y crecimiento del sistema estolonífero. Además en muchos casos inducen la ruptura del estado de dormancia en las yemas y reemplazan

total o parcialmente, la necesidad de luz para la germinación de ciertas semillas. (Sivori, 1986).

Las giberelinas existen en las angiospermas, las gimnospermas, los helechos y quizá también en musgos, algas y al menos en dos hongos. Recientemente se han hallado giberelinas en dos especies de bacterias. Sin embargo, hay que tener en cuenta que es probable que algunas de las 84 giberelinas conocidas sean tan solo precursores fisiológicamente inactivos de otras activas, y otras pueden ser productos inactivos hidroxilados. No parece probable que cualquier planta dependa de todas las giberelinas que contiene, pero esto no se ha estudiado lo bastante bien para que estemos seguros de ello. Es más, las 25 giberelinas del hongo *Gibberella fujikuroi* no tienen función conocida aunque podríamos especular con que estimulan la hidrólisis de almidón a azúcares en plantas hospederas induciendo la formación de amilasas, obteniendo una fuente alimenticia de azúcares. (Salisbury y Ross, 2000).

También, que los múltiples efectos de las giberelinas sugieren que tienen más de un punto de acción. Hasta ahora, las investigaciones con receptores hormonales no han verificado ni descartado esta idea. Incluso un efecto individual como la estimulación de la elongación del tallo en

plantas completas se debe, cuando menos, a la conjunción de tres eventos. En primer lugar, se estimula la división celular en el ápice del tallo, sobre todo en las células meristemáticas basales. En segundo lugar, las giberelinas promueven a veces el crecimiento celular debido a que incrementan la hidrólisis del almidón, fructanos, y sacarosa, originando moléculas de fructosa y glucosa. En tercer lugar, las giberelinas aumentan a menudo la plasticidad de la pared celular.

#### **3.2.4. Citocininas**

Las citocininas son reguladores de crecimiento, naturales o sintéticos que estimulan fundamentalmente el fenómeno de citocinesis o formación del fragmoplasto en la división celular. También intervienen en la regulación de otros fenómenos bioquímicos y fisiológicos como por ejemplo el retardo de la destrucción de clorofila y la senescencia foliar, en la regulación del fenómeno de dominancia apical (juntamente con las auxinas) y controlan varios fenómenos morfogénicos (rizogénesis, crecimiento de tejidos callosos, formación de yemas, etc.) también con las auxinas. (Sivori, 1986).

Se les dio el nombre de citocininas debido a que provocan la citocinesis: división de la célula (formación de una nueva pared celular),

siendo la división del núcleo simultánea o previa a ella. (Jensen y Salisbury, 1994).

### **3.2.5. Importancia de los Bioestimulantes**

Los bioestimulantes actúan sobre los cultivos: induciendo el enraizamiento, estimulando la división celular, favoreciendo la floración, favoreciendo la absorción de nutrientes tanto los que hay en el suelo como los que ellos contienen, favorecen al desarrollo de microorganismos del suelo por su contenido en polisacáridos, estimulan la síntesis de proteínas y de hidratos de carbono, adelantan la maduración y aumentan el tamaño y calidad del fruto. Además, incrementan resistencia a situaciones de estrés y favorecen la síntesis de las hormonas vegetales por los precursores. Muchos de los bioestimulantes presentan en su formulación macro y micronutrientes, ácidos húmicos y fúlvicos, hormonas, proteínas, aminoácidos, enzimas, vitaminas, etc.

Ciertos bioestimulantes son considerados como fertilizantes naturales debido a que son extraídos de las algas marinas, que son capaces de liberar elementos presentes en el suelo pero no asimilables por los sistemas radiculares; debido a que contienen manitol que es un agente quelatante. (Oikocit, 1996).

Las condiciones físico - químicas de los bioestimulantes, garantiza una asimilación rápida de la planta a través de la cutícula de las hojas; pasando por las membranas celulares y regulando su condición interna y estimulando a los órganos el inicio de sus funciones normales. (Quimiorosburg, 1999).

### **3.2.6. Ácidos húmicos**

Son solo solubles en medio alcalino, presentan una alta capacidad de intercambio catiónico (Desbloqueo), poco poder complejante, son de acción lenta y de poca movilidad en el suelo. Permiten la absorción del N y P y tienen poco efecto estimulante sobre el crecimiento radicular

### **3.2.7. Ácidos fúlvicos**

Estos ácidos presentan bajo peso molecular, son solubles en medio ácido y alcalino, presentan poca capacidad de intercambio catiónico (Desbloqueo), un alto poder complejante, son de acción rápida y de alta movilidad en el suelo. Permiten la absorción del K, Fe, Mn y Mg. Tienen un alto efecto estimulante sobre el crecimiento radicular y área verde.

El bioestimulante Floragro es utilizado como: abono foliar y fertilizante del suelo, bioestimulante natural con hormonas vegetales. Potencializador de los vegetales, ayuda al desarrollo de las plantas, cuaje de flores y engrose de los frutos, aumenta la producción en todos los cultivos. Flor agro, bioestimulante natural, contiene: hormonas vegetales, enzimas, proteínas, vitaminas, ácidos húmicos, ácidos orgánicos, aminoácidos y altas concentraciones de macro, oligo y microelementos, regulador de pH a 5-6. Presenta las siguientes características:

- Aplicaciones al follaje: es de rápida e inmediata absorción, circulación y asimilación, evitando su transpiración sin pérdida del producto. Dosis: 250-500 cm<sup>3</sup> en 200 litros de agua (aplicar cada 8 a 15 días) recomendado para cultivos intensivos.
- Aplicaciones al suelo: mejora y modifica la estructura del suelo, ayuda a la propagación radicular multiplicando la absorción de los nutrientes. Trabaja en suelos con problemas de bloqueo de algunos o determinados elementos, los quelatiza y los aproxima a las raíces de las plantas para una rápida absorción. Dosis: 5-10 litros por hectárea. 2-3 cm<sup>3</sup> por m<sup>2</sup> en drench (aplicar cuando el cultivo lo requiera).

- Modo de acción: nutriente biológico completo y equilibrado, potente regulador hormonal de las plantas mejorando su calidad y producción; es absorbido fácilmente en forma sistémica por las raíces, hojas y corteza de los tallos y conducido por el xilema (ascendente) y por el floema (descendente).
- Mecanismo de acción: actúa sobre el sistema hormonal, estimula la producción de fitoalexinas, que potencializan las defensas naturales de las plantas, disminuyendo el ataque de los hongos. Incrementa la síntesis de clorofila estimula la división y multiplicación celular, la elongación de los tejidos de la planta, promueve la iniciación de nuevos brotes y retoños, ayuda a la salida de abundantes flores evitando su caída, estimula en forma rápida el engrosé y tamaño de los frutos.

Tiene una excelente propiedad giroscópica; (cuando hay falta de agua en la planta, ayuda a esta a absorberla del ambiente). También contiene hormonas vegetales como:

### 3.2.8. Ácido Giberélico:

Es producido vía fermentación biológica del hongo *Gibberella fujikuroi*.

Grupo Químico: Hormona Vegetal

Modo de Acción: Contacto y parcialmente sistémico

Toxicidad: IV - Normalmente no ofrece peligro

Además el Ácido Giberélico contribuye en:

- Crecimiento vegetativo
- Fácil absorción por raíz tallos y hojas
- Interrupción del periodo de latencia
- Desarrollo de tallos
- Alteración del desarrollo apical
- Vigor en híbridos
- Mejora el sabor de los frutos
- Estimula la floración
- Anula el efecto retardatorio provocado por el transplante
- Disminuye el tiempo de germinación de la semilla
- Estimula la ramificación
- Alargamiento celular
- Se transporta en la fotosíntesis
- Se encuentra en el floema y xilema

- Incrementa el tamaño del fruto.

