

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Agronomía

**INFLUENCIA DE CUATRO BIOESTIMULANTES FOLIARES
EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum
tuberosum* L.) VARIEDAD UNICA EN CONDICIONES
DEL DISTRITO DE CALANA – TACNA**

TESIS

Presentada por:

Bach. ABEL EDUARDO GÓMEZ JANAMPA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TACNA – PERÚ

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Agronomía

TESIS

"INFLUENCIA DE CUATRO BIOESTIMULANTES FOLIARES EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD UNICA EN CONDICIONES DEL DISTRITO DE CALANA - TACNA"

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 23 DE DICIEMBRE DEL 2019
SIENDO EL JURADO CALIFICADOR:

PRESIDENTE:


MSc. ARÍSTIDES CHOQUEHUANCA TINTAYA

SECRETARIO:


MSc. NIVARDO NÚÑEZ TORREBLANCA

VOCAL:


Mgr. VIRGILIO SIMÓN VILDOSO GONZÁLES

ASESOR:


MSc. MAGNO SANTOS ROBLES TELLO

DEDICATORIA

Gracias a Dios por su bendición, guía y protección en cada etapa de mi vida, dándome tranquilidad, fortaleza e inspiración, gracias a mis seres queridos, por su apoyo y compañía para lograr mis metas en la vida.

Gracias a mis padres y hermanos por su amor y cuidado, sus consejos y apoyo incondicional para que yo alcance mis metas de éxito profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por bendecirme y guiarme por el sendero de la vida, por darme fortaleza, sabiduría, aprendizaje y sobre todo felicidad.

A la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, en especial a mí querida Escuela de Agronomía.

Agradezco a mis profesores por su paciencia y enseñanza que han forjado en mi futuro profesional y me han hecho una buena persona. Un agradecimiento especial a quienes me apoyaron durante todo el tiempo que duró esta investigación.

Al Ing. MSc. Magno Santos Robles Tello por su especial colaboración y asesoría.

Agradezco de manera especial a mis padres y hermanos por apoyarme y estar pendientes de mí. A mis compañeros, amigos, parientes por su apoyo en la realización y culminación de esta investigación.

CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	3
1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Formulación del problema	5
1.3. Delimitación de la investigación	6
1.3.1. Espacio geográfico	6
1.3.2. Tiempo	6
1.4. Justificación	6
1.5. Limitaciones	8
CAPÍTULO II: OBJETIVO E HIPÓTESIS	9
2.1. Objetivo	9

2.2.	Hipótesis	9
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL		10
3.1.	Antecedentes	10
3.2.	Bioestimulantes	12
3.2.1.	Definición	12
3.2.2.	Acción de los Bioestimulantes	13
3.2.3.	Clasificación de los bioestimulantes	14
3.2.4.	Tipos de bioestimulantes agrícolas.....	14
3.2.5.	Ventajas del uso de los bioestimulantes	24
3.2.6.	Bioestimulantes comerciales	25
3.3.	Cultivo de papa	29
3.3.1.	Origen e historia	29
3.3.2.	Descripción taxonómica	30
3.3.3.	Descripción botánica	31
3.3.4.	Descripción morfológica	31
3.3.5.	Condiciones edafoclimáticas del cultivo.....	32
3.3.6.	Fisiología de la papa	35
3.4.	Variedad UNICA.....	38
3.4.1.	Características de la variedad UNICA	38
3.4.2.	Origen	39
3.4.3.	Descripción varietal	40

3.4.4. Comportamiento agronómico	41
3.4.5. Atributos para el mercado.....	42
3.4.6. Cosecha	42
3.4.7. Manejo post cosecha.....	43
CAPÍTULO IV: MATERIALES Y MÉTODOS.....	45
4.1. Tipo de investigación.....	45
4.2. Ubicación	45
4.3. Características del suelo experimental	45
4.4. Condiciones climáticas	47
4.5. Material experimental	48
4.6. Variables de respuesta.....	51
4.6.1. Altura de planta	51
4.6.2. Número de tubérculos por planta.....	52
4.6.3. Diámetro de los tubérculos	52
4.6.4. Peso de tubérculos por planta (kg)	52
4.6.5. Peso de tubérculos por unidad experimental (kg).....	52
4.6.6. Rendimiento total	53
4.6.7. Rendimiento por categorías.....	53
4.7. Características del campo experimental.....	53
4.8. Diseño Experimental	55
4.9. Conducción del Experimento.....	55

4.9.1. Obtención de semilla	55
4.9.2. Selección de la semilla.	55
4.9.3. Tratamiento de la semilla.....	56
4.9.4. Preparación del suelo.....	56
4.9.5. Abonado de fondo	56
4.9.6. Marcado y alineamiento del área experimental.....	57
4.9.7. Siembra.....	57
4.9.8. Riegos.....	57
4.9.9. Control de malezas.....	57
4.9.10. Aporque.....	58
4.9.11. Fertilización	58
4.9.12. Aplicación de los bioestimulantes	59
4.9.13. Manejo fitosanitario	60
4.9.14. Cosecha	61
CAPÍTULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	62
5.1. Altura de planta (cm)	62
5.2. Número de tubérculos por planta (unidad)	63
5.3. Diámetro polar de tubérculos (cm)	65
5.4. Diámetro ecuatorial de tubérculos (cm).....	66
5.5. Peso de tubérculos por planta (kg).....	67

5.6. Peso de tubérculos por unidad experimental (kg).....	69
5.7. Rendimiento total de tubérculos (t ha ⁻¹).....	70
5.8. Rendimiento de la categoría extra (t/ha).....	74
5.9. Rendimiento de la categoría primera (t/ha)	76
5.10. Rendimiento de la categoría segunda (t/ha).....	78
CONCLUSIONES	80
RECOMENDACIONES.....	81
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Cantidad porcentual de aminoácidos presentes en Fitoamin	26
Tabla 2.	Composición química de Basfoliar algae.....	27
Tabla 3.	Calibres de los tubérculos en relación a los diámetros mayor y menor (mm) y peso (g) de la variedad UNICA	44
Tabla 4.	Caracterización del análisis de suelo del campo experimental	46
Tabla 5.	Temperaturas registradas en el campo experimental, 2017.....	48
Tabla 6.	Análisis de varianza de altura de planta de papa var. UNICA.....	62
Tabla 7.	Prueba de rangos múltiples de Duncan de altura de planta de papa variedad UNICA.....	63
Tabla 8.	Análisis de varianza de número promedio de tubérculos/planta de papa variedad UNICA	63
Tabla 9.	Prueba de rangos múltiples de Duncan del número promedio de tubérculos por planta de papa variedad UNICA (unid).....	64

Tabla

10.....	Análisis de varianza de diámetro polar de tubérculos de papa variedad UNICA (cm)	65
Tabla 11.	Prueba de rangos múltiples de Duncan de diámetro polar de tubérculos de papa variedad UNICA (cm)	65
Tabla 12.	Análisis de varianza de diámetro ecuatorial de tubérculos de papa variedad UNICA.....	66
Tabla 13.	Prueba de rangos múltiples de Duncan de diámetro ecuatorial de tubérculos de papa variedad UNICA (cm)	67
Tabla 14.	Análisis de varianza de peso de tubérculos/planta de papa var. UNICA.....	67
Tabla 15.	Prueba de rangos múltiples de Duncan de peso de tubérculos por planta de papa variedad UNICA (Kg).....	68
Tabla 16.	Análisis de varianza de peso de tubérculos/unid. Experimental de papa var. UNICA	69
Tabla 17.	Prueba de rangos múltiples de Duncan de peso de tubérculos/unid Exp. de papa var. UNICA	69
Tabla 18.	Análisis de varianza de rendimiento total de tubérculos (t ha ⁻¹) de papa var. UNICA.....	70
Tabla 19.	Prueba de significación de Duncan de rendimiento (t ha ⁻¹)	71

Tabla 20. Análisis de varianza de rendimiento de tubérculos categoría extra (t/ha) de papa var. UNICA	74
Tabla 21. Prueba de significación de Duncan de rendimiento de tubérculos categoría extra (t/ha) de papa var. UNICA	75
Tabla 22. Análisis de varianza de rendimiento de tubérculos categoría primera (t/ha) de papa var. UNICA	76
Tabla 23. Prueba de significación de Duncan de rendimiento de tubérculos categoría primera (t/ha) de papa var. UNICA	77
Tabla 24. Análisis de varianza de rendimiento de tubérculos categoría segunda (t/ha) de papa var. UNICA	78
Tabla 25. Prueba de significación de Duncan de rendimiento de tubérculos categoría segunda (t/ha) de papa var. UNICA	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. La genealogía de la variedad UNICA	40
Figura 2. Croquis del área experimental	54

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Datos originales de altura de planta de papa var. UNICA	90
Anexo 2. Datos originales de número promedio de tubérculos por planta de papa variedad UNICA.....	90
Anexo 3. Datos originales de diámetro polar de tubérculos por planta de papa var. UNICA	90
Anexo 4. Datos originales de diámetro ecuatorial de tubérculos por planta de papa var. UNICA	91
Anexo 5. Datos originales de peso de tubérculos por planta de papa var. UNICA.....	91
Anexo 6. Datos originales de peso de tubérculos por unidad experimental de papa var. UNICA.....	91
Anexo 7. Datos originales de rendimiento total de tubérculos por hectárea de papa var. UNICA	92
Anexo 8. Conducción del experimento.....	92
Anexo 9. Desarrollo del cultivo.....	97
Anexo 10. Toma de datos	100

RESUMEN

Se realizó el trabajo de investigación con el objetivo de evaluar la influencia de cuatro bioestimulantes foliares en el rendimiento de papa (*Solanum tuberosum* L.) var. UNICA. El ensayo se realizó desde mayo hasta setiembre del 2017 en el fundo de propiedad del señor “Juan Gómez Apaz”, Sector Piedra Blanca, distrito de Calana – Tacna. Los tratamientos en campo se implementaron en un diseño experimental de bloques completos aleatorios con cuatro repeticiones. Se evaluaron cinco tratamientos t1: Fitoamin, t2: Basfoliar algae, t3: Stymgen, t4: Triggrr foliar y t0: control (sin aplicación). Los resultados indican que el tratamiento t1: Fitoamin obtuvo el mejor rendimiento total de 58,96 t ha⁻¹, asimismo fue el Bioestimulante que logró el mayor rendimiento de tubérculos comerciales en la categoría primera con promedio de 33,44 t ha⁻¹.

Palabras clave: Bioestimulantes foliares, tubérculos, categorías comerciales, *Solanum tuberosum* L.

ABSTRACT

The research work was conducted with the objective of evaluating the influence of four foliar biostimulants on the yield of potato (*Solanum tuberosum* L.) var. UNICA. The trial was conducted from May to September 2017 at the Juan Gomez farm, Piedra Blanca Sector, district of Calana - Tacna. Field treatments were implemented in a randomized complete block experimental design with four replications. Five treatments were evaluated: t1: Fitoamin, t2: Basfoliar algae, t3: Stymgen, t4: Triggrr foliar and t0: control (no application). The results indicate that the treatment t1: Fitoamin obtained the best total yield of 58.96 t ha⁻¹, it was also the Biostimulant that achieved the highest yield of commercial tubers in the first category with an average of 33.44 t ha⁻¹.

Key words: foliar biostimulants, tubers, commercial categories, *Solanum tuberosum* L.

INTRODUCCIÓN

La papa es uno de los cultivos de mayor importancia en nuestro país, lo que nos permite estar en constante búsqueda y evaluación de nuevas alternativas para incrementar los rendimientos y mejorar la productividad. La papa es un producto que en una porción de 100 g contiene 78 g de humedad; 18,5 g de almidón; 560 mg de potasio y 20 g de vitaminas; esto hace que la papa sea el alimento tradicional en dieta de los peruanos y cuyo consumo per cápita sea de 85 kg/año. La papa es la base alimentaria de la región andina, además es el alimento que está presente en la dieta diaria, contribuyendo con la seguridad alimentaria de la población mundial.

Después del trigo y arroz, la papa es el cultivo con más área sembrada a nivel nacional. En la campaña agrícola del 2016 se sembraron 381 530 hectáreas en la sierra y costa del Perú. En la sierra la época de siembra empieza en septiembre y finaliza en diciembre, mientras que en la costa se siembra en otoño. En nuestra región de Tacna la siembra se realiza de mayo a junio.

Los Bioestimulantes vegetales contienen algunos nutrientes, extractos de algas marinas, sustancias húmicas, aminoácidos, reguladores de crecimiento, microorganismos, bacterias promotoras del crecimiento, entre

otros productos naturales. Los Bioestimulantes, estimulan el crecimiento de las plantas, incluso cuando se aplican en pequeñas cantidades; estimulan el crecimiento del sistema radicular de la planta, aumentando la absorción de nutrientes; en las investigaciones realizadas se cree que los aminoácidos y péptidos presentes en los Bioestimulantes pueden actuar como moléculas de señalización similar a las fitohormonas. Los Bioestimulantes en algunos casos dan resistencia a las plantas cuando sufren algún estrés abiótico (estrés hídrico, salinidad, heladas, otros) y cuando es atacada por insectos, hongos y bacterias (estrés biótico).

En la actualidad estos productos son muy utilizados en la agricultura convencional, útiles para incrementar los rendimientos de los cultivos. Con las investigaciones realizadas se conocen sus efectos de los bioestimulantes sobre los cultivos. Sin embargo, en ciertos casos se desconoce el mecanismo exacto o el modo de acción en las plantas. Durante la última década, se han identificado nuevos compuestos bioactivos o microorganismos benéficos, de esto se conoce con mayor precisión los mecanismos bioquímicos y fisiológicos involucrados en su accionar en la planta.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la última década se ha incrementado el rendimiento de la papa a nivel mundial llegando a 381,7 millones de toneladas en la campaña agrícola del 2014, siendo China el país con mayor producción aportando la cuarta parte, le siguen India, Rusia, Ucrania y Estados Unidos de América.

Según las estadísticas de la FAO en el 2014, el Perú se encuentra en el puesto 14 en producción de papa. Sin embargo, en América es el segundo país con mayor producción, después de los Estados Unidos, mientras que en América del Sur es el primer productor. En cuanto al área cultivada el Perú se encuentra en el octavo lugar con 380 530 has y un rendimiento promedio de 14 778 kg ha⁻¹. El rendimiento promedio nacional de papa en nuestro país es inferior en 26,0 % frente al promedio mundial, incluso menor a los rendimientos obtenidos por nuestros países vecinos como: Ecuador cuyo rendimiento es 18 449 kg ha⁻¹, Colombia con 20 042 kg ha⁻¹, Brasil con 27 941 t ha⁻¹ y Chile con 21 675 kg ha⁻¹. Los bajos rendimientos en nuestro país se deben también a que la papa es cultivada en más del 80 % de su producción en la región de la sierra, en terrenos con topografías difíciles de mecanizar.

