



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**EFFECTO DE LOS REGULADORES DE CRECIMIENTO Y
BIOESTIMULANTE EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE
PAPA (*Solanum tuberosum* L.), C.E. ILLPA-PUNO**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. STEPHANY VICTORIA QUISPE CRUZ

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PUNO – PERÚ

2024



NOMBRE DEL TRABAJO

**EFFECTO DE LOS REGULADORES DE CRECIMIENTO Y BIOESTIMULANTE EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA (Sol
anum tuberosum L.), C.E. ILLPA-PUNO**

AUTOR

STEPHANY VICTORIA QUISPE CRUZ

RECUENTO DE PALABRAS

19844 Words

RECUENTO DE CARACTERES

108066 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

111 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

2.9MB

FECHA DE ENTREGA

Sep 16, 2024 2:03 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Sep 16, 2024 2:05 PM GMT-5

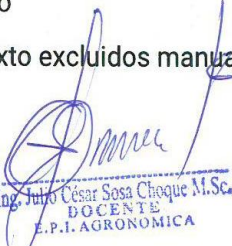
● **12% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 12% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Coincidencia baja (menos de 12 palabras)


Ing. Julio César Sosa Choque M.Sc.
DOCENTE
E.P.I. AGRONÓMICA


Dr. Manuel Alfredo Callohuanca P.
Cod. 82081 CIP: 24842

Resumen



DEDICATORIA

Con todo mi corazón a mi padre Rómulo, quien me enseñó que, para el futuro académico de un hijo, no hay cansancio, esforzándose cada día, dando lo mejor de sí, para hacer de mí un profesional con buenos hábitos y valores.

Con todo mi amor a mi hermosa madre Adela, quien me aconseja a ser una profesional integra, sin corromper mis caminos, sobre todo por enseñarme a no rendirme y a intentar las cosas una y otra vez hasta alcanzar el éxito.

A mis hermanitos que son mi mayor gozo en cada momento, me dan fuerzas para salir adelante, para que cada una de mis metas alcanzadas les quede como ejemplo demostrándoles que con dedicación, esfuerzo y coraje todo es posible.

A toda mi familia que siempre estuvieron presentes en cada paso académico, sembrando en mí, semillas de amor, unión y felicidad por el prójimo.

Stephany Victoria Quispe Cruz



AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento infinito a Dios por sus bendiciones cotidianas, por acompañarme siempre en mis pasos y por mostrarme la belleza de la vida, brindándome cada día su amor incomparable y misericordioso hacia mí.

Agradecida con la vida, por el privilegio de disfrutar cada momento, por las lecciones, la cual me permite seguir aprendiendo y superarme cada día.

A mi alma mater, Universidad Nacional del Altiplano, por fomentar un ambiente investigativo durante mi formación profesional.

A mi asesor de tesis M. Sc. Julio Cesar Sosa Choque por su gran paciencia, exigencia y comprensión.

A los miembros de jurados, M. Sc. Isaac Ticona Zúñiga, Dr. Félix Alonso Astete Maldonado y D. Sc. Juan Carlos Luna Quecaño, por su valiosa cooperación durante el desarrollo de mi proyecto de investigación, mi gratitud es inmensa hacia ellos.

Mi profunda gratitud a los docentes Ingenieros de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, que han sido parte de mi travesía universitaria, fue gratificante escuchar sus saberes académicos, les estaré agradecida siempre.

Stephany Victoria Quispe Cruz



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN	15
ABSTRACT.....	16
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. OBJETIVO GENERAL	18
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. ANTECEDENTES	19
2.2. MARCO TEORICO	24
2.2.1. Cultivo de papa	24
2.2.2. Taxonomía de la papa:	24
2.2.3. Clasificación botánica	25
2.2.3.1. Raíz	25
2.2.3.2. Tallo	25
2.2.3.3. Hojas	26



2.2.3.4. Flores.....	26
2.2.3.5. Fruto	27
2.2.3.6. Tubérculo	27
2.2.4. Fenología del cultivo.....	27
2.2.4.1. Emergencia.....	28
2.2.4.2. Brotación.....	28
2.2.4.3. Tuberización y floración	28
2.2.4.4. Desarrollo de los tubérculos.....	29
2.2.4.5. Dormancia	29
2.2.5. Manejo del cultivo.....	30
2.2.5.1. Preparación del suelo	30
2.2.5.2. Siembra	30
2.2.5.3. Deshierbo	31
2.2.5.4. Aporques	31
2.2.5.5. Control de plagas y enfermedades:	32
2.2.5.6. Riegos.....	33
2.2.5.7. Cosecha	34
2.2.6. Características agronómicas de la papa variedad imilla negra.....	35
2.2.7. Reguladores de crecimiento	36
2.2.8. Auxinas	39
2.2.9. Giberelinas	39
2.2.10. Etileno	40
2.2.11. Bioestimulantes	41
2.2.12. Composición de los bioestimulantes	43
2.2.13. Tipos o formulaciones de bioestimulantes:.....	43