En la elaboración del bioestimulante Floragro interviene también la citoquinina, que es una hormona natural reguladora del crecimiento vegetal que facilita la nutrición de las plantas, promueve el brote y el desarrollo de las yemas y flores, mejora el agarre de las flores y el desarrollo de los frutos el crecimiento de la raíz y sobre todo, el vigor y la productividad de la planta. Grupo químico: Kinetinas naturales

- Modo de acción: se conoce que las citoquininas son necesarias para el crecimiento de las plantas, y son producidas en la punta de la raíz, posteriormente se dispersan en otras partes de la planta donde son necesitadas para regular el proceso celular. Su acción es sistémica

**Toxicidad:** IV – Normalmente no ofrece peligro

También estimula las raíces laterales, ayuda a la inducción de la floración y previene los frutos citotóxicos que producen los cito patógenos

Floragro contiene también Auxinas y que cuando se aplica a la célula, esta produce una estimulación local de una bomba de protones. La acción de esta bomba ocasiona una baja en el pH del interior de algunas

partes de paredes celulares. Este cambio de pH origina un relajamiento de las interacciones entre las fibras de celulosa y produce un alargamiento de la célula debido a la presión interna. El nuevo espacio interno no es ocupado por citosol, cuyo volumen permanece bastante constante, sino por un ensanchamiento de la vacuola que contiene agua y una alta concentración de sustancias disueltas, y que La acción fisiológica de las auxinas que contiene el producto Floragro puede resumirse en:

- Actúan en la mitosis
- Alargamiento celular
- Formación de raíces adventicias
- Dominancia apical
- Partenocarpia

También dicen que las Auxinas actúan en:

- Crecimiento celular
- División celular
- 2–4D en concentración de 10 – 20 ppm. Evita la caída prematura de los frutos
- Formación de raíces

- Utilización en baja concentración 250 ppm/planta reemplaza la polinización de la flor.

### **3.3. Marco Referencial**

En su tesis realizada para evaluar el efecto de Agrispon, Biozyme y Triggrr sobre el crecimiento y rendimiento de papa en el Valle de Huaral - Costa Central, encontró que no existieron diferencias estadísticamente significativas durante el crecimiento y desarrollo; pero si en el rendimiento, obteniendo mejores rendimientos con tratamientos de Triggrr aplicado a la semilla y al follaje (32,38 t/ha) y Biozyme aplicado a la semilla (32,10 t/ha) y al follaje (31,93 % t/ha). Estos tratamientos incrementaron el rendimiento en 31,70 %, 30,90 % y 29,90 % respectivamente, superando estadísticamente al testigo. También encontró que las hormonas empleadas en su estudio tuvieron efectos en el número y peso de los tubérculos clasificados por categorías, obteniéndose el mayor número de tubérculos por planta con la aplicación de Triggrr a la semilla 23,00 y al follaje 21,75. (Caballero, 1993).

Aplicó Triggrr – foliar (citoquinina) en el cultivo de papa variedad revolución, encontró que las plantas tratadas con – Triggrr - foliar a la dosis de 1,0 l/ha y a los 60 y 75 días después de la siembra, incremento

los rendimientos en 36.11 % e incremento los beneficios económicos en 202.4 %. Córdova citado por Caballero (1993), al hacer dos aplicaciones de Triggrr – foliar a la dosis de 1,0 l/ha en un cultivo de papa variedad Tomasa Condemayta, obtuvo un rendimiento de 33,80 t/ha con un incremento de 17,40 % con relación al testigo. En el valle del Mantaro, Vise citado por Cabrejos (1992); aplicó 1,0 l/ha de Triggrr – foliar en cuatro cultivares de papa y obtuvo incrementos en el rendimiento de 47,70 %; 37,70 %; 16,0 % y 22,20 % en los cultivares Mariva, Tomasa Condemayta, Perricholi y Yungay respectivamente con relación a las plantas testigo. Durante la campaña 1988; Vise hizo aplicaciones de Triggrr – foliar a la dosis de 1,0 l/ha en los cultivares “Amarilla del Centro” y “Yungay” en el Valle del Mantaro; consiguió incrementos en el rendimiento mayores al 100 % en el cultivar “Amarilla del Centro”, y rendimientos cercanos al 30 % en el cultivar “Yungay” con relación a las plantas testigo (Cabrejos, 1992).

Evaluó el efecto de cuatro fitorreguladores (Aminofol, Biozyme, Stimulate y Triggrr) en el crecimiento y rendimiento de papa var. “Revolución” en el Valle de Chancay, no encontró diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento total de tubérculos por efecto de la aplicación de los fitorreguladores; sin embargo todos los

tratamientos aplicados incrementaron el rendimiento de tubérculos y los mayores rendimientos se obtuvieron con Triggrr (43,31 t/ha) y Aminofol (42,75 t/ha) superando al testigo (39,41 t/ha) en 9 % y 8 % respectivamente. (Crisóstomo, 1995).

Evaluó el efecto de la aplicación de cuatro fitorreguladores bajo dos dosis de N – P – K en el crecimiento y rendimiento de papa en la Sierra Central, no encontró diferencia significativa; sin embargo, se observa que con la dosis mayor de N – P – K el rendimiento (36,5 t/ha) fue mayor que el rendimiento obtenido por las plantas que recibieron menor dosis de fertilización (31,33 t/ha). (Correa, 1998).

Realizó su ensayo titulado: “Efecto de la aplicación de bioestimulantes sobre el crecimiento y producción de tubérculos de papa criolla (*Solanum ghureia* juz. et buk) en Botana Municipio de Pasto”. Se realizó el ensayo con el objeto de determinar el efecto de la aplicación de los bioestimulantes Cytozyme y Humiforte sobre el crecimiento, la producción y la calidad de papa criolla. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con ocho tratamientos y cuatro réplicas. Los tratamientos fueron: Testigo, Cytozyme semilla, Cytozyme semilla y Cytozyme foliar, Cytozyme foliar, Cytozyme semilla y Humiforte

foliar, Cytozyme foliar y Humiforte foliar, Humiforte foliar y Cytozyme SenfiHa—Cytozyme foliar + Humiforte foliar. Las producciones más altas (Cytozyme semilla y foliar + Humiforte foliar, y Cytozyme foliar) estuvieron asociadas con los mayores valores de IAF, TCC, TCR y TAN. El mayor índice de cosecha correspondió al tratamiento ocho (Cytozyme semilla, Cytozyme foliar y Humiforte N-6 foliar) en donde el 64 % del peso total de la planta correspondió al peso seco de tubérculos en comparación con el testigo donde fue sólo del 41 %. Los mejores tratamientos fueron el ocho (Cytozyme semilla, Cytozyme foliar y Humiforte N-6 foliar), el cuatro (Cytozyme foliar) y el cinco (Cytozyme semilla y Humiforte N-6 foliar) con rendimientos de 24,100; 23,025 y 22,738 kg/ha respectivamente, igualmente presentaron diferencias altamente significativas con los demás tratamientos. Lo anterior significa que la aplicación de los bioestimulantes tanto al follaje como a la semilla influyeron no solamente sobre los parámetros fisiológicos, sino también sobre el rendimiento. (Ortiz, 2005).

El efecto del uso de un bioestimulante a base de algas marinas sobre el rendimiento de dos cultivares de papas, Desirée y Pukara, destinados a la producción de consumo en el área de riego del llano central de la IX Región, utilizando como tratamiento a: 1) Kelpak ® a la semilla (inmersión del tubérculo), Kelpak ® en dosis de 2 l de p.c./ha

aplicado foliarmente 10 días después de la emergencia, 2) Kelpak ® en dosis de 2 l de p.c./ha, aplicado foliarmente mezclado con 2 kg/ha de NFK ® 10 días después de la emergencia, 3) Kelpak ® en dosis de 2 l de p.c./ha, aplicado foliarmente 30 días después de la emergencia, 4) Kelpak ® en dosis de 2 l de p.c./ha, aplicado foliarmente mezclado con 2 kg/ha NFK ® 30 días después de la emergencia y el tratamiento testigo. (Basly, 2003).

Del anterior estudio no encontró diferencias estadísticamente significativas en: porcentaje de emergencia, número de tallos por planta, porcentaje de materia seca de los tubérculos y distribución de tubérculos por categorías. Solo encontró diferencias estadísticamente significativas en los tratamientos cuando se evaluó el rendimiento comercial de los cultivares; aumentando éste en un 16 % promedio cuando se utilizó Kelpak ® a la semilla en dosis de 2 l de p.c./ha. Otro parámetro que el autor encontró diferencias estadísticamente significativas fue el rendimiento total; éste se vio aumentado en un 12 % cuando se usó Kelpak ® a la semilla en dosis de 2 l. de p.c./ha, en un 13 % al usar Kelpak ® en dosis de 2 l de p.c./ha, aplicado foliarmente 30 días después de la emergencia y en un 15 % al usar Kelpak ® en dosis de 2 l de p.c./ha + 2 kg/ha de NFK ® a los 30 días de emergida las plantas.