La papa en el Perú es económica y socialmente importante; en el año 2016 llegó a 10,6 % de valor bruto de la producción (VBP), siendo el segundo producto más cultivado y significativo en la agricultura nacional, solamente superado por el arroz con 13,4 % de VBP. Socialmente la papa es el sustento de trabajo de aproximadamente unas 700 000 familias según los datos reportados en el IV censo agropecuario realizado en el año 2012; la mayor parte se encuentran en las zonas altoandinas del país. Se estima que en la campaña del 2016 se generó 33,4 millones de jornales de trabajo lo que representó 4,0 % del PBI agrícola.

Actualmente, con la finalidad de hacer una agricultura sostenible y más eficiente, las diferentes industrias de agroquímicos lanzaron al mercado una variedad de productos comerciales, siendo uno de ellos los Bioestimulantes foliares de distinta composición como: micronutrientes, extractos de algas marinas, sustancias húmicas, aminoácidos y reguladores del crecimiento. Asimismo, se encuentra bioestimulantes con microorganismos y bacterias promotoras del crecimiento de plantas.

Los agricultores aun no utilizan los bioestimulantes en la producción agrícola, esto debido al desconocimientos de sus efectos sobre las plantas. En la producción de papa los bioestimulantes son poco utilizados a pesar de los grandes beneficios como aumento del tamaño, peso y color del

tubérculo, incremento del rendimiento; debido a que estimulan el crecimiento del sistema radicular haciendo más eficiente la absorción de macro y micronutrientes. Además, los bioestimulantes reducen los daños causados por el estrés abiótico (frio, calor, alta radiación, heladas, déficit hídrico, salinidad, otros) y daños por insectos y fitopatógenos.

Con esta investigación se busca una alternativa para incrementar el rendimiento de papa en condiciones del sector Piedra Blanca, distrito de Calana, región de Tacna aplicando bioestimulantes foliares en base a aminoácidos, extractos de algas marinas, sustancias húmicas y reguladores de crecimiento como las citoquininas, para lo cual se formuló las siguientes interrogantes.

1.2. Formulación del problema

¿Que bioestimulante influirá en el rendimiento de papa variedad UNICA en condiciones del sector de Piedra Blanca, distrito de Calana?

1.3. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Espacio geográfico

El trabajo de investigación se realizó en el fundo de propiedad del Sr. Juan Gómez Apaz, ubicado en el kilómetro 13 de la comisión de regantes del valle viejo del Caplina, en el sector Piedra Blanca del distrito de Calana, provincia y departamento de Tacna.

1.3.2. Tiempo

El tiempo que se ejecutó la investigación fue entre los meses de mayo y setiembre del año 2017.

1.4. Justificación

La papa fue domesticada por los antiguos peruanos hace 8 000 años a orillas del lago Titicaca, en la frontera con Bolivia, desde tiempos inmemoriales hasta hoy, la papa ha sido el alimento básico en la dieta de los peruanos, consumiéndose de diferentes maneras y también se consume sola.

Después del trigo, arroz y maíz, la papa es el alimento de mayor importancia contribuyendo a la dieta por su alto valor nutricional, agua, almidón, vitaminas y minerales, produce más calorías que otros alimentos.

La papa se produce en una diversidad de climas y suelos, la planta es resistente a virus, tolera heladas.

La papa, es uno de los alimentos de mayor importancia en nuestro país, por lo que es necesario buscar nuevas alternativas para incrementar su rendimiento. Los bioestimulantes podrían ser una alternativa para lograr el incremento en la producción de papa. La industria agrícola, en la actualidad han fabricado una infinidad de productos como los bioestimulantes foliares, de diferente composición química como extracto de algas, citoquininas, aminoácidos, sustancias húmicas, que al ser aplicados a las plantas son absorbidos rápidamente estimulando el crecimiento de raíces haciendo más eficiente la absorción de agua y nutrientes.

Por lo mencionado anteriormente, es de suma importancia realizar investigaciones sobre la influencia, modo de acción, momentos y dosis de aplicación de los bioestimulantes para utilizarlo como nueva tecnología que nos permita incrementar el rendimiento en el cultivo de papa. Por lo tanto, la aplicación de bioestimulantes foliares en el cultivo de papa var. UNICA en condiciones del distrito de Calana - Tacna, se justifica trazando una alternativa de solución al problema de bajos rendimientos en el cultivo de papa en la región.

1.5. Limitaciones

En la región de Tacna, no se han realizado investigaciones sobre la influencia, efectos, modo de acción los bioestimulantes foliares en el cultivo de la papa. Debido a esto los agricultores desconocen los beneficios de los bioestimulantes para incrementar los rendimientos en el cultivo de papa.

La mano de obra es escasa en la zona, para realizar las labores agronómicas del cultivo de papa, lo que hace que los costos de producción se incrementen.

CAPÍTULO II

OBJETIVO E HIPÓTESIS

2.1. Objetivo

Determinar el bioestimulante con mayor rendimiento en el cultivo de papa var. UNICA en condiciones del distrito de Calana.

2.2. Hipótesis

Al menos un bioestimulante influye en el rendimiento del cultivo de papa var. UNICA en condiciones del distrito de Calana.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

3.1. Antecedentes

Guerrero, Caseres, Lagos, & Sañubo (1995), determinaron el efecto de los bioestimulantes Cytozyme y Humiforte en el crecimiento, producción y calidad de la papa. Se realizó tratamientos en semillas y se realizaron aplicaciones foliares de los bioestimulantes. El área foliar se incrementó cuando los bioestimulantes fueron aplicados a la semilla y foliarmente; la tasa de asimilación neta, la tasa de crecimiento del cultivo y relativo también se incrementó, el índice de cosecha y el rendimiento se incrementaron, la mayor rentabilidad con 164 % se obtuvo con ambos bioestimulantes aplicados en semilla y foliarmente.

Villegas (2016), evaluó el efecto del bioestimulante Kelpak en la tuberización y rendimiento de papa. La investigación se realizó en el valle viejo de Tacna en el 2015. Se aplicó cuatro dosis de Kelpak 1,5; 2,0; 2,5 y 3,0 L ha⁻¹ y un control (sin aplicación). Los resultados indican que a mayor dosis, el rendimiento se incrementa, obteniendo un rendimiento de 47 t ha⁻¹ con 3 L ha⁻¹ de Kelpak.

Del Aguila (2013), evaluó el uso de bioestimulantes en el rendimiento de papa cv. 'UNICA'. El objetivo fue probar la eficiencia de los bioestimulantes *Promalina*, *Ergostim* y *Agrostemin* con dos dosis. La siembra se realizó en primavera en la irrigación La Joya, Arequipa. los bioestimulante se aplicaron en tres momentos utilizando una dosis baja según las recomendaciones del fabricante y otra 50 % más que la dosis baja. El bioestimulante *Agrostemin* con altas dosis incrementó el número de tubérculos; mientras que la dosis baja logró el mayor rendimiento con 60,7 t ha⁻¹, donde el 85 % fue categoría primera, 12% segunda y 3 % tercera y una rentabilidad de 2,96.

Ancajima (2016), evaluo la aplicacion de bioestimulantes en la papa, esta investigacion se realizo en el valle de Cañete. Los bioestimulantes evaluados fueron fitoaminincremento el porcentaje de brotamiento con 99,75 %, mayor crecimiento vegetativo, y mayor rendimiento por hectarea con 40 t ha⁻¹.

Vega (2018), Caracterizo el ritmo de crecimiento y tuberización de dos variedades precoces bajo condiciones de costa central, con esta investigación se concluyó que: Las dosis de fertilización de 180-120-160 y 240-160-150 Kg/ha de NPK no produjeron cambios importantes en los

diferentes indicadores del crecimiento, tuberización y rendimiento, estos resultados se atribuyen al estado de fertilidad inicial del suelo experimental.

3.2. Bioestimulantes

3.2.1. Definición

La definición más acertada y consensuada a nivel mundial sobre los bioestimulantes es “cualquier sustancia o microorganismo, y mezcla entre ambos, que tienen un efecto positivo al ser aplicado a las plantas, mejorando la eficiencia de la absorción de los nutrientes, mejorando las características agronómicas y el rendimiento; los bioestimulantes dan tolerancia a las plantas frente al estrés biótico y abiótico (Du Jardin, 2015).

García (2017), define a los bioestimulantes como productos que mejoran el crecimiento vegetativo, desarrollo y el rendimiento de los cultivos. Otras definiciones indican que son compuestos líquidos que contienen macro y micronutrientes que estimulan las funciones químicas de las plantas, potenciando su expresión metabólica y fisiológica (Saborio, 2002)

Los bioestimulante mejorar la calidad de los productos agrícolas, estimulan el crecimiento y desarrollo de los diferentes órganos de las plantas como raíces, hojas, y frutos; reduce los daños causados por estrés biótico y abiótico (Du Jardin, 2015).

Los bioestimulantes tienen acción interna y externa, tienen efectos sobre la estructura del suelo mejorando su fertilidad, aumentan la disponibilidad de los nutrientes, mejora la tasa de fotosíntesis neta, incrementando la eficiencia metabólica de la planta (García, 2017).

3.2.2. Acción de los Bioestimulantes

Du Jardin (2015), menciona que los bioestimulantes tienen acción positiva en las plantas, activan el metabolismo de dos formas diferentes:

La prolina se incrementa dándole mayor tolerancia a las plantas frente al estrés hídrico o térmico; resistencia a patógenos o insectos plaga.

El efecto de la potenciación de los bioestimulantes externamente se observa:

- a. Incremento en el rendimiento, mejor calidad de las cosechas, mejor color, firmeza, uniformidad en tamaño y peso, mejor pérdida postcosecha.
- b. Mayor crecimiento vegetativo, mayor vigor, incremento de la brotación y aumento del crecimiento radicular.

3.2.3. Clasificación de los bioestimulantes

Los bioestimulantes son productos novedosos que su reglamentación aún no está completamente cerrada (Du Jardin, 2015). Los investigadores, reguladores, productores y agricultores llegaron a consenso sobre la definición de los bioestimulantes y sus principales categorías (García, 2017). Este mismo autor señala que los bioestimulantes son moléculas de gran estructura, con diferente origen y composición química como hormonas, extracto de algas y plantas activos metabólicamente, aminoácidos, ácidos orgánicos, sustancias húmicas utilizados para incrementar el crecimiento vegetativo y el rendimiento en condiciones de estrés.

3.2.4. Tipos de bioestimulantes agrícolas

Bioestimulantes a base aminoácidos y mezclas de péptidos

Son obtenidos por hidrolisis de proteínas química o enzimática provenientes de residuos de cultivos, animales (Caraveo, 2018), puras o mezcladas (INTAGRI, 2018). También son consideradas bioestimulantes moléculas nitrogenadas como betaínas, poliaminas, aminoácidos no proteicos sus efectos beneficiosos en los cultivos aún no están bien estudiados (Caraveo, 2018).

Los aminoácidos son sustancias orgánicas compuestos por un grupo amino (NH_2) y un carboxilo (COOH). Son constituyentes de las proteínas entre los más importantes están alanina, arginina, asparagina, ácido aspártico, ácido glutámico, cisteína, glutamina, histidina, glicina, leucina, isoleucina, lisina, fenilalanina, metionina, prolina, serina, treonina, triptófano, tirosina y valina, todos estos aminoácidos son conocidos como alfa-aminoácidos. El grupo amino y carboxilo se encuentran unidos a un mismo átomo de carbono y un grupo variable (R) donde se diferencian las moléculas de los 20 aminoácidos del grupo alfa-aminoácidos (Cui & Shabala, 2007).

La base fundamental de cualquier molécula biológica son los aminoácidos, sin la presencia de estos el proceso biológico no se realiza o funciona (INTAGRI, 2018).

Los aminoácidos son ricos en nitrógeno, constituyentes de las proteínas. Asimismo, son precursores de otras moléculas, como las vitaminas, nucleótidos y alcaloides (Pozo, 2017).

Los aminoácidos tienen efectos positivos en las plantas, incrementan el rendimiento y mejoran la calidad de las cosechas. Las plantas sintetizan de manera natural aminoácidos a partir del nitrógeno, carbono, oxígeno e hidrógeno; mediante un proceso bioquímico muy complejo y con alto gasto

de energía. De modo que, la utilización de aminoácidos en etapas críticas o en estreses abióticos o bióticos permite a la planta un ahorro de energía para un mejor desempeño de las funciones metabólicas (Mladenova et al., 1998).

Una cadena de aminoácidos forman una molécula de proteína cuya función en la planta es estructural, funcional y hormonal (Caraveo, 2018). Los aminoácidos tienen un rol importante sobre el crecimiento vegetativo, vigorosidad. Estimulan el crecimiento de raíces en plantas recién trasplantadas, activan el crecimiento vegetativo en plantas jóvenes, estimula la floración, el cuajado y crecimiento de frutos en frutales. El triptófano es precursor del ácido indol acético promoviendo el crecimiento y desarrollo del sistema radicular (García, 2017; Cui & Shabala, 2007). Por otro lado, la aplicación de los aminoácidos en las plantas, reducen los efectos del estrés biótico y abiótico (INTAGRI, 2018; Ardebili, Moghandam, Ardebili, & Pashaie, 2012).

El ácido glutámico es el aminoácido más utilizado debido que estimula el crecimiento de los meristemas apicales, reduce los efectos del estrés, interviene en el transporte y asimilación del nitrógeno (Mladenova et al., 1998; INTAGRI, 2018). La prolina y el ácido glutámico intervienen en la germinación del grano de polen, generando el crecimiento del tubo polínico

(Du Jardin, 2015). La glicina, el ácido aspártico e hidroxiprolina estimulan la germinación y crecimiento del tubo polínico (Caraveo, 2018). La aplicación de los aminoácidos, se realiza foliarmente o vía sistema de riego estas deben realizarse a primeras horas del día o en la tarde, las dosis se aplican de acuerdo a la recomendación del fabricante (Pozo, 2017).

Bioestimulantes a base de extractos de algas y de plantas

El extracto de algas en las plantas es utilizado desde hace mucho tiempo, pero su efecto bioestimulante recién está siendo investigado (Norrie & Neyli, 2015). En los últimos años el uso en la agricultura del extracto de algas se ha incrementado. La laminarina, el alginato y carragenanos son los componentes principales de los extractos. Otros compuestos junto a los macro y micronutrientes, esteroides y hormonas tienen un efecto promotor sobre el crecimiento (Canales, 1999).

Los extractos de algas marinas es el más conocido y aplicado en las plantas, la aplicación en el suelo incrementa el crecimiento de las raíces aumentando la absorción de los nutrientes incrementando los rendimientos y calidad de los frutos. Las plantas aparte de los 17 nutrientes esenciales requiere también de pequeñas cantidades de reguladores de crecimiento. Dentro de los efectos de las algas marinas, los ácidos algínicos, fúlvicos y manitol tienen efecto quelatantes, asimismo más de 5 000 enzimas y

algunos biocidas producen resistencia frente al ataque de plagas y enfermedades (García, 2017).

Las algas marinas que se aplican en la agricultura, se encuentran en diferentes presentaciones como extractos, polvos solubles y harinas. Investigaciones realizadas utilizando estas sustancia en diferentes países concluyen que las algas marinas tienen efectos positivos, por ejemplo en el maní las algas marinas incrementaron el volumen de las semillas y el contenido de proteína; en el coliflor se incrementó el diámetro de la inflorescencia; en el crisantemo se redujo el ataque de arañita roja e insectos picadores chupadores; en el pimiento la absorción de micronutrientes como el B, Cu, Fe, Mn y Zn se incrementó, el rendimiento en maíz y frejol aumento considerablemente, de 1,4 a 7,7%; en el pepino el rendimiento se incrementó en un 40%, asimismo se redujo el ataque de arañita roja y se prolongó la vida postcosecha de los frutos; hubo resistencia de las plantas de tomate frente a las heladas (Canales, 1999).

Las algas marinas son una alternativa para incrementar los rendimientos de los cultivos, debido a que no contaminan el ambiente. En los últimos años se ha descubierto el modo de acción de estos productos; sin embargo, aún falta mucho por investigar sobre los efectos, mecanismos de acción,

dosis y frecuencias de aplicación entre otros, de esta manera sacarles un buen provecho (Arteaga et al., 2007).

Bioestimulante a base de algas pardas

Las algas marinas son los compuestos más utilizados en la agricultura, su efecto estimulante sobre el crecimiento del sistema radicular, incrementa la absorción de nutrientes, da resistencia al estrés biótico y abiótico (Canales, 1999).

Los extractos de algas en forma líquida, aporta cantidades mínimas de nutrientes, tienen un efecto en el crecimiento y desarrollo del sistema radicular. Estos bioestimulantes brindan tolerancia a las plantas frente al estrés y ataque de plagas. Las principales reacciones metabólicas de las plantas son estimuladas por azúcares especiales como polisacáridos, que se encuentran en las algas marinas (García, 2017)

Bioestimulantes Orgánico

Son sustancias orgánicas de origen natural que son aplicadas en pequeñas cantidades a las plantas cuyo efecto es positivo sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas. También, pueden ser hormonas como las auxinas, citoquininas, giberelinas y el ácido abscísico que al ser aplicados

en bajas concentraciones presentan estimulan el crecimiento y desarrollo de la planta (Turgeon, 2005).

Bioestimulantes de compuestos inorgánicos

Son aquellos compuestos que promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas, son llamados elementos beneficiosos, debido que solo son esenciales en algunas plantas. los elementos más comunes están aluminio (Al), cobalto (Co), sodio (Na), selenio (Se) y silicio (Si). Están presentes en el suelo en forma insolubles o como sales minerales y tienen efectos beneficiosos en las plantas como por ejemplo el Si refuerza las paredes celulares, el Se da resistencia frente al ataque de insectos y patógenos (Du Jardin, 2015).

Bioestimulantes a base hongos beneficiosos

Estos hongos benéficos interactúan de muchas con las plantas, mediante una simbiosis mutualista hasta un parasitismo. Las plantas han evolucionado con los hongos desde que las plantas se originaron en la tierra. Mas del 90% de las plantas forman simbiosis con las plantas entre los más importantes están los hongos micorríticos (Arteaga et al., 2007). En la agricultura sostenible el uso de hongos micorríticos se está convirtiendo en una alternativa para mejorar la nutrición, el balance hídrico, tolerancia al estrés entre otros (Calmet, 2003; Du Jardin, 2015).

Bioestimulantes a base de bacterias beneficiosas

Las plantas interactúan con muchas bacterias como las del género rizobios. Las bacterias se encuentran en el suelo e internamente en las células de las plantas (Arteaga et al., 2007). Las asociaciones pueden ser temporales o permanentes, tienen influencia negativa y positiva en la planta, en los ciclos biogeoquímicos. Aporta nutrientes mejorando su absorción, les da tolerancia a las plantas frente al estrés abiótico y biótico. Asimismo, tiene efecto en la nodulación de la planta (Canales, 1999).

Las bacterias tipo Rhizobium y las bacterias promotoras del crecimiento PGPRs se utilizan como bioestimulantes, los primeros considerados endosimbiontes mutualistas y los segundos mutualistas no endosimbiontes (Arteaga et al., 2007; Canales, 1999; Du Jardin, 2015).

Las auxinas y su papel en las plantas

El papel principal de las auxinas es estimular la división y alargamiento de las células en los diferentes tejidos jóvenes de la raíz, tallo, hoja, fruto, etc., por esto es considerada la hormona del crecimiento. Asimismo, estimula e induce la formación de nuevas raíces; por otro lado, interviene en el tropismo de las plantas, retarda la senescencia de la planta, inhibe el brotamiento lateral, evita la caída de nuevos órganos de las plantas. Esta hormona se sintetiza a partir del triptófano, siendo la auxina más relevante

y de mayor importancia el ácido indolacético (AIA). Las auxinas tienen una relación directa con el Zn y B una deficiencia de estos micronutrientes, la síntesis de auxinas en la planta disminuye o simplemente disminuyendo la división y elongación celular; en algunas especies el síntoma de entrenudos cortos indica una deficiencia de Zn y B y por ende una nula síntesis de AIA (Díaz, 2017).

Las citocininas y su papel en las plantas

Esta hormona se sintetiza generalmente en el ápice de la raíz, y en menor cantidad en otros tejidos jóvenes, sobre todo en los ápices lugar donde la división celular es intensa. Las citoquininas estimulan el brotamiento lateral, retardan la senescencia de las hojas, tienen efecto positivo en el movimiento de los nutrientes y el crecimiento de frutos; el movimiento de las citoquininas generalmente es acrópeto hacia los sitios de mayor demanda. El nitrógeno es el elemento que tiene relación positiva con la síntesis y presencia de esta fitohormona en los tejidos de la planta. Las citoquininas más importantes son la zeatina, benciladenina y la kinetina (Díaz, 2017).

Bioestimulantes a base de ácidos húmicos y fúlvicos

Los ácidos húmicos y fúlvicos son competentes de la materia orgánica de los suelos que se originan a partir de la descomposición de los residuos

de las cosechas y animales que son utilizados por los microorganismos del suelo. Los ácidos húmicos y fúlvicos son moléculas compuestas heterogéneas que se clasifican según su peso molecular y solubilidad (Ramírez, 2015).

Los ácidos húmicos y fúlvicos son sustancias húmicas, que tienen una influencia positiva en las plantas, mejoran la permeabilidad de las células de la membrana celular incrementando la absorción de los nutrientes; favorece el movimiento y asimilación de los nutrientes dentro de la planta. Mejora la tasa fotosintética debido a una mayor síntesis de la clorofila. Tiene importancia en la síntesis de vitaminas y minerales a través la producción de iones minerales absorbibles para las plantas (Cerisola, 2015). La aplicación de ácidos húmicos al suelo mejora la estructura de suelo mediante la formación de agregados de mayor estabilidad.

En el cultivo de frejol se ha observado una respuesta positiva cuando se aplicaron ácidos húmicos en diferentes concentraciones, la altura de planta aumentó cuando se aplicó 10 kg ha^{-1} de ácidos húmicos. Asimismo, aumento el porcentaje de floración en un 20%.

Los ácidos húmicos a bajas concentraciones promueven en crecimiento de raíces, asimismo estimulan la síntesis de AIA. Los ácidos húmicos quelatizan al Fe permitiendo su movimiento hasta la rizosfera donde es

liberado y absorbidos por la planta. Se ha observado en el tomate, fresa, pepino, cucurbitáceas, soya y capsicum, así como en frutales un efecto positivo sobre el rendimiento cuando se aplicó ácidos húmicos al suelo (Castro et al., 2015).

Los bioestimulantes enriquecidos con macro y micronutrientes y con ácidos húmicos y fúlvicos activan y mejoran positivamente el metabolismo de las plantas sin alterar otros procesos en las plantas (Ramírez, 2015). Los ácidos fúlvicos debido a su bajo peso molecular son rápidamente absorbidos por las plantas actuando como bioestimulantes (Saborio, 2002).

3.2.5. Ventajas del uso de los bioestimulantes

Los principales beneficios y ventajas de los bioestimulantes en las plantas según Du Jardin (2015) son: mayor crecimiento de las plantas; incrementa la absorción de nutrimentos, nutrientes de difícil ingreso los pone disponibles para su absorción; promueven la división, crecimiento celular y la formación de ácidos nucleicos; dan resistencia a las plantas frente a estrés biótico y abiótico.

3.2.6. Bioestimulantes comerciales

Fitoamin

Bioestimulante compuesto por aminoácidos libres de fácil asimilación que han sido obtenidos por hidrolisis de tejidos vegetales (DROKASA, 2010). La composición química de Fitoamin es 6,70 % de nitrógeno total, 22 a 24 % de aminoácidos libres, 42 a 50 % de aminoácidos totales y 22,5 % de carbono orgánico.

Beneficios de Fitoamin en las plantas, incrementa el brotamiento lateral y radicular, mejora el crecimiento y desarrollo de los frutos, elimina residuos de la aplicación constante de agroquímicos, da resistencia frente al ataque de patógenos y estrés hídrico, salinidad, radiación, alta temperatura y heladas. Asimismo, mejora la micro fauna y flora del suelo mejorando sus propiedades físicas, químicas y biológicas; incrementa el rendimiento y calidad de los frutos, mejora y prolonga la vida postcosecha (DROKASA, 2010).

Tabla 1. Cantidad porcentual de aminoácidos presentes en Fitoamin

Aminoácidos	%	Aminoácidos	%
Alanina	4,20%	Lisina	1,40%
Arginina	0,40%	Metionina	0,60%
Ac. Aspártico	1,30%	Ortina	2,00%
Ac. Glutámico	4,00%	Fenilalanina	1,00%
Glicina	8,10%	Prolina	5,00%
Hidroxilisina	1,70%	Serina	0,20%
Hidroxiprolina	2,60%	Treonina	0,40%
Histidina	0,30%	Tirosina	1,00%
Isoleucina	0,70%	Valina	1,30%
Leucina	1,40%		

Fuente: DROKASA (2010)

Basfoliar algae

Bioestimulante compuesto por algas marinas con altos contenidos de carbohidratos, vitaminas y fitohormonas obtenidos mediante un proceso moderno de extracción. Este bioestimulante esta complementados con macro y micronutrientes que potencian el crecimiento y desarrollo de las plantas (COMPOEXPER, 2010). Es de rápida asimilación debido a que contiene seis diferentes componentes que actúan como bioestimulantes en las plantas. Asimismo, está compuesto por alcoholes, azucres de cadenas cortas estimulando el crecimiento vegetativos mejorando la tasa fotosintética lo que se ve reflejado en un incremento de la producción (COMPOEXPER, 2010). Basfoliar algae esta complementado con macro y micronutrientes como 6 % de nitrógeno, 3 % de fosforo, 5 % de potasio, 0,3 % de magnesio y trazas de Fe, Cu, Mo y Zn.

Tabla 2. Composición química de Basfoliar algae

Carbohidratos	Aminoácidos	
Glucosa	Alanina	0,76 g/l
Manosa	Glicina	1,31 g/l
Fructosa	Valina	0,51 g/l
Xilosa	Treonina	0,29 g/l
Galactosa	Serina	0,35 g/l
Fitohormonas	Leucina	0,73 g/l
Auxinas	Isoleucina	0,34 g/l
Citoquininas	Prolina	0,69 g/l
Azucres - alcoholes	Cisteína	0,06 g/l
Carbohidratos	Hidroxiprolina	0,54 g/l
Bases orgánicas	Metionina	0,23 g/l
Vitaminas	Ac. Aspártico	0,69 g/l
A, B1, B2, C	Fenilalanina	0,45 g/l
Carotenos	Ac. Glutámico	0,93 g/l
Ac. Pantoténico	Lisina	0,57 g/l
Biotina	Tirosina	0,30 g/l
Ac. Fólico	Arginina	0,38 g/l
Ac. Nicotínico	Histidina	0,09 g/l

Fuente: COMPOEXPER. (2010).

Stymgen

Bioestimulante orgánico no hormonal obtenidos por fermentación enzimática controlada por cepas de bacterias seleccionadas, compuesto por aminoácidos activos, ácidos orgánicos, carbohidratos activados, ácido fólico y micronutrientes quelatados. Sus efecto en la planta son: regula el equilibrio hormonal y enzimático, mejora el transporte y absorción de nutrientes, mejora la resistencia al estrés abiótico (calor, frio y humedad) optimizando el metabolismo de las plantas, permite a la planta ahorrar

energía en un serie de transformaciones de los fertilizantes como la urea. Le da mayor resistencia a las plantas frente al ataque de plagas permitiendo tener plantas más vigorosas lo que se ve reflejado en un incremento de la producción y mejor calidad de las cosechas (VIAGRO, 2015).

Trigrrr foliar

Regulador de crecimiento de origen natural compuesto por citoquininas, enzimas y oligoelementos esenciales que al ser aplicados incrementa el rendimiento y mejora la calidad de los frutos. La composición química de Trigrrr foliar es de kinetina ($0,132 \text{ g L}^{-1}$), elementos minerales ($77,40 \text{ g L}^{-1}$) y materiales inertes ($922,48 \text{ g L}^{-1}$). Actúa en el crecimiento y diferenciación de células en los tejidos; los micronutrientes son esenciales e insustituibles en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Las citoquininas intervienen en el movimiento de los iones, evitan la degradación de las células e intervienen en el metabolismo de las plantas, favorecen la síntesis de proteínas y almidones ayudando a mantener las células turgentes lo que influye directamente en la tasa fotosintética. Asimismo, estimula el brotamiento y crecimiento de raíces y la formación de yemas y ramas laterales, estimula e incrementa el porcentaje de floración, evita la caída de frutos y mejora su crecimiento, promueve la formación de semillas, incrementa la resistencia y tolerancia al estrés abiótico (estrés hídrico,

calor, radiación, salinidad, heladas, frío, etc.) y biótico (plagas y enfermedades) (FARMEX, 2015).