Otro estudio que uso el bioestimulantes Kelpak ® aplicado foliarmente sobre un cultivar de maíz, aumentó la producción y favoreció el crecimiento de la raíz. De dos ensayos conducidos en 1996, las producciones fueron aumentadas en un 10 % respecto al testigo. (Hoffman, 1997).

En un estudio realizado en la Universidad Austral de Chile, llamado “Optimización de sistemas de conservación in vitro de cultivares de papa” utilizó fitorreguladores hormonales que retardaban el crecimiento, evaluando el comportamiento de distintos cultivares en cuanto a su desarrollo radicular, número de brotes, altura de la planta y coloración del follaje. Los resultados obtenidos mostraron que hubieron diferencias estadísticamente significativas utilizando fitorreguladores en la altura de los brotes y coloración del follaje y hubieron diferencias estadísticamente significativa entre los cultivares para el número de brotes y el desarrollo radicular. Determinando que hay una serie de características no influida por el uso de fitorreguladores hormonales. (Caniggia, 1997).

Se encontraron diferencias notorias al evaluar el efecto de un fitorreguladores a base de GA (giberelinas) en el rompimiento del reposo vegetativo de semillas de papa; aplicaciones a los tubérculos de éste

fitorregulador mostró claras ventajas en la interrupción del letargo. Plantas que además iniciaron antes la tuberización en comparación a plantas que no le habían tratado la semilla. (Guglielmetti y Gutiérrez, 1988).

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **4.1. Tipo de investigación**

El tipo de investigación es experimental por que incluyen procedimientos para sacar las diferencias entre los tratamientos por medio de la formación de grupos al azar y la manipulación de la variable de tratamiento (independiente).

#### **4.2. Población y muestra**

La población está conformada por el total de plantas incluidas en el experimento de 1000 plantas. La muestra estuvo conformada por 10 plantas por unidad experimental de cada uno de los tratamientos que fueron seleccionadas en forma aleatoria.

#### **4.3. Materiales y métodos**

##### **4.3.1. Material experimental**

Como material experimental se utilizó la variedad de papa Única, cuya semilla fue adquirida del Distrito de Huasahuasi, Provincia Tarma,

Región Junín; como fuente del bioestimulante se utilizó el producto comercial: Kelpak.

- **Características del material experimental**

- a. Variedad Única**

La planta de la variedad UNICA es herbácea con hábito de crecimiento erecto, los tallos son gruesos de color verde oscuro, alcanzando una longitud entre 0,90 a 1,20 m respectivamente.

Tiene floración moderada entrada la temporada de primavera en costa, escasa floración en el invierno en costa y ausencia de floración en condiciones de sierra (mayor a 2000 m.s.n.m.).

Los tubérculos son oblongos y alargados, con ojos superficiales y en la parte del ojo apical es semi-profundo.

La piel del tubérculo es de color rosado, que toma una tonalidad más clara hacia finales de la primavera en la Costa y es roja en condiciones de Sierra y la pulpa es crema.

Alto rendimiento potencial (50 t/ha), para el invierno en zonas de Costa Peruana (trópico bajo) y en épocas húmedas de la zona Sierra (trópico alto) se puede alcanzar el rendimiento potencial. En la primavera y en la época seca de las respectivas zonas se reduce el rendimiento. Comercialmente se pueden lograr rendimientos promedios de hasta 40 t/ha respectivamente.

**b. Kelpak®**

Es un bioestimulante orgánico, 100 % derivado del alga marina *Ecklonia maxima*, es un bioestimulante muy activo que, aplicado al suelo, promueve el desarrollo radicular en vides, frutales, hortalizas y ornamentales, y vía foliar actúa como bioestimulante para incrementar el tamaño de frutos en vides y kiwis. En papa la dosis es de 2 l de p.c./ha, y se recomienda una aplicación cuando las plantas tienen de 3 a 4 hojas. (Afipa, 2002).

Se compone de Auxinas 11 mg/l., ácido indolacético, ácido indolcarboxílico, dimetiltriptamina. Citoquininas 0,031 mg/l aminoácidos 2,48 g/l macro y micronutrientes, carbohidratos 16,90 g/l proteínas 3,0 g/l y vitaminas. (Afipa, 2002).

#### 4.3.2. Características edáficas

Para la determinación de las características físico - químicas se realizó el análisis de suelo, en la Tabla 2, cuyos resultados fueron:

**Tabla 2:** Análisis físico - químico del suelo.

<b>ANÁLISIS FÍSICO</b>	<b>RESULTADOS</b>
Arena	68,56 %
Limo	19,00 %
Arcilla	12,44 %
Clase textural	Franco arenoso
<b>ANÁLISIS QUÍMICO</b>	<b>RESULTADOS</b>
pH	6,66
C.E. mS/cm a 25°C	1,47
C.E (e) mS /cm	3,86
Calcáreo total	0,00
Fósforo disponible	13,22 ppm
Potasio disponible	234,00 ppm
Materia orgánica	100 g
	1,76 %

Fuente: Universidad Nacional del Altiplano Puno Facultad de Ciencias Agrarias laboratorio de Suelos. (2014)

El análisis de suelo según la Tabla 2, indica que se trata de un suelo franco arenoso, con un pH de 6,66 siendo ligeramente ácido por lo que este valor está dentro del rango normal. La conductividad eléctrica fue de 1,47 (mS/cm a 25°C) que según Fuentes, J. (1999) es inapreciable (todos los cultivos pueden soportarla). El contenido de materia orgánica fue del 1,76 % que según Fuentes, J. (1999) es considerado bajo. El contenido de fósforo disponible fue de 13,22 ppm, los rangos que varían

de 11 – 15 es considerado medio, y el contenido de potasio fue de 234 ppm fue alto.

#### 4.3.3. Datos climáticos

**Tabla 3:** Temperaturas registradas en el campo experimental.

Meses	Temperatura		Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm)	Heliofania (h/s)
	máxima	mínima			
	°C				
Setiembre	18,2	9,8	87	7,0	5,2
Octubre	21,2	10,9	82	0,4	8,3
Noviembre	23,7	13,2	78	1,6	8,3
Diciembre	25,6	14,2	76	0,0	9,9
Enero	28,3	17,7	72	2,5	6,6
Febrero	28,5	16,9	70	0,0	9,7
Marzo	27,8	16,3	71	1,2	9,4

Fuente: SENAMHI – TACNA (2014-2015)

En la tabla 3 se observa que los rangos de temperaturas son aceptables para el desarrollo del cultivo, ya que la temperatura óptima oscila entre los 10 y 25 °C respectivamente.

#### **4.3.4. Tratamientos**

Los tratamientos fueron dosis de kelpak que y son:

T – 0 = Testigo

T – 1 = 1,5 l/ha

T – 2 = 2,0 l/ha

T – 3 = 2,5 l/ha

T – 4 = 3,0 l/ha

Los niveles del bioestimulante, se eligieron siguiendo las pautas indicadas por los fabricantes, especificados en sus recomendaciones de uso.

#### **4.3.5. Características del Campo Experimental**

##### **A. Campo experimental**

- Ancho : 20 m
- Largo : 24 m
- Área total : 480 m<sup>2</sup>

## B. Bloque experimental

- Número : 4,0
- Largo : 6 m
- Ancho : 20 m
- Área : 120 m<sup>2</sup>

## C. Características de la unidad experimental

- Número : 24,0
- Largo : 6 m
- Ancho : 4 m
- Área : 24 m<sup>2</sup>
- Distancia entre líneas : 1,2 m<sup>2</sup>
- Distancia entre plantas : 0,4 m<sup>2</sup>

**Tabla 4:** Aleatorización de tratamiento en el campo experimental.

I	II	III	IV
T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>2</sub>
T <sub>0</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>
T <sub>2</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>3</sub>
T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub>
T <sub>4</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>

Fuente: Elaboración propia

#### **4.3.6. Diseño experimental**

Para la presente investigación se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con 5 tratamientos y 4 repeticiones, constituyendo un total de 24 unidades experimentales.