3.3. Cultivo de papa

3.3.1. Origen e historia

El centro de origen de la papa es la zona alto andina de Sudamérica entre el lago Titicaca y el Cuzco. La papa pertenece a la familia de las solanáceas; es el tubérculo más cultivado en el mundo debido a su utilización en la dieta alimenticia (Cahuana & Arcos, 1993). Desde épocas muy antiguas, la papa ha sido utilizada como alimento, por lo que es considerada una fuente para la seguridad alimentaria en todo el mundo. La papa puede ser transformada en chuño y tunta para ser almacenada por muchos años para su posterior consumo. Este tubérculo es el cultivo que sobresale en las Sabanas del altiplano peruano, sobre todo las variedades nativas de la especie *Solanum tuberosum* L. En las orillas del lago Titicaca crece la especie *Solanum acaule* ocupando las zonas más húmedas y disminuyendo hacia el sur (Ochoa, 2001).

Hace más de 8 000 años inicia la historia de la papa a 3 800 msnm en las cercanías del lago Titicaca en la cordillera de los andes de América del Sur entre Perú y Bolivia. Según las investigaciones fueron los recolectores y cazadores del sur del continente que comenzaron a domesticar esta

especie hace 7 000 años (FAO, 2008). En América se encuentran unas 200 especies de papas nativas o silvestres. Sin embargo, fueron los agricultores de los andes centrales de Sudamérica quienes seleccionaron y mejoraron esta especie. Actualmente lo que se conoce como papa es la especie *Solanum tuberosum* L., esta especie solo contiene una parte de la diversidad genética de las siete especies de papa que se reconocen. En los andes se cultivan alrededor de 5 000 variedades de papa (FAO, 2008).

3.3.2. Descripción taxonómica

La papa (*Solanum tuberosum* L.) fue descrita por Linneo en 1753 según Egúzquiza & Barriga (1991):

Reino: Vegetal

División: Angiospermas

Clase: Dicotiledonea

Orden: Tubiflorales

Familia: Solanaceae

Género: *Solanum*

Especie: *tuberosum*

3.3.3. Descripción botánica

La papa es una planta herbácea anual, dicotiledónea, debido a que se propaga por tubérculos es considerada potencialmente una especie perenne. La siembra por semillas produce tubérculos pequeños que se utiliza para mejoramiento genético (Alonzo, 2002).

La planta de papa está formada por la parte aérea que cumple las funciones fisiológicas como fotosíntesis y respiración conformada por las hojas y tallo y la parte subterránea formada por las raíces adventicias que cumplen la función de absorción de agua y nutrientes y los tubérculos o tallos subterráneos que sirven como almacenamiento (Inostroza, 2009).

3.3.4. Descripción morfológica

La planta de papa es anual, herbácea de altura variable según la variedad varia de 1,0 a 1,5 m (Egúsqüiza, 2000).

Presenta un tallo aéreo, herbáceo, ramificado de coloración variada según las variedades pueden ser verde, marrón rojizo y morado. Hojas compuestas con hojuelas laterales primarias, secundarias y terciarias, imparipinnadas. Flores perfectas con coloración variada según las variedades puede ser blanco, azul, morado y rojo, también puede haber de dos colores (Inostroza, 2009).

Los tubérculos pueden ser de varias formas según la variedad, pueden ser redondos, ovalados, oblongos con ojos pronunciados que se distribuyen de forma en espiral. El color de los tubérculos también varía según la variedad pueden ser blanco cremoso, amarillo, anaranjado, rojo y morado, asimismo pueden ser de dos colores (Alonzo, 2002)

3.3.5. Condiciones edafoclimáticas del cultivo

Las condiciones climáticas y edáficas para el cultivo de papa varía según las variedades. Sin embargo, prefieren suelos con buen contenido de materia orgánica, franco arenosos, bien aireados, fértiles. A continuación, se describe los factores edafoclimáticos para la papa.

Fotoperiodo

La papa es una planta fotoperiódica de días cortos, es decir, el fotoperiodo corto (días cortos) estimula la tuberización en casi todas las variedades. Sin embargo, la entrada a la tuberización no necesariamente está determinada por el fotoperiodo. Por lo que, algunas variedades, la tuberización es estimulada por el fotoperiodo largo o días largos; se puede concluir que esta especie tiene una respuesta cuantitativa al fotoperiodo.

Luz

La luz influye directamente sobre la planta de papa, a mayor intensidad lumínica mayor será la tasa fotosintética favoreciendo la floración y fructificación del cultivo. El fotoperiodo es incidido directamente por la luz y este a su vez influye sobre la tuberización. La intersección lumínica en la planta depende de muchos factores entre los más importantes podemos mencionar la forma del follaje, la edad de la planta y el área foliar.

Temperatura

La planta de papa se desarrolla muy bien en climas fríos y templados, temperaturas entre 13 a 18 °C son favorables para el crecimiento y desarrollo del cultivo. Para una buena tuberización la temperatura optima es de 20 °C, asimismo la variación de la temperatura entre el día y la noche debe ser alternada. A temperaturas superiores de 20 °C la tasa fotosintética se ve disminuida y la respiración aumenta inhibiendo la formación de tubérculos y favoreciendo el ataque de plagas y enfermedades. Por el contrario, el exceso de frío (-1 °C) no hay tuberización o los tubérculos no desarrollan y se quedan pequeños (Maroto, 2002).

Humedad

La humedad es muy importante en el cultivo de papa, humedades menores de 75 % son adecuadas para un buen crecimiento y desarrollo de la planta. Sin embargo, una humedad superior de 90 % favorece la presencia de hongos fitopatógenos como el mildiu. Asimismo, durante el brotamiento y en las etapas de floración a maduración del tubérculo favorece la presencia de hongos. Una excesiva humedad en el suelo los tubérculos son más acuosos, menor contenido de fécula afectando su calidad. Las lluvias afectan positiva o negativamente al cultivo, bajas precipitaciones favorecen el crecimiento y desarrollo de la planta y tubérculo, mientras que altas precipitaciones ocasionan pérdidas en la producción (Valadez, 2002).

Altitud

La papa se desarrolla desde alturas de 500 a 3000 msnm (Valadez, 2002; Cahuana & Arcos, 1993)

Suelo

La papa requiere suelos franco arenosos, profundos con buen contenido de materia orgánica, fértiles, con buena retención de humedad y bien

aireados. El pH ideal para el crecimiento del cultivo de papa es de 5 a 6. Asimismo, la planta de papa tolera la salinidad del suelo (CIP, 1998).

3.3.6. Fisiología de la papa

Brotación y emergencia

La siembra de papa se realiza utilizando tubérculo semilla; durante y después de la formación de los tubérculos, estos presentan una alta concentración de inhibidores del crecimiento que impiden el brotamiento de las yemas. Los tubérculos entran en dormancia por un tiempo determinado según la variedad y varía de 7 a 12 semanas, asimismo las condiciones climáticas como la temperatura, luz y humedad relativa afectan la dormancia de los tubérculos (CIP, 1998).

La época de siembra de la papa, esta se realiza cuando ocurre un brotamiento múltiple del tubérculo, esto permite un brotamiento rápido y uniforme de todas las yemas obteniéndose plantas con tallos vigorosos (CIP, 2002).

Crecimiento del follaje

Después de la emergencia de los brotes del tubérculo semilla que fue sembrada, y los pequeños tallos se encuentran firmes, tanto la temperatura del suelo y del aire tienen efecto en el crecimiento vegetativo hasta que

este cubra todo el suelo. Los brotes de los tubérculos semilla que fueron sembradas inhiben la formación de hojas, esto debido a que los brotes de unos 15 a 20 mm de longitud contienen hasta 20 primordios foliares. La temperatura influye en la formación de nuevas hojas, temperaturas de 10 a 30 °C incrementa el número de primordios foliares, temperaturas superiores aceleran el crecimiento y expansión de las hojas; sin embargo, cuando se acaban las reservas del tubérculo semilla, la expansión de las hojas disminuye (Inostroza, 2009).

En las etapas iniciales del ciclo fenológico, el crecimiento de la planta esta mantenido por las reservas almacenadas en la semilla (tubérculo) cuyas temperaturas oscilan entre 20 a 23 °C. Al consumirse todas las reservas del tubérculo semilla y aumentando el área foliar se acelera, es decir las reservas se agotan mientras que la tasa fotosintética se acelera, siendo esta la fábrica de fotosintatos para el crecimiento y desarrollo de la planta (Egúsquiza, 2000).

Tuberización

El inicio de la tuberización se da en los ápices de los estolones, existe correlación entre los tejidos induciendo la formación de los tubérculos (Inostroza, 2009).

La tuberización es favorecida por dos tipos de reacciones, la primera es de índole hormonal y al fotoperiodo; la segunda es nutricional. Por lo tanto, todos los favores que incrementen la tasa fotosintética y los fotoasimilados en los estolones favorecen la formación del tubérculo (Egúsqiza, 2000).

La especie *tuberosum* es de fotoperiodo corto (días cortos); sin embargo, las respuestas varían de acuerdo a la variedad. Las papas de días largos presentan una respuesta positiva al fotoperiodo a diferencia de las especies de días cortos (Egúsqiza, 2000).

Los tubérculos alcanzan su tamaño comercializable a las dos semanas después del inicio de la tuberización, aunque los estolones siguen creciendo, ramificándose y formando nuevos tubérculos. La transpiración y el movimiento de agua interno hacia el exterior influyen en los cambios constantes de peso fresco y volumen durante el crecimiento del tubérculo, esta respuesta varía por la noche (Egúsqiza & Barriga, 1991).

Senescencia

El crecimiento vegetativo comienza tardíamente, mientras que la velocidad de senescencia del follaje se incrementa. La planta alcanza su máximo crecimiento y este se ralentiza, es en esta etapa donde los tubérculos alcanzan su tamaño máximo, asimismo hay una removilización de los fotoasimilados desde las hojas hacia los tubérculos disminuyendo el

peso seco de la planta (tallos y hojas) incrementándose la materia seca en los tubérculos (Egúsquiza, 2000).

Cuando la etapa de crecimiento se prolonga o se alarga, la parte aérea se deseca totalmente de forma natural, Removilizándose los fotosintatos hacia los tubérculos que son los órganos de reserva y continua su crecimiento hasta cuando el follaje este totalmente seco. Los tubérculos cuando alcanzan su madurez no deben pelarse su piel siendo el indicador principal para cosechar.

Esta característica determina la calidad, sanidad y el comportamiento fisiológico durante el almacenamiento. El ciclo de la planta termina después de desarrollarse todos los procesos o etapas obteniéndose el tubérculo en estado dormante (Egúsquiza, 2000).

3.4. Variedad UNICA

3.4.1. Características de la variedad UNICA

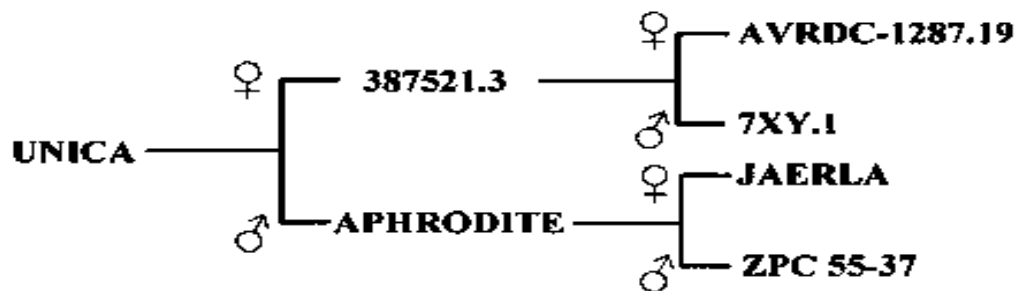
Desarrollada y evaluada por el centro internacional de la papa (CIP) por siete años, sembrada en unas 20 comunidades para sus evaluaciones. Presenta resistencia a virus, es de maduración precoz estas características le permiten que sea la más utilizada por los agricultores. Esta variedad tiene un amplio rango de adaptación, se adapta muy bien a las condiciones de

costa y sierra. Debido a su calidad es muy preferida por los consumidores, se consume de diferentes formas en fresco, fritas, congeladas, pures, etc. (Rosales, Espinosa, & Bonierbale, 2007).

3.4.2. Origen

Esta variedad fue desarrollada por la Universidad Nacional San Luis Gonzada de Ica y el CIP con la participación de las asociaciones de productores de papa. En reconocimiento a dicha universidad y siendo el alma mater de muchos investigadores que participaron en la obtención de esta variedad, se propuso el nombre de UNICA, que representa una abreviación y las iniciales de la universidad (Rosales et al., 2007). Inicialmente se seleccionó progenies en el diseño genético (Línea x Probador) durante 3 años y en diferentes épocas.

Figura 1. La genealogía de la variedad UNICA



Fuente: (Rosales et al., 2007)

3.4.3. Descripción varietal

Planta herbácea con crecimiento erecto, tallo grueso verde oscuro de 0,90 a 1,20 m de altura. Hojas compuestas disectadas con foliolos (cinco pares) y 2 Inter hojuelas sobre los peciolulos. Flores de color violeta y no forman bayas en temporadas de baja temperatura. En la costa presenta una moderada floración en primavera, mientras que en la sierra sobre los 2 000 msnm presenta una escasa floración. En condiciones de la sierra durante el invierno los estolones son largos, en tanto que en primavera son cortos y pegados al tallo. Los tubérculos presentan ojos superficiales, en la parte apical presenta un ojo semi-profundo. En la sierra en primavera se

forman ligeras protuberancias en los ojos, mientras que en invierno presentan ojos superficiales dándole un aspecto liso; los tubérculos son oblongos y alargados. cuando la fertilización nitrogenada es elevada y cuando la planta sufre un estrés hídrico prolongado se forman tubérculos con protuberancias profundas. Los tubérculos son de color rosado, en costa la tonalidad es más clara en primavera, mientras que en la sierra es rosado más intenso; el color de la pulpa es crema (CIP, 1998)

3.4.4. Comportamiento agronómico

Los tubérculos presentan una dormancia de 40 a 50 días, asimismo presentan una ligera dominancia apical. Es de ciclo vegetativo corto de 70 a 90 días después de la siembra cuando se cultiva sobre los 2 000 a 3 800 msnm (trópico alto y sierra) y semi tardía de 90 a 110 días después de la siembra en costa y valles interandinos sobre los 0 a 1 500 msnm. Es estable en su rendimiento en diferentes localidad y épocas de siembra a diferencia de otros cultivares (CIP, 1998).

Presenta buen potencial de rendimiento llegando a producir hasta 50 t ha⁻¹. En el invierno y en épocas húmedas en la costa y en la sierra alcanza su rendimiento potencial; mientras que en primavera o en épocas secas los rendimientos son bajos. Comercialmente puede alcanzar hasta 40 t ha⁻¹. Es tolerante a sales y altas temperaturas, asimismo tuberiza cuando la

temperatura nocturna es de 16 °C (Vásquez, 2003). Su amplio rango de adaptación hace que se programen su siembra y cosecha en diferentes épocas (CIP, 1998; Rosales et al., 2007).

3.4.5. Atributos para el mercado

Esta variedad de papa se consume principalmente en fresco, también se procesa como papas en tiras y congeladas debido a que presenta buenos atributos (CIP, 2002).

3.4.6. Cosecha

Cuando el tubérculo al friccionar con los dedos o cuando se rozan entre ellos por durante la manipulación ya no se pela; y el 80 % de las plantas están tumbadas y secas es momento de realizar la cosecha.

La cosecha se realiza removiendo el suelo, quedando los tubérculos en la superficie para ser recolectados. El suelo debe presentar una humedad adecuada para evitar daños físicos como cortes con las herramientas de cosecha. Asimismo, evitar el daño de la polilla *Phthorimaea operculella*.

3.4.7. Manejo post cosecha

Selección

Consiste en separar los tubérculos dañados físicamente por las herramientas de trabajo, cortes, daños por la polilla de la papa, gorgojo de los andes, pudriciones entre otros. Se seleccionan los tubérculos que presenten las características de la variedad, maduros, sanos, atractivos y de buena calidad.

Clasificación

Se clasifica los tubérculos para el consumo fresco y para procesamiento según su tamaño y peso, en algunos casos por su longitud.

Calibre o tamaño de tubérculos

Es la relación entre el peso y los diámetros (polar y ecuatorial) de los tubérculos. Según la norma técnica peruana la papa se clasifica en tres categorías extra, primera y segunda (INDECOPI, 2010).

Los tubérculos de la variedad UNICA, deben cumplir con los calibres adecuados en relación con sus peso y diámetros presentados en la tabla 3 (INDECOPI, 2010).

Tabla 3. Calibres de los tubérculos en relación a los diámetros mayor y menor (mm) y peso (g) de la variedad UNICA

Variedad		Calibres		
		Extra	Primera	Segunda
UNICA	Diámetro polar (mm)	134-102	101-75	74-49
	Diámetro ecuatorial (mm)	107-72	71-51	50-38
	Peso (g)	639-320	319-155	154-29

Fuente: (INDECOPI, 2010)

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Tipo de investigación

El trabajo de investigación fue de tipo experimental.

4.2. Ubicación

El presente trabajo se realizó en el fundo de la propiedad del Sr. Juan Gómez Apaz, ubicado en el kilómetro 13 de la comisión de regantes del Valle viejo Caplina en el distrito de Calana, Sector Piedra Blanca, provincia y departamento de Tacna a una altitud: 848 msnm, latitud: 17°57'41.11" sur y longitud: 70°10'40.30" oeste.

4.3. Características del suelo experimental

El análisis de suelo del campo experimental se realizó en el Laboratorio de Análisis Químico & Servicios E.I.R.L. (LAQ&S), Arequipa. El tipo de análisis fue de caracterización cuyos resultados de muestran en la tabla 4. Se observa que el suelo presento una clase textural limoso; un pH de 6,25 moderadamente acido; una conductividad eléctrica de 2,02 dS/m salino y 0,29 % de materia orgánica considerado deficiente. En cuanto al contenido de fosforo y potasio fue 74, 64 y 630 ppm considerado excesivo para el

fósforo y alto para el potasio. La capacidad de intercambio catiónico (CIC) del suelo es media con 14,6 meq/100 g. La CIC está relacionada con la disponibilidad de los nutrientes; siendo una medida de la fertilidad potencial del suelo para ser cultivado. El porcentaje de sodio intercambiable (PSI) del suelo es clasificado como no sódico siendo favorable para el crecimiento y desarrollo normal del cultivo.

Tabla 4. Caracterización del análisis de suelo del campo experimental

Cualidades generales		
Textura	F	Franco Limoso
Arena	36,8	%
Limo	12,2	%
Arcilla	51,0	%
Calcáreos		
CaCO ₃	0	%
pH	6,25	
C.E. (sales)	2,02	mS/cm
Nutrición principal		
Materia orgánica	0,29	%
N (total)	0,016	%
P	74,64	ppm
K	630	ppm
CIC	14,6	meq/100
Ca ⁺⁺	10,82	meq/100
Mg ⁺⁺	2,15	meq/100
K ⁺	1,28	meq/100
Na ⁺	0,35	meq/100

Fuente: Laboratorio de Análisis Químicos & Servicios – Arequipa (2017).

4.4. Condiciones climáticas

Los datos meteorológicos registrados durante el tiempo de ejecución del trabajo en el campo se presentan en la tabla 5, se observa que las temperaturas son adecuadas para el crecimiento del cultivo. La temperatura es el factor limitante en el cultivo de papa, temperaturas superiores a 30 °C e inferiores a 10 °C afectan el crecimiento y desarrollo de la planta; la temperatura óptima para un adecuado crecimiento varía entre 17 a 20 °C (Rubio et al., 2000). La planta de papa es termoperiódica, es necesario una variación entre la temperatura diurna y nocturna para la tuberización (Román & Hurtado, 2002). Asimismo, debe presentarse una variación en la temperatura del aire entre 10 a 25 °C. Para la tuberización la temperatura adecuada del suelo es de 16 a 22 °C en el día y 10 a 16 °C durante la noche (FAO, 2008). Temperaturas menores a estos rangos afectan el crecimiento vegetativo y el desarrollo del tubérculo de la papa (FAO, 2008; Román & Hurtado, 2002; Rubio et al., 2000).

Tabla 5. Temperaturas registradas en el campo experimental, 2017

Meses	Temperatura °C			Humedad Relativa (%)
	Máxima	Mínima	Media	
Mayo	27,0	9,0	18,0	75,2
Junio	26,0	7,0	16,5	84,8
Julio	23,0	6,0	14,5	84,2
Agosto	23,0	5,0	14,0	81,9
Setiembre	25,0	9,0	17,0	87,4

Fuente: Estación: Calana, Tipo Convencional – Meteorológica (2017).

4.5. Material experimental

Como material experimental se utilizó semilla tubérculo de papa certificada de la variedad UNICA y los bioestimulantes. Las semillas tubérculo fueron adquiridas del distrito de Huasahuasi, provincia de Tarma de la región Junín, Perú y Como fuentes de bioestimulantes se utilizó los productos comerciales: Fitoamin, Basfoliar algae, Stymgen y Triggrr foliar.

La semilla tubérculo fue comprada del comercial “ARANDA” Hnos. perteneciente al señor Joel Ángel Aranda García. R.U.C. 10428446785. Para lo cual en la guía de remisión remitente indica lo siguiente: punto de partida: calle Cajamarca s/n. Huasahuasi. Tarma - Junín y punto de llegada: Calle patricio Meléndez s/n. INT.19. Tacna- Tacna.

Características de la variedad UNICA

- Presenta resistencia a virus y es de ciclo corto (precoz)
- Tiene una amplia adaptación a diferentes ambientes lo que le permite que se siembre en costa, sierra y valle interandinos.
- Debido a sus buenas características se la consume en fresco y se utiliza para procesar tiras de papas.
- Variedad de alto rendimiento potencial puede alcanzar las 50 t ha⁻¹ en la costa en estación invernal y en la sierra en la primavera se reduce el rendimiento.
- Los rendimientos comerciales en la costa llegan hasta 40 t ha⁻¹ en promedio.

Características de los productos comerciales

Fitoamin

Bioestimulante compuesto por aminoácidos libres de rápida asimilación obtenidos de plantas que al ser aplicados incrementa el número de brotes laterales, incrementa el crecimiento de raíces, favorece positivamente el cuajado, crecimiento de los frutos, reflejado en el incremento del rendimiento y mejora la calidad de los frutos.

Basfoliar algae

Es un bioestimulantes que se produce a partir de algas marinas y complementadas con minerales y aminoácidos, es de rápida asimilación, estimula el crecimiento de follaje, lo cual se obtiene una mayor fotosíntesis y por lo tanto se incrementa la producción.

Stymgen

Bioestimulante orgánico no hormonal compuesto por aminoácidos activos, oligoelementos quelatizados, ácidos orgánicos ácido fólico y carbohidratos activados obtenidos mediante fermentación enzimática controlada por bacterias seleccionadas. Al ser aplicados a la plantas hacen que estas ahorren energía para realizar otros procesos fisiológicos incrementando su producción y calidad.

Triggrr foliar

Regulador de crecimiento de plantas orgánico de origen natural compuesto por fitohormonas, microelementos quelatizados que al ser aplicados a las plantas incrementan el rendimiento y mejoran la calidad de las cosechas.

Los tratamientos fueron los siguientes:

Aplicación de Bioestimulantes	:	Tratamientos
Testigo (sin aplicación)	:	t ₀
Fitoamin	:	t ₁
Basfoliar algae	:	t ₂
Stimgen	:	t ₃
Trigrrr foliar	:	t ₄

4.6. Variables de respuesta

4.6.1. Altura de planta

Para la medición de la altura de planta se tomaron 10 plantas aleatoriamente de cada unidad experimental y se midieron desde la base del cuello de la superficie del suelo hasta la parte apical de la planta expresando su promedio en cm.

4.6.2. Número de tubérculos por planta

Se contaron todos los tubérculos de 10 plantas seleccionadas al azar por unidad experimental. Esta evaluación se realizó al momento de la cosecha y el promedio se expresó en unid.

4.6.3. Diámetro de los tubérculos

Se midió el diámetro de 10 tubérculos seleccionados al azar, esta evaluación se realizó al momento de la cosecha y el promedio se expresó en cm.

4.6.4. Peso de tubérculos por planta (kg)

Se peso todos los tubérculos cosechados de 10 plantas seleccionadas al azar por unidad experimental y su valor promedio se expresó en kg.

4.6.5. Peso de tubérculos por unidad experimental (kg)

Esta variable se evaluó pesando todos los tubérculos de papa cosechados por unidad experimental utilizando una balanza de precisión y se expresó en kg.

4.6.6. Rendimiento total

Los pesos registrados de la variable anterior se elevaron a hectárea utilizando una fórmula matemática y se expresó en toneladas.

4.6.7. Rendimiento por categorías

Para esta evaluación, primeramente se clasificaron los tubérculos en las categorías extra, primera y segunda, luego se pesaron utilizando una balanza y su valor se expresó en toneladas.

4.7. Características del campo experimental

a. Parcela experimental

Largo	:	30 m
Ancho	:	15 m
Área total	:	450 m ²

b. Bloque experimental

Largo	:	15 m
Ancho	:	7,5 m
Área total	:	112,5 m ²

c. Unidad experimental

Largo : 7,5 m

Ancho : 3 m

Área total : 22,5 m²

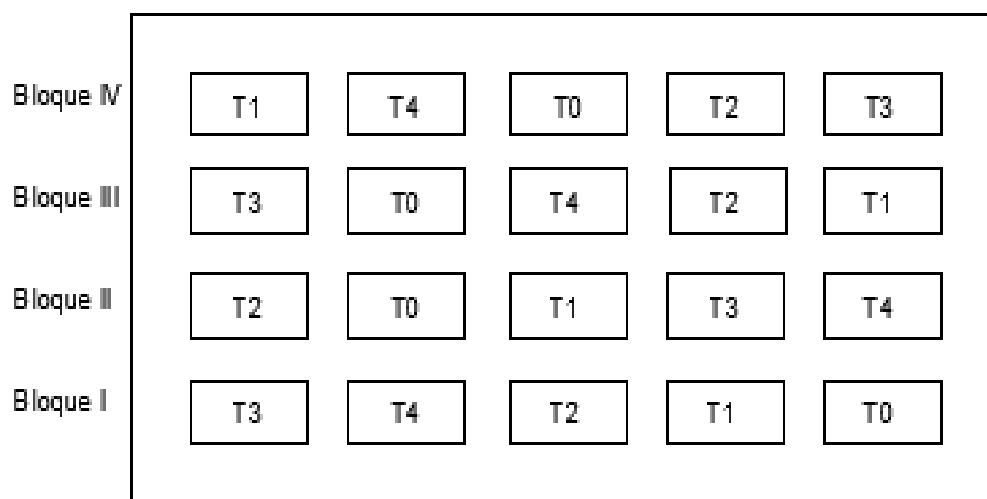
Número de líneas por unidad experimental : 3

Número de plantas por unidad experimental : 90 unid.

Distancia entre plantas : 0,25 m

Distancia entre surcos : 1,00 m

Figura 2. Croquis del área experimental



Fuente: Elaboración propia

4.8. Diseño Experimental

El diseño estadístico empleado para el experimento fue el Diseño Bloques Completamente al Azar (D.B.C.A), con cinco tratamientos, incluyendo un testigo, con cuatro repeticiones, es decir un total de 20 unidades experimentales. Los datos registrados en la investigación serán sometidos a un análisis de varianza (ANVA) utilizando una prueba estadística de “F a 0.05 y 0.01” de significación, de resultar significativa la diferencia estadística para los tratamientos en estudio, se realizará la prueba de Duncan al 5% para determinar las diferencias entre los mismos.

4.9. Conducción del Experimento

4.9.1. Obtención de semilla

El tubérculo-semilla de la variedad UNICA fue adquirida del distrito de Huasahuasi, provincia de Tarma, Junín.

4.9.2. Selección de la semilla.

Se eliminaron aquellos tubérculos dañados, podridos o que presentaron daño como el carbón de la papa.

4.9.3. Tratamiento de la semilla

La desinfección de los tubérculos semilla se realizó con RIZOLEX® 50 WP a una dosis de 500 g/cil, sumergiendo la semilla por un tiempo de 3 a 5 minutos.