#### **4.3.7. Análisis estadístico**

Para realizar el análisis estadístico se recurrió la técnica del Análisis de Varianza empleando la prueba de F de 0,05 y 0,01 de probabilidad y para comparar las diferencias entre los promedios de los tratamientos se realizó la prueba de significación de Duncan. Asimismo se empleó la técnica de análisis de regresión para determinar la tendencia de las variables respuesta.

#### **4.3.8. Variables de respuesta:**

- **Días a la floración**

Esta variable se evaluó antes de la cosecha, se contabilizó el número de días, desde la siembra hasta que cada tratamiento presentara el 50 % de flores abiertas.

- **Altura de planta a los 30 y 90 días (cm)**

Esta variable se evaluó antes de la cosecha, del área útil de cada tratamiento se tomó al azar 10 plantas, midiendo la distancia desde la superficie del suelo hasta el ápice vegetativo del tallo principal expresando su promedio en cm respectivamente.

- **Número de Tubérculos por planta**

Esta variable se evaluó en la cosecha, se tomó 10 plantas al azar del área útil de cada parcela experimental y se contará el número de tubérculos.

- **Diámetro de los Tubérculos (cm)**

Esta variable se evaluó en la cosecha, en las mismas plantas seleccionadas en la variable anterior, se seleccionaron 10 tubérculos al azar y se procederá a medir su diámetro y expresarlo en cm respectivamente.

- **Peso de los Tubérculos (g)**

Esta variable se evaluó en la cosecha, se procedió a pesar 10 tubérculos dentro del área útil de cada tratamiento y su valor expresado en gramos.

- **Rendimiento (kg/ha)**

Esta variable se evaluó después de la cosecha, se obtuvo cosechando el área útil de cada parcela experimental, se procedió a pesar en gramos y expresar su valor en kg/ha respectivamente.

#### **4.3.9. Conducción del experimento**

- **Medición de la parcela experimental**

Esta labor se realizó con una wincha de 30 m y con esta se procedió a medir el campo experimental; luego se colocaron estacas, para marcar los hitos de referencia para los bloques, y las unidades experimentales.

- **Preparación de terreno**

Se realizó en forma mecánica, utilizando arado de discos y ranfla para su nivelado, seguidamente se incorporó materia orgánica a razón de 20 t/ha luego se realizó un riego para acelerar la descomposición de la materia orgánica con la finalidad de mejorar la textura del suelo.

- **Siembra**

Antes de realizar la siembra se procedió a la desinfección de la semilla con Metamas con la finalidad de protegerla de la chupadera

fungosa, pudrición radicular. La siembra se realizó en forma directa con la ayuda de una lampa colocando 2 tubérculos por golpe a un distanciamiento de 50 cm y 100 cm entre surcos.

- **Riego**

El riego se efectuara en forma de gravedad, los riegos se efectuaron de acuerdo a las necesidades del cultivo, las condiciones climáticas y la edad de la planta, la retentividad de humedad del suelo

- **Fertilización**

La fórmula que se utilizó fue de: N - 150,  $P_2O_5$  - 80 y el  $K_2O$  a 80, kg/ha. Se utilizará como fuentes a la urea (45 % N), al superfosfato triple (46 %  $P_2O_5$ ) y al sulfato de potasio (50 %  $K_2O$ ).

- **Aplicación de bioestimulante**

La aplicación de las dosis del bioestimulante estuvo dirigida al cuello de la planta, se realizara vía foliar a los 30 DDS (días después de la siembra) y a los 45 DDS respectivamente.

- **Control de malezas**

El control de malezas se realizó en forma manual cada 15 días en las primeras etapas de desarrollo de la planta y posteriormente una vez al mes.

- **Aporque**

El objetivo del aporque es darles a las plantas mejor sostenimiento, así aprovechan la mayor cantidad de estolones y evitar el ataque de plagas y enfermedades a los tubérculos. El aporque se realizó cuando las plantas alcancen aproximadamente una altura promedio de 35 cm respectivamente.

- **Enfermedades y plagas**

Se realizaron controles fitosanitarios en forma preventiva, en general pesticida de tipo sistémico, y en otras ocasiones de contacto.

- **Cosecha**

La labor cosecha realizó a los 120 días después de la siembra, con la ayuda de una lampa. La labor de cosecha se realizó aproximadamente a los 120 días después la siembra cuando el follaje de la papa empieza a

amarillarse, siendo recomendable cortar los tallos para una cosecha uniforme y tubérculos maduros.

## **CAPÍTULO V**

### **TRATAMIENTOS DE LOS RESULTADOS**

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

##### **5.1.1. Observación directa**

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

##### **5.1.2. Observación indirecta**

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

#### **5.2. Instrumentos de medición**

- Fichero
- Libreta de campo
- Lap top
- Reglas
- Vernier
- Material de escritorio

- Balanza analítica

### 5.3. Resultados y discusión

#### 5.3.1. Días a la floración

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

**Tabla 5:** Análisis de varianza de días a la floración.

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F $\alpha$		Sig.
					0,05	0,01	
Bloques	3	27,753	9,251	2,440	3,490	5,950	NS
Tratamientos	4	125,703	31,425	8,288	3,260	5,410	**
Error	12	45,496	3,791				
Total	19	198,953					

CV: 2,432%

Fuente: Elaboración propia

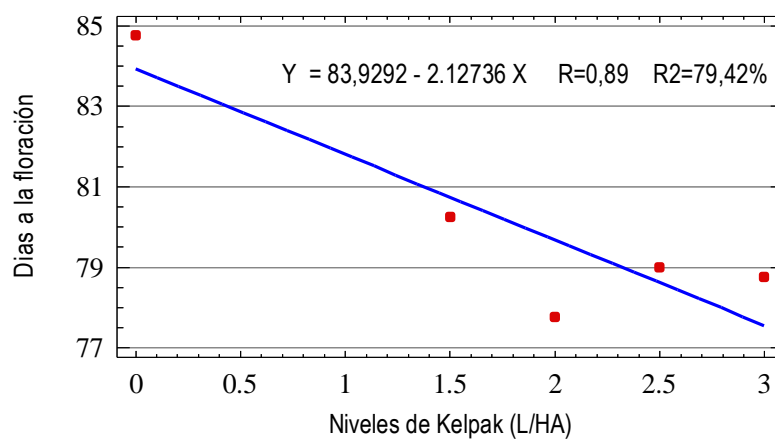
En la tabla 5, del análisis de varianza de días a la floración señala que no existen diferencias estadísticas entre bloques, lo cual indica que entre bloques fueron homogéneos, en tanto que si hubo diferencias altamente significativas entre los tratamientos su coeficiente de variabilidad fue de 2,432 % respectivamente.

**Tabla 6:** Prueba de rango múltiple de Duncan de días a la floración.

<b>Orden de mérito</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Promedio</b>	<b>Significación <math>\alpha = 0,05</math></b>
1	T <sub>0</sub> :sin aplicación	84,75	a
2	t <sub>1</sub> :1,5 l/ha	80,25	b
3	t <sub>3</sub> : 2,5 l/ha	79,00	b
4	t <sub>4</sub> : 3,0 l/ha	78,75	b
5	t <sub>2</sub> : 2,0 l/ha	77,75	b

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 6, la prueba de Duncan de días a la floración señala que el tratamiento testigo 0,0 l/ha, obtuvo el mayor promedio con 84,75 días, sin embargo no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos con el bioestimulante, observándose que los tratamientos: 1,5; 2,5; 3,0 y 2,0 l/ha con un promedio de 80,25; 79; 78,75 y 77,75 días respectivamente.



**Figura 1. Regresión lineal días a la floración vs dosis kelpak**  
Fuente: Elaboración propia

En la figura 1, se muestra que la ecuación de regresión es de  $Y = 83,9292 - 2,12736 X$  indicando que por cada unidad de kelpak aplicado al cultivo los días a la floración disminuyen; asimismo se observa que existe una correlación altamente significativa entre las variables en estudio ( $R = 0,89$ ), el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) señala que el 79,42 % de los días a la floración está influenciada por las dosis de kelpak.