4.9.4. Preparación del suelo

Para realizar la preparación del terreno primero se realizó un riego por machaco con la finalidad de roturar el suelo, utilizando un tractor agrícola con arado de discos a una profundidad de 0,30 m. El objetivo de la roturación del suelo fue airear y eliminar los rastros de cosechas, malezas, huevos y pupas de insectos, esta labor se realizó la primera semana del mes de mayo del 2017. Después de realizarse las actividades de preparación del suelo se procedió a realizar el surcado a un distanciamiento de 1 metro entre surcos, se realizó la primera semana del mes de mayo.

4.9.5. Abonado de fondo

Se aplicó 20 t ha⁻¹ de estiércol de vacuno más los fertilizantes químicos: Todo el fósforo y un tercio del nitrógeno.

4.9.6. Marcado y alineamiento del área experimental

Se realizó el marcado de acuerdo con las características del croquis del experimento, delimitando: bloques, calles y parcelas, se utilizaron los siguientes materiales: wincha, estacas, cordel, yeso, entre otros. Este trabajo se efectuó después de la preparación del suelo.

4.9.7. Siembra

Se efectuó colocando una semilla tubérculo por golpe con un distanciamiento de 25 centímetros de golpe a golpe de semillas.

4.9.8. Riegos

El riego se realizó de la siguiente manera, el agua que se obtuvo fue de un reservorio; los riegos se realizaron dos veces por semana los días lunes y jueves en las primeras etapas, y luego después del primer aporque se aumentó el suministro del volumen de agua empleando dos cintas de riego por cada línea.

4.9.9. Control de malezas

El control de malezas se realizó de la siguiente manera: 15, 30 y 60 días después de la siembra. El control se realizó de forma manual utilizando una pala. El objetivo fue evitar la competencia con el cultivo por espacio, agua,

luz y nutrientes. Las principales malas hierbas que se presentaron fueron: *Bidens pilosa* (amor seco), *Bromus catarticus* (cebadilla), *Pitiraea cuneata* (papilla) y *Portulaca oleracea* (verdolaga).

4.9.10. Aporque

Se realizaron dos aporques manuales, el primero a los 30 días después de la siembra cuando las plantas alcanzaron una altura de 25 a 30 cm, y el segundo a los 50 días después de la siembra, esta labor se realizó utilizando una pala. El objetivo del aporque fue para aumentar el desarrollo de los estolones y evitar el daño de la ranca y la polilla de papa.

4.9.11. Fertilización

La fertilización del cultivo se realizó utilizando 180; 50 y 0 de N, P₂O₅ y K₂O kg ha⁻¹. Como fuente de nitrógeno se utilizó la urea (46 % N) y de fósforo se usó fosfato diamónico (46 % de P₂O₅; 15 % de N), se aplicó todo el fósforo y un 1/3 del N al momento de la siembra. El segundo 1/3 de nitrógeno se aplicó en el primer aporque, y el tercer 1/3 de N en el segundo aporque. No se aplicó potasio ya que en el análisis de suelo reporta un alto contenido de este nutriente. La interpretación del análisis de suelo se realizó con la finalidad de obtener la cantidad de N, P₂O₅ y K₂O asimilables para la planta. Según los cálculos el suelo aporta: 1,7; 50 y 707,6 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O.

4.9.12. Aplicación de los bioestimulantes

La aplicación de los bioestimulantes fue en forma de Drench al cuello de la planta y vía foliar al follaje. Según las indicaciones de cada producto comercial, se aplicó las siguientes dosis:

Tratamiento	:	Dosis
t ₀	:	0
t ₁	:	1 L/Ha
t ₂	:	2 L/Ha
t ₃	:	1 L/Ha
t ₄	:	1 L/Ha

La aplicación de bioestimulantes se realizó en diferentes momentos del estado fenológico del cultivo de papa.

Fitoamin

- 1^{ra} aplicación: cuando la planta presento de 6 - 7 hojas.
- 2^{da} y 3^{ra} aplicación: a intervalos de 15 días.

Basfoliar algae

- 1^{ra} aplicación: en el primer aporque y luego se repitió cada 15 días.

Stymgen

- 1^{ra} aplicación: a los 30 días de la siembra
- 2^{da} aplicación: a los 45 días de la siembra
- 3^{ra} aplicación: a los 60 días de la siembra
- 4^{ta} aplicación: para el llenado de tubérculos.

Triggrr foliar

- 1^{ra} aplicación: al inicio de la tuberización.
- 2^{da} y 3^{ra} aplicación: con intervalos de 15 días

4.9.13. Manejo fitosanitario

a. Plagas

Se realizó el manejo integrado de plagas utilizando trampas amarillas para el control de mosca minadora. En el control químico se realizó la aplicación de insecticidas *Metomilo* a una dosis 400 g/cil y *Abamectina* 0,25 litros/cil.

b. Enfermedades

El control de las enfermedades se realizó de forma preventiva, utilizando fungicidas sistémicos, la principal enfermedad que se presentó fue *Phytophthora infestans* (helo fungoso “Rancho”) y se controló aplicando el fungicida *Mancozeb* y *Metalaxil* a una dosis de 1 kg/cil y Coraza 0,5 litro/cil.

4.9.14. Cosecha

Se efectuó a los 110 días de la siembra, se realizó el corte del follaje 15 días antes de la cosecha con la finalidad de obtener una cosecha uniforme y tubérculos maduros, la cosecha se realizó manualmente utilizando un azadón y un trinche, seguidamente se llenó en sacos de 50 kg, luego se transportó al almacén para su selección, clasificación, evaluación experimental y comercialización.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Altura de planta (cm)

Tabla 6. Análisis de varianza de altura de planta de papa var. UNICA

F.V.	SC	gl	CM	Fc	F _{tab}	
					0,05	0,01
Tratamientos	479,15	4	119,79	9,57	3,26	5,41 **
Bloques	8,69	3	2,9	0,23	3,49	5,95 ns
Error exp.	150,26	12	12,52			
Total	638,11	19				

CV= 6,92%

**= altamente significativo

ns= No significativo

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 6, sobre los resultados del análisis de varianza, demuestra que no hay diferencias estadísticas significativas entre los bloques. Para tratamientos se encontró diferencias altamente significativas, es decir más de un bioestimulante muestran diferencias entre sus promedios, el coeficiente de variación fue de 6,92%.

Al encontrarse alta significación estadística entre los tratamientos se procedió a realizar la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5 %.

Tabla 7. Prueba de rangos múltiples de Duncan de altura de planta de papa variedad UNICA

Orden de mérito	Tratamientos	Promedios (cm)	Significación $\alpha=0,05$
1	Fitoamin	58,60	a
2	Stymgen	51,78	b
3	Basfoliar algae	51,70	b
4	Triggrrr foliar	50,53	b
5	Testigo	43,20	c

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

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la prueba de Duncan se presentan en la tabla 7, se observa que el bioestimulante foliar Fitoamin obtuvo el mayor promedio de altura de planta con 58,60 cm. En segundo lugar, se encuentran los tratamientos Stymgen, Basfoliar algae y Triggrrr foliar con 51,78; 51,70 y 50,53 cm de altura de planta respectivamente, siendo sus promedios estadísticamente similares. El tratamiento testigo alcanzó una altura de planta de 43,20 cm; siendo inferior estadísticamente a los demás tratamientos.

5.2. Número de tubérculos por planta (unidad)

Tabla 8. Análisis de varianza de número promedio de tubérculos/planta de papa variedad UNICA

F.V.	SC	gl	CM	Fc	F _{tab}	
					0,05	0,01
Tratamientos	37,36	4	9,34	14,06	3,26	5,41 **
Bloques	2,28	3	0,76	1,14	3,49	5,95 ns
Error exp.	7,97	12	0,66			
Total	47,62	19				

CV= 7,92%

**= altamente significativo

ns= No significativo

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 8, en el análisis de varianza se halló que no existe diferencias significativas entre bloques; asimismo se observa una alta significación entre tratamientos, es decir más de un bioestimulante foliar muestra diferencias entre sus promedios, con ello se puede decir que los bioestimulantes inducen a la formación de mayor número de tubérculos. El coeficiente de variación fue de 7,92 %. indica que los datos registrados son homogéneos.

Tabla 9. Prueba de rangos múltiples de Duncan del número promedio de tubérculos por planta de papa variedad UNICA (unid)

Orden de mérito	Tratamientos	Promedios	Significación $\alpha= 0,05$
1	Fitoamin	12,50	a
2	Basfoliar algae	10,90	b
3	Stymgen	9,90	b
4	Triggrr foliar	9,78	b
5	Testigo	8,38	c

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

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 9, se muestran los resultados de la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5%, se observa que el bioestimulante Fitoamin alcanzó el mayor número promedio de tubérculos por planta con 12,50; seguido de los tratamientos Basfoliar algae, Stymgen y Triggrr foliar con promedios de 10,90; 9,90 y 9,78 tubérculos por planta, siendo estadísticamente similares entre sí. El último lugar lo ocupó el tratamiento testigo con un promedio 8,38 tubérculos por planta.

5.3. Diámetro polar de tubérculos (cm)

Tabla 10. Análisis de varianza de diámetro polar de tubérculos de papa variedad UNICA (cm)

F.V.	SC	gl	CM	Fc	F _{tab}	
					0,05	0,01
Tratamientos	3,08	4	0,77	4,86	3,26	5,41*
Bloques	0,14	3	0,05	0,3	3,49	5,95 ns
Error exp.	1,9	12	0,16			
Total	5,13	19				

CV= 4,19% *= Significativo ns= No significativo

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del análisis de varianza se presentan en la tabla 10, Se observa que no hay diferencias estadísticas entre bloques; para tratamientos se encontró diferencias estadísticas significativas, es decir más de un bioestimulante foliar muestran diferencias significativas entre sus promedios; esto quiere decir que los bioestimulantes influyen en el tamaño de los tubérculos de papa variedad UNICA obteniéndose un incremento de diámetro polar, el coeficiente de variación fue de 4,19%.

Tabla 11. Prueba de rangos múltiples de Duncan de diámetro polar de tubérculos de papa variedad UNICA (cm)

Orden de mérito	Tratamientos	Promedios	Significación $\alpha=0,05$
1	Fitoamin	10,24	a
2	Basfoliar algae	9,50	b
3	Stymgen	9,48	b
4	Trigrrr foliar	9,29	b
5	Testigo	9,07	b

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

Fuente: Elaboración propia.

La prueba de Duncan al 5 % se presenta en la tabla 11, se observa que el tratamiento Fitoamin logró el mayor promedio de diámetro polar de tubérculos con 10,24 cm siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos: Basfoliar algae, Stymgen, Triggrr foliar y el testigo con 9,50; 9,48; 9,29 y 9,07 cm de diámetro de tubérculos, los cuales fueron estadísticamente similares.

5.4. Diámetro ecuatorial de tubérculos (cm)

Tabla 12. Análisis de varianza de diámetro ecuatorial de tubérculos de papa variedad UNICA

F.V.	SC	gl	CM	Fc	F _{tab}	
					0,05	0,01
Tratamientos	5,92	4	1,48	26,7	3,26	5,41 **
Bloques	0,04	3	0,01	0,26	3,49	5,95 ns
Error exp.	0,66	12	0,06			
Total	6,63	19				

CV= 3,67%

ns= No significativo

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 12, se muestran los resultados del análisis de varianza, se observa que no existen diferencias estadísticas significativas entre bloques. Además, se observa diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos, es decir más de un bioestimulante muestran diferencias entre sus promedios, el coeficiente de variación fue de 3,67 %.

Tabla 13. Prueba de rangos múltiples de Duncan de diámetro ecuatorial de tubérculos de papa variedad UNICA (cm)

Orden de mérito	Tratamientos	Promedios	Significación $\alpha=0,05$
1	Fitoamin	7,14	a
2	Trigrrr foliar	6,67	b
3	Stymgen	6,44	b
4	Basfoliar algae	6,36	b
5	Testigo	5,47	c

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

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 13, se presentan los resultados de la prueba de Duncan, se observa que el tratamiento Fitoamin alcanzó el mayor promedio de diámetro ecuatorial de tubérculos con 7,14 cm superando estadísticamente a los demás tratamientos. Seguido de los tratamientos Trigrrr foliar, Stymgen y Basfoliar algae con 6,67; 6,44 y 6,36 cm de diámetro ecuatorial de tubérculos, siendo estadísticamente similares entre sus promedios. En el último lugar se encuentra el testigo con un diámetro ecuatorial de 5,47 cm.

5.5. Peso de tubérculos por planta (kg)

Tabla 14. Análisis de varianza de peso de tubérculos/planta de papa var. UNICA

F.V.	SC	gl	CM	Fc	F _{tab}	
					0,05	0,01
Tratamientos	0,73	4	0,18	9,31	3,26	5,4 **
Bloques	0,08	3	0,03	1,33	3,49	5,95 ns
Error	0,23	12	0,02			
Total	1,04	19				

CV= 8,65%

**= Altamente significativo

ns= No significativo

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 14, se presentan los resultados del análisis de varianza, indicando que no se encontró diferencias estadísticas entre bloques. Para tratamientos se halló alta significación estadística entre sus promedios, el coeficiente de variabilidad fue de 8,65 %.

Tabla 15. Prueba de rangos múltiples de Duncan de peso de tubérculos por planta de papa variedad UNICA (Kg)

Orden de mérito	Tratamientos	Promedios	Significación $\alpha=0,05$
1	Fitoamin	1,92	a
2	Basfoliar algae	1,62	b
3	Trigrrr foliar	1,62	b
4	Stymgen	1,61	b
5	Testigo	1,31	c

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

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 15, se muestran los resultados de la prueba de Duncan al 5 % de significación, se observa que el tratamiento Fitoamin logró el mayor peso promedio de tubérculos por planta con 1,92 kg; seguido de los tratamientos: Basfoliar algae, Trigrrr foliar y Stymgen con 1,62; 1,62 y 1,61 kg respectivamente. El tratamiento testigo logró el menor peso de tubérculos por planta con 1,31 kg.

5.6. Peso de tubérculos por unidad experimental (kg)

Tabla 16. Análisis de varianza de peso de tubérculos/unid. Experimental de papa var. UNICA

F.V.	SC	gl	CM	Fc	F _{tab}	
					0,05	0,01
Bioestimulantes	1637,71	4	409,43	20,89	3,26	5,41**
Bloques	30,69	3	10,23	0,52	3,49	5,95 ns
Error	235,14	12	19,59			
Total	1903,54	19				

CV= 3,75% **= Altamente significativa ns= No significativo

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del análisis de varianza de peso de tubérculos/unid. experimental de papa, se presentan en la tabla 16. Se observa que no se encontró diferencias estadísticas significativas entre bloques; para tratamientos se observa que existe diferencias estadísticas altamente significativas entre sus promedios. El coeficiente de variabilidad fue de 3,75 %.