### 5.3.2. Altura de planta

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

**Tabla 7.** Análisis de varianza de altura de planta a los 60 días.

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F $\alpha$		Sig.
					0,05	0,01	
Bloques	3	0,832	0,277	0,077	3,490	5,950	NS
Tratamientos	4	313,855	78,463	22,029	3,260		**
Error	12	42,741	3,562		5,410		
Total	19	357,428					

CV: 3,534 %

Fuente: Elaboración propia

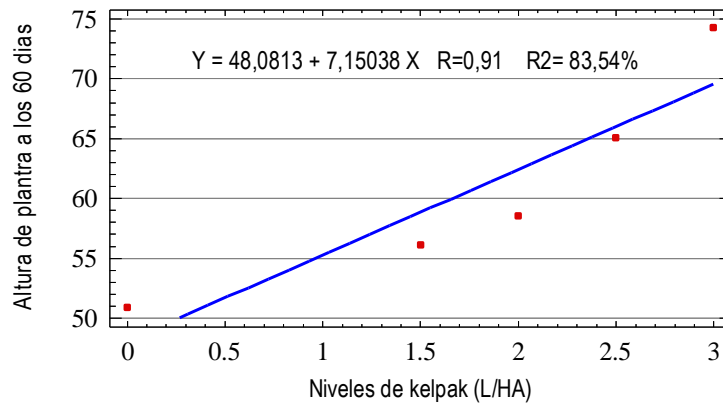
En la tabla 7, del análisis de varianza de la altura de planta a los 60 días señala que no existen diferencias estadísticas entre bloques, lo cual indica que entre bloques fueron homogéneos, en tanto que si hubo diferencias altamente significativas entre los tratamientos, su coeficiente de variabilidad fue de 3,534 % respectivamente.

**Tabla 8.** Prueba de significación de Duncan de altura de planta a los 60 días.

<b>Orden de mérito</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Promedio</b>	<b>Significación <math>\alpha = 0,05</math></b>
1	t <sub>4</sub> : 3,0 l/ha	58,56	a
2	t <sub>3</sub> : 2,5 l/ha	57,11	a
3	t <sub>2</sub> : 2,0 l/ha	53,03	b
4	t <sub>1</sub> : 1,5 l/ha	50,05	c
5	T <sub>0</sub> : sin aplicación	48,23	c

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 8, la prueba de Duncan de altura de planta señala que el tratamiento 3,0 y 2,5 l/ha obtuvieron el mayor promedio con 58,56 y 57,11 cm respectivamente, sin embargo no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos con el bioestimulante, observándose que los tratamientos: 2,0; 1,5 y 0,0 l/ha con promedios de 53,03; 50,05 y 48,23 cm respectivamente.



**Figura 2. Regresión lineal altura de planta vs dosis kelpak**  
Fuente: Elaboración propia

En la figura 2, se muestra que la ecuación de regresión es de  $Y = 48,0813 + 7,15038 X$  indicando que por cada unidad de kelpak aplicado al cultivo al altura de planta aumenta en 7,51 cm asimismo se observa que existe una correlación altamente significativa entre las variables en estudio ( $R = 0,91$ ), el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) señala que el 83,54 % de la altura de la planta está influenciada por las dosis de kelpak.

**Tabla 9.** Análisis de varianza de altura de planta a los 90 días.

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F $\alpha$		Sig.
					0,05	0,01	
Bloques	3	220,257	6,865	3,889	3,490	5,950	*
Tratamientos	4	178,476	44,619	25,274	3,260	5,410	**
Error	12	21,184	1,765				
Total	19	220,257					

CV: 1,834 %

Fuente: Elaboración propia

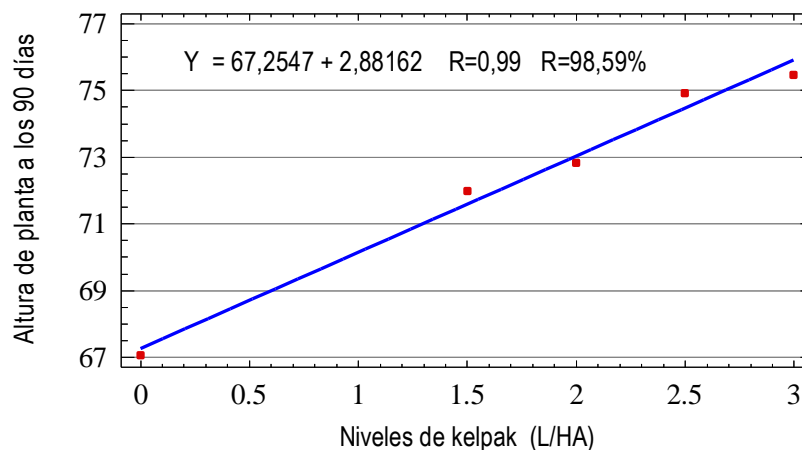
En la tabla 9, del análisis de varianza de la altura de planta a los 90 días señala que no existen diferencias estadísticas entre bloques, lo cual indica que entre bloques fueron homogéneos, en tanto que si hubo diferencias altamente significativas entre los tratamientos, su coeficiente de variabilidad fue de 1,834 % respectivamente.

**Tabla 10.** Prueba de significación de Duncan de altura de planta a los 90 días.

<b>Orden de mérito</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Promedio</b>	<b>Significación <math>\alpha = 0,05</math></b>
1	T <sub>4</sub> : 3,0 L/HA	75,46	a
2	T <sub>3</sub> : 2,5 L/HA	74,91	a
3	T <sub>2</sub> : 2,0 L/HA	72,82	b
4	T <sub>1</sub> : 1,5 L/HA	71,98	b
5	T <sub>0</sub> : sin aplicación	67,05	c

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 10, la prueba de Duncan de altura de planta señala que los tratamientos 3,0 y 2,5 l/ha lograron los mayores promedios con 75,46 y 74,91 cm respectivamente, en el tercer lugar se ubicó el tratamiento 2,0 l/ha con 72,82 cm, los tratamientos de menor promedio fueron el 1,5 l/ha y el tratamiento testigo con 71,98 cm y 67,05 cm respectivamente.



**Figura 3. Regresión lineal altura de planta a los 90 días vs dosis kelpak**

Fuente: Elaboración propia

En la figura 3, se muestra que la ecuación de regresión es de  $Y = 67,2547 + 2,88162 X$  indicando que por cada unidad de kelpak aplicado al cultivo al altura de planta aumenta en 2,88 cm asimismo se observa que existe una correlación altamente significativa entre las variables en estudio ( $R=0,899$ ), el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) señala que el 98,59 % de la altura de la planta está influenciada por las dosis de kelpak.

### 5.3.3. Numero de tubérculos

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

**Tabla 11.** Análisis de varianza de número de tubérculos.

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F $\alpha$		Sig.
					0,05	0,01	
Bloques	3	0,1999	0,0666	0,0506	3,490	5,950	NS
Tratamientos	4	23,799	5,9499	4,518	3,260	5,410	*
Error	12	15,800	1,3166				
Total	19	39,798					

CV: 16,630 %

Fuente: Elaboración propia

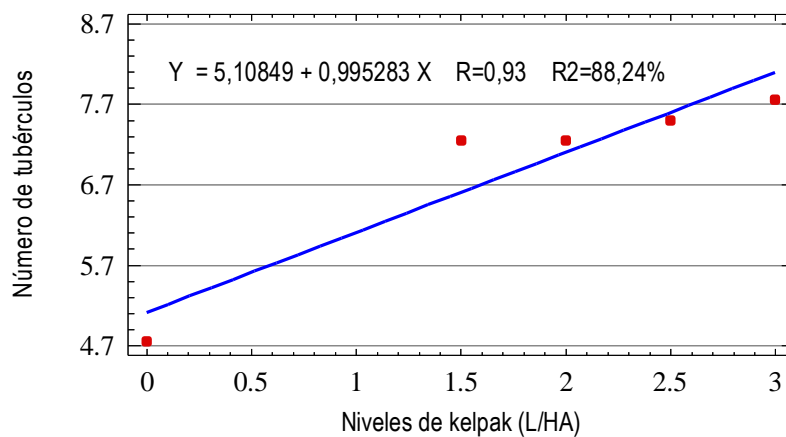
En la tabla 11, del análisis de varianza de número de tubérculos señala que no existen diferencias estadísticas entre bloques, lo cual indica que entre bloques fueron homogéneos, en tanto que si hubo diferencias significativas entre los tratamientos, su coeficiente de variabilidad fue de 16,630 % respectivamente.

**Tabla 12.** Prueba de significación de Duncan de número de tubérculos

<b>Orden de mérito</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Promedio</b>	<b>Significación <math>\alpha = 0,05</math></b>
1	t <sub>4</sub> : 3,0 l/ha	7,75	a
2	t <sub>3</sub> : 2,5 l/ha	7,50	a
3	t <sub>2</sub> : 2,0 l/ha	7,25	a
4	t <sub>1</sub> : 1,5 l/ha	7,25	a
5	T <sub>0</sub> : sin aplicación	4,75	b

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 12, la prueba de Duncan del número de tubérculos señala que no existe diferencias estadísticas entre los tratamientos a base del bioestimulante sin embargo el tratamiento 3,0 y 2,5 l/ha lograron los mayores promedios con 7,75 y 7,50 respectivamente, en el tercer lugar se ubicó el tratamiento 2,0 l/ha con 7,25 los tratamientos de menor promedio fueron el 1,5 l/ha y el tratamiento testigo con 7,25 y 4,75 respectivamente.



**Figura 4. Regresión lineal número de tubérculos vs dosis kelpak**  
 Fuente: Elaboración propia

En la figura 4, se muestra que la ecuación de regresión es de  $Y = 5,10849 + 0,995283 X$  indicando que por cada unidad de kelpak aplicado al cultivo el número de tuberculosa aumenta en 0,93 asimismo se observa que existe una correlación altamente significativa entre las variables en estudio ( $R=0,93$ ), el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) señala que el 88,24 % del número de tubérculos por planta está influenciada por las dosis de Kelpak.

### 5.3.4. Diámetro de tubérculos

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

**Tabla 13.** Análisis de varianza de diámetro del tubérculo.

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F $\alpha$		Sig.
					0,05	0,01	
Bloques	3	0,067	0,022	0,406	3,490	5,950	NS
Tratamientos	4	16,272	4,067	73,361	3,260	5,410	**
Error	12	0,665	0,055				
Total	19	17,004					

CV: 4,181 %

Fuente: Elaboración propia

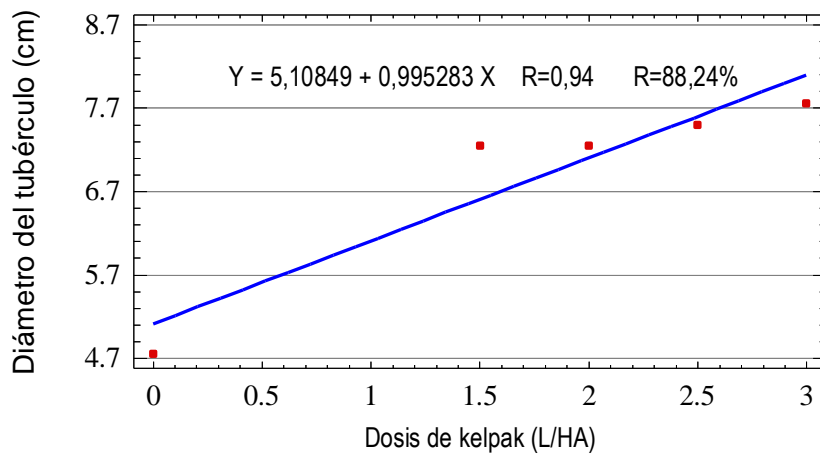
En la Tabla 13, del análisis de varianza de diámetro del tubérculo señala que no existen diferencias estadísticas entre bloques, lo cual indica que entre bloques fueron homogéneos, en tanto que si hubo diferencias significativas entre los tratamientos, su coeficiente de variabilidad fue de 4,181 %.

**Tabla 14.** Prueba de significación de Duncan de diámetro del tubérculo

<b>Orden de mérito</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Promedio</b>	<b>Significación <math>\alpha = 0,05</math></b>
1	t <sub>4</sub> : 3,0 l/ha	6,98	a
2	t <sub>3</sub> : 2,5 l/ha	6,32	b
3	t <sub>2</sub> : 2,0 l/ha	5,32	c
4	t <sub>1</sub> : 1,5 l/ha	5,09	c
5	T <sub>0</sub> : sin aplicación	4,45	d

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 14, la prueba de Duncan de diámetro del tubérculos señala que el tratamiento 3,0 l/ha obtuvo el mayor promedio con 6,98 cm, sin embargo no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos con el bioestimulante, observándose que los tratamiento: 2,5; 2,0; 1,5 y 0,0 l/ha con promedios de 6,32; 5,32; 5,09 y 4,45 cm respectivamente.



**Figura 5. Regresión lineal diámetro del tubérculo vs dosis kelpak**

Fuente: Elaboración propia

En la figura 5, se muestra que la ecuación de regresión es de  $Y = 5,10849 + 0,995283 X$  indicando que por cada unidad de kelpak aplicado al cultivo al el número de tuberculosa aumenta en 0,99 asimismo se observa que existe una correlación altamente significativa entre las variables en estudio ( $R = 0,94$ ), el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) señala que el 88,24 % del número de tubérculos por planta está influenciada por las dosis de kelpak.

### 5.3.5. Peso de tubérculos

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

**Tabla 15.** Análisis de varianza del peso del tubérculo.

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F $\alpha$		Sig.
					0,05	0,01	
Bloques	3	182,263	60,754	0,317	3,490	5,950	NS
Tratamientos	4	17737,060	4434,266	23,185	3,260	5,410	**
Error	12	2294,988	191,249				
Total	19	20214,311					

CV: 6,107 %

Fuente: Elaboración propia

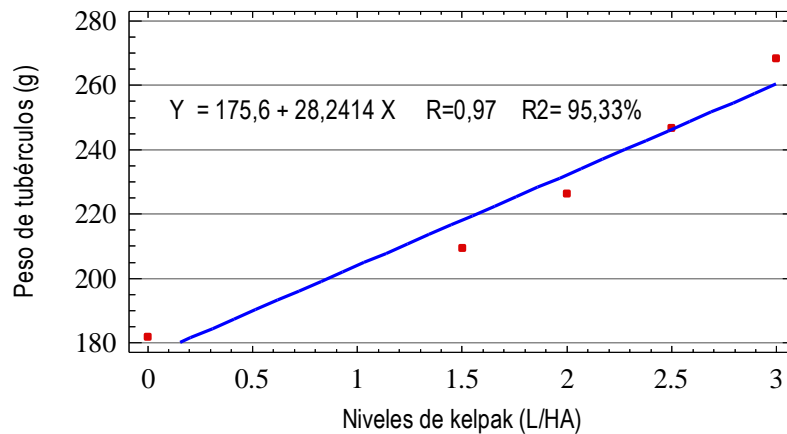
En la tabla 15, del análisis de varianza de peso del tubérculo señala que no existen diferencias estadísticas entre bloques, lo cual indica que entre bloques fueron homogéneos entre sí, en tanto que si hubo diferencias significativas entre los tratamientos, su coeficiente de variabilidad fue de 6,107 % respectivamente.

**Tabla 16.** Prueba de significación de Duncan de peso del tubérculo (g).

<b>Orden de mérito</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Promedio</b>	<b>Significación <math>\alpha = 0,05</math></b>
1	t <sub>4</sub> : 3,0 l/ha	268,165	a
2	t <sub>3</sub> : 2,5 l/ha	246,618	b
3	t <sub>2</sub> : 2,0 l/ha	226,218	bc
4	t <sub>1</sub> : 1,5 l/ha	209,410	c
5	T <sub>0</sub> : sin aplicación	181,762	d

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 16, la prueba de Duncan señala que el tratamiento 3,0 y 2,5 l/ha, lograron los mayores promedios con 268, 165 y 246,618 g respectivamente, en el tercer lugar se ubicó el tratamiento 2,0 l/ha con 226,218 g los tratamientos de menor promedio fueron el 1,5 l/ha y el tratamiento testigo con 209,410 y 181,762 g respectivamente.