Tabla 17. Prueba de rangos múltiples de Duncan de peso de tubérculos/unid Exp. de papa var. UNICA

Orden de mérito	Tratamientos	Promedios	Significación $\alpha=0,05$
1	Fitoamin	132,67	a
2	Stymgen	118,95	b
3	Basfoliar algae	117,37	b
4	Triggrr foliar	117,01	b
5	Testigo	104,15	c

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

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la prueba de Duncan se presentan en la tabla 17; se observa que el tratamiento Fitoamin alcanzó el mayor promedio con 132,67 kg por unidad experimental, siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos. Le siguen los tratamientos: Stymgen, Basfoliar algae y Triggrr foliar con 118,95; 117,37 y 117,01 kg por unidad experimental respectivamente, siendo estadísticamente similares entre sí. En el último lugar se encuentra el tratamiento testigo con un promedio de 104,15 kg por unidad experimental.

5.7. Rendimiento total de tubérculos (t ha⁻¹)

Tabla 18. Análisis de varianza de rendimiento total de tubérculos (t ha⁻¹) de papa var. UNICA

F.V.	SC	gl	CM	Fc	F _{tab}	
					0,05	0,01
Tratamientos	323,36	4	80,84	20,9	3,26	5,41 **
Bloques	6,06	3	2,02	0,52	3,49	5,95 ns
Error exp.	46,41	12	3,87			
Total	375,83	19				

CV= 6,41%

**= Altamente significativo

ns= No significativo

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 18, el análisis de varianza del rendimiento total de tubérculos, indica que no existen diferencias estadísticas significativas entre bloques; sin embargo, los tratamientos mostraron diferencias estadísticas altamente significativas, el coeficiente de variación fue de 6,41%.

Tabla 19. Prueba de significación de Duncan de rendimiento (t ha⁻¹)

Orden de mérito	Tratamientos	Promedios	Significación 0,05
1	Fitoamin	58,96	a
2	Stymgen	52,87	b
3	Basfoliar algae	52,16	b
4	Trigrr foliar	52,01	b
5	Testigo	46,29	c

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

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 19, se muestran los resultados de la prueba de Duncan al 5 % de significación, se observa que el tratamiento Fitoamin alcanzó el mayor rendimiento promedio por hectárea con 58,96 t ha⁻¹, superando a los demás tratamientos. Le sigue los tratamientos Stymgen, Basfoliar algae y Trigrr foliar con 52,87; 52,16 y 52,01 t ha⁻¹ respectivamente, el tratamiento testigo logró el menor rendimiento por hectárea con 46,29 t ha⁻¹.

Se deduce que los tratamientos que recibieron la aplicación de los bioestimulantes foliares presentaron un mayor rendimiento en comparación con el tratamiento testigo.

Se observa que el bioestimulante foliar Fitoamin incrementó de forma significativa el rendimiento y sus componentes, obteniéndose un rendimiento promedio de 58,96 t ha⁻¹ a diferencia del tratamiento testigo que solamente obtuvo 46,29 t ha⁻¹. Con estos resultados se puede inferir que el bioestimulante Fitoamin produce un mayor crecimiento y desarrollo de la planta, estimula mayor formación de tubérculos, mejora el tamaño y

peso de los tubérculos, lo que se ve reflejado en un incremento en el rendimiento de la variedad UNICA.

El bioestimulante Fitoamin presenta un 24 % de aminoácidos libres que son rápidamente asimilados por los estomas y cutícula de las hojas estimulando el crecimiento vegetativo, dando resistencia frente a estrés por daño de insectos y hongos; así como también frente al estrés hídrico, alta temperatura, heladas y frío. Este bioestimulante hace que la planta ahorre energía para otros procesos fisiológicos. Las aplicaciones en la etapa de crecimiento del cultivo favorecen el desarrollo de la planta incrementando su rendimiento en condiciones de cambios ambientales constantes.

Cavero (2018) y Saborio (2002) mencionan que los aminoácidos libres son constituyentes básicos de las proteínas, estas moléculas tienen funciones estructurales, enzimáticas y hormonales en las plantas. Estas macromoléculas forman la estructura de la planta; los aminoácidos tienen un papel fundamental en el crecimiento y vigor, asimismo favorece el crecimiento del sistema radicular de la planta. Du Jardin (2015) menciona que cuando se aplica foliarmente los bioestimulantes al cultivo se incrementa su rendimiento, esto debido a su origen vegetal son rápidamente absorbidos por los tejidos de la planta, estimulando la síntesis de protohormonas que son rápidamente traslocadas hacia los puntos de

activo crecimiento (meristemas apicales) y mediante procesos enzimáticos incrementan el potencial del rendimiento de las plantas.

Se realizaron investigaciones aplicando bioestimulantes en el cultivo de papa, Villegas (2016) en su investigación aplicando el bioestimulante Kelpak alcanzó un rendimiento promedio de 47,147 t ha⁻¹ siendo inferior a los resultados obtenidos. Por otro lado, Ancajima (2016), aplicando el bioestimulante Delfan plus alcanzó un rendimiento de 38,93 t ha⁻¹ en la variedad Canchan. Del Aguila (2013), en condiciones de La joya, Arequipa aplicando el bioestimulante Agrostemin alcanzó un rendimiento de 60,74 t ha⁻¹ de papa variedad UNICA. Díaz (2017), indica que cuando los bioestimulantes se aplican foliarmente los rendimientos se incrementan, pero no siempre ocurre esto. El uso de los bioestimulantes pueden tener un efecto beneficioso económicamente para el agricultor. Este mismo autor indica que el efecto hormonal de los bioestimulantes en la tuberización se debe a su composición química, momentos y modo de aplicación, factores ambientales y edad del cultivo. Asimismo, el uso de los bioestimulantes da tolerancia frente al estrés hídrico, alta radiación, bajas temperaturas, etc., y resistencia al ataque de plagas y enfermedades. Favorece la absorción de nutrientes, incrementando el rendimiento y calidad de las cosechas. Al estimular una mayor formación de tubérculos la demanda de la planta por fotoasimilados se incrementa, la planta equilibra esta demanda, una

cantidad creciente de los fotosintatos es destinada hacia la formación y desarrollo de los tubérculos, en perjuicio del crecimiento vegetativo. Después que finaliza el crecimiento, no hay emisión de nuevas ramas, hojas nuevas, las hojas maduras y más viejas van amarillándose lentamente, la tasa fotosintética disminuye y los fotoasimilados son removilizados hacia los tubérculos para su crecimiento y maduración. Los bioestimulantes cumplen esta función dentro de la planta translocando lo fotoasimilados hacia los órganos de reserva (Aldabe & Dogliotti, 2011).

5.8. Rendimiento de la categoría extra (t/ha)

Tabla 20. Análisis de varianza de rendimiento de tubérculos categoría extra (t/ha) de papa var. UNICA

F.V.	SC	gl	CM	Fc	F _{tab}	
					0,05	0,01
Tratamientos	23,92	4	5,98	8,63	3,26	5,41 **
Bloques	4,72	3	1,57	2,27	3,49	5,95 ns
Error exp.	8,31	12	0,69			
Total	36,95	19				

CV= 6,31%

**= Altamente significativo

ns= No significativo

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 20 del análisis de varianza de rendimiento de tubérculos categoría extra, señala que no se encontró diferencias estadísticas significativas entre bloques. Entre tratamientos se observa que existe alta diferencias estadísticas significativas en sus promedios, el coeficiente de variabilidad fue de 6,31%.

Tabla 21. Prueba de significación de Duncan de rendimiento de tubérculos categoría extra (t/ha) de papa var. UNICA

Orden de mérito	Tratamientos	Promedios	Significación $\alpha=0,05$
1	Fitoamin	14,95	a
2	Stymgen	13,21	b
3	Basfoliar algae	13,15	b
4	Trigrrr foliar	13,14	b
5	testigo	11,50	c

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

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 21, se presentan los resultados de la prueba de Duncan al 5 %, se visualiza que el tratamiento Fitoamin logró el mayor rendimiento de tubérculos de categoría extra con 14,95 t ha⁻¹ superando a los demás tratamientos. Los tratamientos Stymgen, Basfoliar algae y Trigrrr foliar con rendimientos de 13,21; 13,15 y 13,14 t ha⁻¹, fueron similares estadísticamente entre sus promedios. El tratamiento testigo logro el menor rendimiento en esta categoría con un promedio de 11,50 t ha⁻¹.

El efecto positivo del bioestimulante Fitoamin sobre el crecimiento de los tubérculos, podría deberse al contenido de aminoácidos libre, totales y al contenido de nitrógeno total, lo que permite obtener tubérculos de mayor tamaño, así como también le dan a la planta una mejor capacidad para tolerar las condiciones adversas como: estrés por salinidad, hídrico, altas temperaturas, frio y heladas que se presentan durante el ciclo vegetativo del cultivo. Asimismo, favorecen el crecimiento radicular permitiendo una

mayor absorción de nutrientes; así como también favorecen el crecimiento vegetativo y el área foliar para una mayor actividad fotosintética, lo que permite obtener tubérculos de mayor calibre en comparación con las plantas que no recibieron la aplicación de bioestimulantes cuyos tubérculos son de menor calibre.

5.9. Rendimiento de la categoría primera (t/ha)

Tabla 22. Análisis de varianza de rendimiento de tubérculos categoría primera (t/ha) de papa var. UNICA

F.V.	SC	gl	CM	Fc	F _{tab}	
					0,05	0,01
Tratamientos	119,71	4	29,93	6,72	3,26	5,41 **
Bloques	0,94	3	0,31	0,07	3,49	5,95 ns
Error exp	53,42	12	4,45			
Total	174,07	19				

CV= 7,27%

**= Altamente significativo

ns= No significativo

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 22, el análisis de varianza, indica que no existe diferencias estadísticas significativas entre bloques. Entre tratamientos se encontró diferencias estadísticas significativas en sus promedios, el coeficiente de variación fue de 7,27%.

Tabla 23. Prueba de significación de Duncan de rendimiento de tubérculos categoría primera (t/ha) de papa var. UNICA

Orden de mérito	Tratamientos	Promedios	Significación $\alpha=0,05$
1	Fitoamin	33,44	a
2	Stymgen	29,16	b
3	Basfoliar algae	28,24	b
4	Trigrrr foliar	28,21	b
5	Testigo	26,00	b

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

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 23, se muestran los resultados de la prueba de Duncan con un nivel de significación de 5 %. Se observa que el tratamiento Fitoamin obtuvo el mayor rendimiento en la categoría extra con $33,44 \text{ t ha}^{-1}$, superando a los demás tratamientos: Los bioestimulantes (Stymgen, Basfoliar algae, Trigrrr foliar) y el testigo con promedios de: $29,16$; $28,24$; $28,21$ y $26,00 \text{ t ha}^{-1}$ de tubérculos categoría primera de papa var. UNICA respectivamente, fueron estadísticamente similares.

Debido a que el bioestimulante Fitoamin contiene composición química como los aminoácidos libres 22 a 24 % y totales 42 a 50 %, nitrógeno total; Favorece el crecimiento de raíces incrementando la absorción de agua y nutrientes, lo que se ve reflejado en un mayor crecimiento vegetativo y área foliar incrementando la actividad fotosintética, lo cual influye en el crecimiento y calidad de los tubérculos.

El rendimiento de papa está en función a la tasa de crecimiento; al número, tamaño y peso, y al tiempo de crecimiento y maduración de los tubérculos (Rosales, Espinosa, & Bonierbale, 2007).

5.10. Rendimiento de la categoría segunda (t/ha)

Tabla 24. Análisis de varianza de rendimiento de tubérculos categoría segunda (t/ha) de papa var. UNICA

F.V.	SC	gl	CM	F	F tab	
					0,05	0,01
Tratamientos	32,99	4	8,25	9,51	3,26	5,41 **
Bloques	0,79	3	0,26	0,3	3,49	5,95 ns
Error exp.	10,41	12	0,87			
Total	44,19	19				

CV= 9,16%

**= Altamente significativo

ns= No significativo

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 24, el análisis de varianza muestra que no hubo diferencias estadísticas significativas entre bloques. Entre tratamientos se encontró alta diferencia estadísticas significativas, el coeficiente de variación fue de 9,16 %.

Tabla 25. Prueba de significación de Duncan de rendimiento de tubérculos categoría segunda (t/ha) de papa var. UNICA

Orden de mérito	Tratamientos	Promedios	Significación
1	Trigrrr foliar	11,50	a
2	Fitoamin	11,21	a
3	Stymgen	10,29	a
4	Basfoliar algae	10,00	a
5	testigo	7,85	b

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

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 25, se muestra los resultados de la prueba de significación de Duncan al 5 %, se observa que los tratamientos Trigrrr foliar, Fitoamin, Stymgen y Basfoliar algae alcanzaron promedios de 11,50; 11,21; 10,29 y 10,00 t ha⁻¹, siendo estadísticamente similares entre sus valores. En el último lugar se encuentra el testigo con 7,85 t ha⁻¹ de tubérculos categoría segunda.

Por tal motivo se infiere que al aplicar los bioestimulantes mencionados al cultivo de papa variedad UNICA, estimulan la formación de tubérculos correspondiente a la categoría segunda en calibre de tamaño, esto debido a un crecimiento vegetativo en el área foliar de la planta lo cual genera una mayor actividad fotosintética.

CONCLUSIONES

Para las condiciones del sector de Piedra Blanca, distrito de Calana, provincia de Tacna, lugar donde se realizó la investigación se concluye:

1. El bioestimulante Fitoamín incrementa el rendimiento en el cultivo de papa alcanzando un rendimiento de 58,96 t ha⁻¹. Asimismo, logra mayor rendimiento de tubérculos comerciales en la categoría primera con 33,44 t ha⁻¹.
2. Con respecto a la variable número de tubérculos por planta, el tratamiento Fitoamin alcanzó el mayor promedio con 12,50 unid. Asimismo, logró el mayor diámetro polar y ecuatorial con 10,24 y 7,14 cm respectivamente.
3. En cuanto a la altura de planta el mayor promedio lo obtuvo el bioestimulante Fitoamín con 58,60 cm.

RECOMENDACIONES

1. En base a los resultados obtenidos, se recomienda aplicar el bioestimulante Fitoamin® en el cultivo de papa variedad UNICA, ya que obtuvo el mayor rendimiento.
2. Se recomienda realizar nuevas evaluaciones en otras variedades de papa, utilizando el bioestimulante Fitoamin para incrementar su rendimiento.
3. Realizar otras investigaciones en cuanto a lo que se refiere el distanciamiento de siembra y su relación con la producción de papa variedad UNICA para aumentar el rendimiento en las categorías comerciales: primera y segunda, en la cosecha destinada para el mercado.
4. Mantener el área de cultivo limpio de malezas y a capacidad de campo, principalmente en la etapa de tuberización para lograr un buen desarrollo de tubérculos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldabe, L., & Dogliotti, S. (2011). *Bases fisiológicas del crecimiento y desarrollo de los principales cultivos hortícolas (Solanum tuberosum L.)*. Uruguay: Universidad de la República.
- Alonzo. (2002). *Manual de papas en La Araucanía: Manejo y Plantación*. Centro Regional Carilanca, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- Ancajima, L. A. (2016). *Aplicación de bioestimulantes en el cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) en condiciones de valle de Cañete*. (Tesis de Grado): Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima , Perú.
- Ardebili, Z. O., Moghandam, A. R., Ardebili, N. O., & Pashaie, A. R. (2012). The induced physiological changes by foliar application of amino acids in Aloe vera L. plants. *Plant Omics J*, 5(3), 279-284.
- Arteaga, M., Garcés, N., Novo, R., Guridi, F., Pino, J. A., Acosta, M., & Besú, D. (2007). Influencia de la aplicación foliar del bioestimulante liplant sobre algunos indicadores biológicos del suelo. *Revista de Protección Vegetal*, 22(2), 110-117.

Cahuana, & Arcos. (1993). *Origen de la papa*. Lima, Peru: Universidad Nacional Agraria La Molina.

Calmet, A. (2003). *Efectos de la aplicación de fertilizantes foliares en plantas anuales*. Fonte: <http://www.fertitec.com>.

Canales, L. B. (1999). Enzimas-algas: posibilidades de su uso para estimular la producción agrícola y mejorar los suelos. *Terra latinoamericana*, 17(3), 271-276.

Caraveo, L. F. (2018). *Funciones y usos potenciales de los aminoácidos en la bioestimulación*. México: INTAGRI.

Castro, D. C., Micheloud, N. A., Butarelli, M., Álvarez, N. H., Favaro, J. C., & Gariglio, N. F. (2015). Raleo químico con ácido naftalenacético, carbaryl y etefón en manzanos "Eva" y "Caricia". *Fave. Sección ciencias agrarias*, 14(1), 0-0.

Cerisola, C. (2015). *La materia orgánica edáfica. Manejo y conservación de suelos*. México: Departamento de Ambiente y Recursos Naturales. UNLP.

CIP. (1998). *Informe técnico anual 1997-1998 de proyecto PROMESPA (Proyecto para el Mejoramiento y Semilla de Papa)*. Lima, Perú: Centro Internacional de la papa-CIP.

- CIP. (2002). *Informe yécnico anual 2001-2002 del proyecto FONTAGRO selección y utilización de variedades de papa con resistencia a enfermedades para el procesamiento industrial de América Latina*. Lima, Perú: Centro Internacional de la Papa – CIP.
- Cuin, T. A., & Shabala, S. (2007). Amino acids regulate salinity-induced potassium efflux in barley root epidermis. *Planta*, 225(3), 753.
- Del Aguila, C. (2013). *Uso de bioestimulantes en la producción de papa (Solanum tuberosum L.) c.v. ÚNICA en siembra de primavera La Joya-2011*. (Tesis título), Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa: Arequipa, Perú.
- Díaz, M. D. (2017). *Las Hormonas Vegetales en las Plantas*. México: Serie Nutrición Vegetal Núm. 88. Artículos Técnicos de INTAGRI.
- Du Jardin, P. (2015). Plant Biostimulants: Definition, Concept, Main Categories and Regulation. *Rev. Scientia Horticulturae*, 196, 3-14.
- Egúzquiza, J. V. (2000). *Manual de estudio de formas de crecimiento de las plantas de papa*. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Egúzquiza, B. R., & Barriga, V. (1991). *El cultivo de papa en el sur del Perú*. Cuzco, Perú: Estacion Experimental Los Andenes.

FAO. (2008). *La papa*. Fonte: <http://www.fao.org/potato-2008/es/lapapa/origenes.html>

García, S. D. (2017). *Bioestimulantes Agrícolas, Definición, Principales Categorías y Regulación a Nivel Mundial*. México: Serie Nutrición Vegetal Núm. 94. Artículos Técnicos de INTAGRI.

Guerrero, C. O., Caseres, A. B., Lagos, T., & Sañubo, B. (1995). Efecto de la aplicación de bioestimulantes sobre el crecimiento y producción de tubérculos de papa criolla solanum phureia juz. Et buk) en botana municipio de Pasto. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 13(1), 64-68.

INDECOPI. (2010). *Norma técnica peruana. Papa, definiciones y requisitos*. Lima, Perú: Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias - INDECOPI.

Inostroza, J. (2009). *Manual de papa para la Araucanía: Manejo y plantación*. Temuco, Chile: Instituto de Investigación Agropecuarias, Ministerio de Agricultura Centro Regional Carillanca.

INTAGRI. (2018). *Aminoácidos para la bioestimulación de cultivos hortícolas*. México: Serie Nutrición Vegetal. Núm. 11. Artículos Técnicos de INTAGRI.

- Kessel, A. (2008). Aplicación de técnicas biotecnológicas en frutales, una vía valiosa para el rescate y la conservación de estas especies. *Cultivos Tropicales*, 29(3), 27-37.
- Koda, Y. (1992). The Role Jasmonic Acid and Related Compounds in the Regulation of Plants Development. *Int. Rev. Cytol*, 135, 155-159.
- Maroto, J. V. (2002). *Horticultura herbacea especial*. Madrid: Ed. Mundi-Prensa.
- Mladenova, Y. I., Maini, P., Mallegni, C., Goltsev, V., Vladova, R., Vinarova, K., & Rotcheva, S. (1998). Siapton-an amino-acid-based biostimulant reducing osmostress metabolic changes in maize. *Agro Food Industry Hi-Tech*, 9(6), 18-22.
- Norrie, J., & Neyli, W. (2015). *Extractos de Ascophyllum nodosum en la Producción Agrícola*. México: Horticultivos.
- Ochoa, C. (2001). *El cultivo de la papa y transformada a otros productos*. Lima, Peru.
- Pozo, M. (2017). *Aminoácidos. Curso Internacional en Bioestimulación de cultivos*. México: Intagri.

- Ramírez, F. (2015). *Efecto de los ácidos húmicos y enraizadores en el cultivo de espárrago*. México: INTAGRI.
- Román, C. M., & Hurtado, G. (2002). *Cultivo de la Papa. Guía Técnica*. San Salvador, El Salvador: CENTA.
- Rosales, R. G., Espinosa, J. A., & Bonierbale, M. (2007). UNICA: variedad Peruana para mercado fresco y papa frita con tolerancia y resistencia para condiciones climáticas adversas. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 14(1), 41-50.
- Rubio, O. A., Rangel, G. J., Flores, L. R., Magallanes, G. J., Díaz, H. C., Zabala, Q. T., . . . Paredes, T. A. (2000). *Manual Para la Producción de Papa en las Sierras y Valles Altos del Centro de México*. México: INIFAP.
- Saborio, F. (2002). *Bioestimulantes en fertilización foliar. Fertilización foliar*. Costa Rica: Principios y aplicaciones.
- Valadez, A. (2002). *Producción de hortalizas*. Mexico: Ed. Limusa.
- Vásquez, E. (2003). *Influencia de los factores ambientales en la predicción de comportamiento de los clones de papa para la costa del Perú*. Lima, Péru: Universidad Nacional Agraria (La Molina).

Villegas, M. O. (2016). *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.* (Tesis título), Universidad Nacional Jorge Basadre Gohmann: Tacna.

ANEXOS

Anexo 1. Datos originales de altura de planta de papa var. UNICA

Tratamientos	Bloques				Prom
	I	II	III	IV	
Testigo	45,50	43,90	40,10	43,30	43,20
Fitoamin	59,90	55,70	58,00	60,80	58,60
Basfoliar algae	50,30	51,80	53,50	51,20	51,70
Stymgen	50,50	50,10	51,30	55,20	51,78
Trigrrr foliar	53,90	51,30	55,00	41,90	50,53

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2. Datos originales de número promedio de tubérculos por planta de papa variedad UNICA

Tratamientos	Bloques				Prom
	I	II	III	IV	
Testigo	9,50	8,10	8,00	7,90	8,38
Fitoamin	12,30	12,60	12,60	12,50	12,50
Basfoliar algae	9,00	11,80	11,40	11,40	10,90
Stymgen	9,00	10,60	9,80	10,20	9,90
Trigrrr foliar	9,20	10,40	10,60	8,90	9,78

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Datos originales de diámetro polar de tubérculos por planta de papa var. UNICA

Tratamientos	Bloques				Prom
	I	II	III	IV	
Testigo	9,12	9,04	9,02	9,10	9,07
Fitoamin	10,50	10,28	10,10	10,07	10,24
Basfoliar algae	9,94	9,43	9,32	9,31	9,50
Stymgen	9,13	9,77	8,98	10,03	9,48
Trigrrr foliar	8,49	9,43	9,71	9,54	9,29

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Datos originales de diámetro ecuatorial de tubérculos por planta de papa var. UNICA

Tratamientos	Bloques				Prom
	I	II	III	IV	
Testigo	5,66	5,80	5,16	5,26	5,47
Fitoamin	6,93	6,96	7,45	7,20	7,14
Basfoliar algae	6,48	6,31	6,34	6,29	6,36
Stymgen	6,12	6,73	6,33	6,57	6,44
Trigrr foliar	6,61	6,64	6,74	6,68	6,67

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5. Datos originales de peso de tubérculos por planta de papa var. UNICA

Tratamientos	Bloques				Prom
	I	II	III	IV	
Testigo	1,33	1,12	1,30	1,50	1,31
Fitoamin	1,87	1,90	1,96	1,93	1,91
Basfoliar algae	1,50	1,54	1,55	1,89	1,62
Stymgen	1,52	1,88	1,54	1,50	1,61
Trigrr foliar	1,53	1,68	1,51	1,74	1,62

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 6. Datos originales de peso de tubérculos por unidad experimental de papa var. UNICA

Tratamientos	Bloques				Prom
	I	II	III	IV	
Testigo	126,51	97,60	104,03	108,44	109,15
Fitoamin	124,33	136,52	131,91	127,93	130,17
Basfoliar algae	117,57	119,70	120,12	112,08	117,37
Stymgen	114,18	121,73	119,17	120,70	118,95
Trigrr foliar	104,09	115,84	109,79	105,33	108,76

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 7. Datos originales de rendimiento total de tubérculos por hectárea de papa var. UNICA

Tratamientos	Bloques				Prom
	I	II	III	IV	
Testigo	47,34	43,38	46,24	48,19	46,29
Fitoamin	55,26	60,67	58,62	61,30	58,96
Basfoliar algae	52,25	53,20	53,39	49,81	52,16
Stymgen	50,75	54,10	52,97	53,64	52,86
Trigrrr foliar	52,04	51,49	53,24	51,26	52,01

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 8. Conducción del experimento



Fotografía 01: Arado del campo experimental



Fotografía 02: Muestreo del suelo



Fotografía 03: semillas de papa variedad UNICA adquirida de Huasahuasi



Fotografía 04: Desinfección de la semilla



Fotografía 05: Tratamiento de verdeo de la semilla



Fotografía 06: Surcado y abonado de fondo



Fotografía 07: Siembra



Fotografía 08: Aplicación fitosanitaria



Fotografía 09: Tapado de la semilla



Fotografía 10: Riego después de la siembra

Anexo 9. Desarrollo del cultivo



Fotografía 11: Emergencia de la planta



Fotografía 12: Crecimiento inicial del cultivo de papa



Fotografía 13: desarrollo del cultivo



Fotografía 14: cultivo de papa



Fotografía 15: corte del follaje 15 días antes de la cosecha

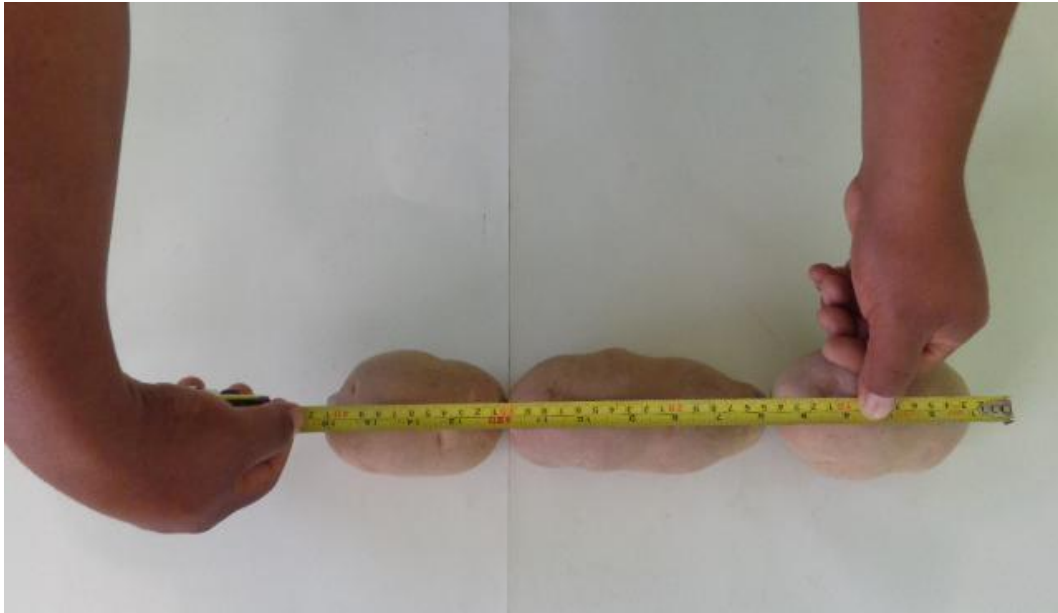


Fotografía 16: Cosecha de papa del campo experimental

Anexo 10. Toma de datos



Fotografía 17: Medición de la altura de planta



Fotografía 18: Medición del diámetro de tubérculos



Fotografía 19: Medición del peso de tubérculos