**Figura 6. Regresión lineal Peso de tubérculos vs dosis kelpak**

Fuente: Elaboración propia

En la figura 6, se muestra que la ecuación de regresión es de  $Y = 175,6 + 28,2414 X$  indicando que por cada unidad de kelpak aplicado al cultivo el peso de los tubérculos aumenta en 28,24 g asimismo se observa que existe una correlación altamente significativa entre las variables en estudio ( $R = 0,97$ ), el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) señala que el 95,33 % del peso de tubérculos está influenciada por las dosis de kelpak.

### 5.3.6. Rendimiento

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

**Tabla 17.** Análisis de varianza del rendimiento (t/ha).

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F $\alpha$		Sig.
					0,05	0,01	
Bloques	3	18,157	6,052	2,723	3,490	5,950	NS
Tratamientos	4	1510,291	377,573	169,909	3,260	5,410	**
Error	12	26,666	2,222				
Total	19	1555,114					

CV: 4,223 %

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 17, del análisis de varianza de rendimiento señala que no existen diferencias estadísticas entre bloques, lo cual indica que entre bloques fueron homogéneos, en tanto que si hubo diferencias altamente significativas entre los tratamientos y para ver las reales diferencias se usó la prueba de significación de Duncan (Ver cuadro 15). Su coeficiente de variabilidad fue de 4,223 %.

**Tabla 18.** Prueba de significación de Duncan de rendimiento (t/ha).

<b>Orden de mérito</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Promedio</b>	<b>Significación <math>\alpha = 0,05</math></b>
1	t <sub>4</sub> : 3,0 l/ha	47,147	a
2	t <sub>3</sub> : 2,5 l/ha	39,985	b
3	t <sub>2</sub> : 2,0 l/ha	35,438	c
4	t <sub>1</sub> : 1,5 l/ha	33,115	d
5	T <sub>0</sub> : sin aplicación	20,792	e

Fuente: Elaboración propia

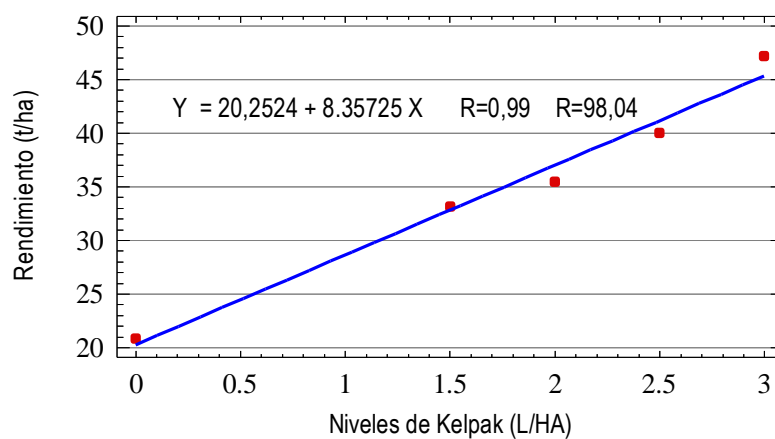
En la tabla 18, la prueba de Duncan señala que el tratamiento 3,0 l/ha logró el mayor promedio con 47,147 t/ha, seguido de 2,5 l/ha con 39,985 t/ha, en el tercer lugar se ubicó el tratamiento 2,0 l/ha con 35,438 t/ha. Los tratamientos de menor promedio fueron 1,5 l/ha y el tratamiento testigo con 33,115 y 20,792 respectivamente, sin embargo (Ortiz, 2005) utilizó (Cytozyme semilla), (Cytozyme foliar y Humiforte N-6 foliar), el cuatro (Cytozyme foliar) y el cinco (CYtozyme semilla y humiforte N-6) foliar obtuvo rendimientos de 24,100; 23,025 y 22,738 kg/ha inferiores a los obtenidos en la presente investigación, (Huacho, 2010) en su investigación en el distrito de Pocollay utilizó la variedad Única donde obtuvo un rendimiento de 39,93 t/ha, inferior al obtenido con la dosis de 3 l/ha; sin embargo, supera al resto de los tratamientos. Distinto resultado obtuvo (Talamas, 1998) citado por (Basly, 2003), al evaluar el efecto de

un bioestimulante a base de algas marinas sobre el rendimiento de un cultivar de papas, no encontrando diferencias estadísticamente significativas en los rendimientos por calibres de las plantas tratadas. Epuin (1994) en su investigación aplicó el bioestimulante Kelpak ® donde el mayor rendimiento total de tubérculos obtenido por la interacción de la variedad Granola con aplicaciones del bioestimulante Kelpak ® obtuvo un rendimiento promedio de 35,636 09 kg/ha inferior al obtenido en la presente investigación y tiene relación y justificación con el mayor peso seco del follaje, afirmación mencionada por Banse, (1983) quienes dicen que las plantas de papa mientras mayor sea su desarrollo foliar mayor será el rendimiento de tubérculos. Situación que queda demostrado, porque en las dos interacciones donde se alcanzó mayor peso seco foliar, también se alcanzaron mayores rendimientos de tubérculos a la cosecha.

Estos resultados de la investigación concuerdan con lo mencionado por Epuin (1994) donde señala que mayor rendimiento total presentado por Kelpak ® se relaciona con que este promotor alcanzó un largo mayor de raíces, mejor reacción a accidentes climáticos y un mejor peso seco de follaje, todo esto pudo redundar en que las plantas asperjadas con este bioestimulante sean más eficientes en la nutrición, tengan una mejor

reacción a los cambios climáticos y tengan una mejor capacidad en la producción fotosintética, induciendo a una mejor producción de tubérculos. Por su parte, Caballero (1993), en su tesis realizada para evaluar el efecto de Agrispon, Biozyme y Triggrr sobre el crecimiento y rendimiento de papa en el Valle de Huaral - Costa Central, encontró que no existieron diferencias estadísticamente significativas durante el crecimiento y desarrollo; pero si en el rendimiento, obteniendo mejores rendimientos con tratamientos de Triggrr aplicado a la semilla y al follaje (32,38 t/ha) y Biozyme aplicado a la semilla (32,10 t/ha). Estos tratamientos fueron inferiores a los de la presente investigación,

Evaluó el efecto de cuatro fitorreguladores (Aminofol, Biozyme, Stimulate y Triggrr) en el crecimiento y rendimiento de papa var. "Revolucion" incrementaron el rendimiento de tubérculos y los mayores rendimientos se obtuvieron con Triggrr (43,31 t/ha) y Aminofol (42,75 t/ha) superando al testigo (39,41 t/ha) estos resultados fueron inferiores a los de la presente investigación. (Crisóstomo, 1995).



**Figura 7. Regresión lineal rendimiento vs dosis kelpak**

Fuente: Elaboración propia

En la figura 7, se muestra que la ecuación de regresión es de  $Y = 20,2524 + 8,35725 X$  indicando que por cada unidad de kelpak aplicado al cultivo el rendimiento aumenta en 8,38 t/ha asimismo se observa que existe una correlación altamente significativa entre las variables en estudio ( $R=0,99$ ), el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) señala que el 98,04% del rendimiento está influenciada por las dosis de kelpak.

## CONCLUSIONES

### PRIMERA

El mayor rendimiento se obtuvo con 3,0 l/ha (T<sub>4</sub>) con 47,147 t/ha seguido de 2,5 l/ha (T<sub>3</sub>) con 39,985 t/ha en el tercer lugar se ubicó el tratamiento 2,0 l/ha (T<sub>2</sub>) con 35,438 t/ha. Los tratamientos de menor promedio fueron 1,5 l/ha (T<sub>1</sub>) y el tratamiento testigo con 33,115 y 20,792 t/ha respectivamente.

### SEGUNDA

Para el peso del tubérculo los tratamientos 3,0 l/ha (T<sub>4</sub>) y 2,5 l/ha (T<sub>3</sub>) lograron los mayores promedios con 268,165 y 246,618 g en el tercer lugar se ubicó el tratamiento 2,0 l/ha (T<sub>2</sub>) con 226,218 g. Los tratamientos de menor promedio fueron 1,5 l/ha (T<sub>1</sub>) y el tratamiento testigo con 209,410 y 181,762 g respectivamente.

### TERCERA

En cuanto al número de tubérculos el tratamiento 3,0 l/ha (T<sub>4</sub>) y 2,5 l/ha (T<sub>3</sub>) lograron los mayores promedios con 7,75 y 7,50 en el tercer lugar se ubicó el tratamiento 2,0 l/ha (T<sub>2</sub>) con 7,25.

## **RECOMENDACIONES**

### **PRIMERA**

Se recomienda utilizar la dosis a base de 3,0 l/ha (T<sub>4</sub>), del bioestimulante Kelpak que obtuvo el mayor promedio de rendimiento de la variedad Única.

### **SEGUNDA**

Se recomienda usar el bioestimulante Kelpak en otras variedades de papa a nivel del Valle Viejo de Tacna.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Basly, P. (2003). Efecto del uso de un bioestimulante a base de algas marinas en el rendimiento de dos cultivares de papas, Desirée y Pukara, destinados a la producción de consumo en el área de riego del llano central de la IX Región. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias. Agropecuarias. Universidad de la Frontera. 62 p.

Bietti, S. y Orlando J. (2003). Nutrición vegetal. Insumos para cultivos orgánicos.

Caballero, M. (1993). Efecto del Agrispón, Biozyme y Triggrr sobre el crecimiento y rendimiento de papa (*Solanum Tuberosum* L. cv. "Tomas Condemayta") en la Costa Central. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú

Cabrejos, C. (1992). Efecto de la aplicación de "Triggrr" al suelo y al follaje de plantas de papa (*S. tuberosum*) en condiciones de Costa Central. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú.

Caniggia, g. (1997) Optimización de sistema de conservación in vitro de cultivares comerciales de papa. Tesis presentada como parte de los requisitos para optar al grado de Licenciado en Agronomía. UACH. Valdivia-Chile. 142 p.

Centro Internacional de la papa. (1997). Informe anual del Centro Internacional de la Papa. Lima - Perú. 60 p.

Chávez, R. (1986). Cultivo de tubérculos y raíces en el Perú. Texto Universitario. UNJBG-Tacna-Perú. 110 p.

Correa, J. (1998). Efecto de la aplicación de cuatro fitorreguladores en el crecimiento y rendimiento de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la Sierra Central. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú.

Crisóstomo, N. (1995). Efecto de cuatro fitorreguladores en el crecimiento y rendimiento de la papa (*S. tuberosum* L. cv. "Revolución") en la

Costa Central. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú.

Bietti, S; Orlando J. (2003). Nutrición vegetal. Insumos para cultivos orgánicos.

Colinagro. (2003). Manual Técnico Colinagro. Bogota, CO. Pp. 27 – 29

Domínguez, A. (1989) Tratado de fertilización. Madrid-España. Segunda Edición. 42-47, 132-155,186pp

Epuin, C. (2004). Evaluación de tres bioestimulantes comerciales sobre el rendimiento de cuatro variedades de papa, bajo condiciones de secano en el valle central de la ix región.

Fernández, J. (1999). Enciclopedia Practica de la Agricultura y la Ganadería Barcelona, ES. Océano Centrum. p. 232

Infoagro. (2003). El cultivo de la patata. Disponible en <http://www.Infoagro.com/hortalizas/patata.htm>

Jensen, W; Salisbury, F. (1994). Botánica. Primera edición español. Ed. McGRAW-HILL, S.A. México. 762 p.

Huaman, Z. (1980). Botánica sistemática y morfológica de la papa. Lima, PE. Centro Internacional de la Papa. 20 p

Muñoz, F. (2002). Manual del cultivo de la papa. Extensión Experimental Santa

Oikocit. (1996). La base orgánica de los productos. Miami, USA. p. 54

Padilla, W. (2000). Manual sobre las diferentes dosis de fertilizantes en el cultivo de la papa en la sierra INIAP Quito, EC. p. 54.

Quimiroburg. (1999). Fungicidas, insecticidas, acaricidas, bioestimulantes, quelatos, ácidos húmic y mejoradores del suelo orgánicos. Quito, EC. 3-6 Págs

Rojas, M; Ramírez, H. (1987). Control hormonal del desarrollo de las plantas. Primera edición, Ed. Limusa. México. 239 p.

Salisbury, F; Ross, C. (1994). Fisiología Vegetal. Primera edición. Grupo Editorial Iberoamericana. México. 759 p.

Sivori, E. et al. (1986). Fisiología Vegetal. Buenos Aires, AR. Editorial Hemisferio Sur. Pp. 441-444.

Villee, C. (1992). Biología. Séptima edición. Ed. McGRAW-HILL. México. 875 p.

Weaver, R. (1976). Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Editorial Trillas, México. 622p.

## **ANEXOS**

### Anexo 1. Días a la floración

	BLOQUE 1º	BLOQUE 2º	BLOQUE 3º	BLOQUE 4º	Promedio
T <sub>0</sub>	86	81	85	87	84.75
T <sub>1</sub>	78	79	82	82	80.25
T <sub>2</sub>	75	76	80	79	77.50
T <sub>3</sub>	79	77	79	81	79.00
T <sub>4</sub>	78	80	81	76	78.75

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 2. Altura a los 60 días

	BLOQUE 1º	BLOQUE 2º	BLOQUE 3º	BLOQUE 4º	Promedio
T <sub>0</sub>	45,62	50,42	48,63	48,25	48,23
T <sub>1</sub>	47,63	50,01	52,32	50,25	50,05
T <sub>2</sub>	56,25	52,12	51,42	52,32	53,03
T <sub>3</sub>	57,62	56,41	55,99	58,42	57,11
T <sub>4</sub>	59,41	58,62	57,21	59,00	58,56

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 3. Altura a los 90 días

	BLOQUE 1º	BLOQUE 2º	BLOQUE 3º	BLOQUE 4º	Promedio
T <sub>0</sub>	69,45	65,84	67,50	65,41	67,05
T <sub>1</sub>	74,12	72,41	70,21	71,21	71,98
T <sub>2</sub>	75,32	74,14	71,41	70,41	72,82
T <sub>3</sub>	76,51	75,12	73,80	74,21	74,91
T <sub>4</sub>	75,25	74,12	76,15	76,32	75,46

Fuente: Elaboración propia

#### Anexo 4. Número de tubérculos por planta

	BLOQUE 1º	BLOQUE 2º	BLOQUE 3º	BLOQUE 4º	Promedio
T <sub>0</sub>	4	6	5	4	5
T <sub>1</sub>	8	7	6	7	7
T <sub>2</sub>	8	7	8	6	7
T <sub>3</sub>	8	6	7	9	8
T <sub>4</sub>	7	8	6	8	7

Fuente: Elaboración propia

#### Anexo 5. Diámetro del tubérculo

	BLOQUE 1º	BLOQUE 2º	BLOQUE 3º	BLOQUE 4º	Promedio
T <sub>0</sub>	4,65	4,32	4,79	4,06	4,46
T <sub>1</sub>	5,12	5,20	5,02	5,01	5,08
T <sub>2</sub>	5,14	5,36	5,41	5,36	5,32
T <sub>3</sub>	6,60	5,95	6,23	6,51	6,32
T <sub>4</sub>	6,75	7,03	7,14	6,99	6,98

Fuente: Elaboración propia

#### Anexo 6. Peso del tubérculo

	BLOQUE 1º	BLOQUE 2º	BLOQUE 3º	BLOQUE 4º	Promedio
T <sub>0</sub>	198,00	156,84	178,96	193,25	181,76
T <sub>1</sub>	220,32	198,36	215,84	203,12	209,41
T <sub>2</sub>	225,21	232,52	219,51	227,63	226,21
T <sub>3</sub>	236,14	241,32	250,63	258,12	184,52
T <sub>4</sub>	245,63	280,41	275,21	269,41	267,66

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 7. Rendimiento t/ha

	BLOQUE 1º	BLOQUE 2º	BLOQUE 3º	BLOQUE 4º	Promedio
T <sub>0</sub>	21,42	21,06	19,98	20,71	20,79
T <sub>1</sub>	30,45	31,25	34,02	36,74	33,11
T <sub>2</sub>	34,85	36,08	34,71	36,12	35,44
T <sub>3</sub>	38,41	39,10	40,11	42,32	39,99
T <sub>4</sub>	45,21	46,74	49,32	47,32	47,15

Fuente: Elaboración propia