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDIO.....	47
3.1.1. Ubicación del área del experimento	47
3.1.2. Ubicación política	47
3.1.3. Ubicación geográfica	47
3.1.4. Climatología.....	48
3.1.5. Condiciones edáficas.....	50
3.2. MATERIALES Y EQUIPOS.....	51
3.2.1. Material experimental	51
3.2.2. Materiales de campo:	52
3.3. CARACTERÍSTICAS DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL	52
3.3.1. Área del campo experimental.....	52
3.3.2. Distribución de la unidad experimental	53
3.4. TRATAMIENTOS.....	53
3.5. DESCRIPCIÓN DE LOS PRODUCTOS EMPLEADOS EN LA INVESTIGACIÓN:	54
3.6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN:.....	55
3.6.1. Diseño experimental.....	55
3.6.2. Conducción experimental.....	55
3.6.3. Parámetros a evaluar	60
3.6.4. Modo de aplicación de los bioestimulantes	61
3.6.5. Variables en estudio:	62



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DESARROLLO DEL CULTIVO DE PAPA CON LA APLICACIÓN RC Y BIOESTIMULANTE.....	63
4.1.1. Emergencia del cultivo de papa	63
4.1.2. Número de tallos del cultivo de papa.....	65
4.1.3. Floración del cultivo de papa	69
4.1.4. Altura de planta del cultivo de papa.....	72
4.2. RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA	81
4.2.1. Número de tubérculos	81
4.2.2. Rendimiento de papa en kg/parcela	85
V. CONCLUSIONES.....	89
VI. RECOMENDACIONES.....	90
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91
ANEXOS.....	96

ÁREA: Ciencias Agrícolas

TEMA : Manejo agronómico de cultivos

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 17 de septiembre del 2024



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Clasificación de los principales reguladores de crecimiento vegetal.....	38
Tabla 2 Tabla Temperatura 2021-2022 (Campaña agrícola)	49
Tabla 3 Análisis de fertilidad del suelo agrícola investigativo (2021-2022) Illpa....	51
Tabla 4 Tratamientos en estudio.	53
Tabla 5 Malezas encontradas al momento del deshije	56
Tabla 6 Enfermedades y plagas observadas al momento de la clasificación	59
Tabla 7 Clasificación comercial.....	60
Tabla 8 Análisis de varianza porcentaje de emergencia del cultivo de papa.	63
Tabla 9 Análisis de varianza del número de tallos del cultivo de papa.	66
Tabla 10 Prueba de significación de Tukey del número de tallos del cultivo de papa	66
Tabla 11 Análisis de varianza del porcentaje de floración del cultivo de papa.	69
Tabla 12 Prueba de significación de Tukey del porcentaje de floración del cultivo de papa.	70
Tabla 13 Análisis de varianza de la altura de planta en 30 días del cultivo de papa. .	72
Tabla 14 Prueba de significación de Tukey de la altura de planta en 30 días del cultivo de papa.	73
Tabla 15 Análisis de varianza de la altura de planta en 45 días del cultivo de papa. .	76
Tabla 16 Prueba de significación de Tukey de la altura de planta en 45 días del cultivo de papa.	77
Tabla 17 Análisis de varianza de la altura de planta en 60 días del cultivo de papa ..	78
Tabla 18 Prueba de significación de Tukey de la altura de planta en 60 días del cultivo de papa.	79



Tabla 19	Análisis de varianza del número de tubérculos por planta del cultivo de papa.	82
Tabla 20	Prueba de significación de Tukey del número de tubérculos por planta del cultivo de papa	82
Tabla 21	Análisis de varianza del rendimiento por parcela del cultivo de papa.....	85
Tabla 22	Prueba de significación de Tukey del rendimiento por parcela del cultivo de papa.	86



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Fenología del cultivo de papa.	30
Figura 2 Ubicación del campo experimental en Centro Experimental Illpa- UNA Puno.	48
Figura 3 Datos climáticos correspondiente al año 2021- 2022	49
Figura 4 Preparación del terreno con implemento agrícola	55
Figura 5 Deshierbo de malezas	57
Figura 6 Segundo aporque, realizado manualmente.	58
Figura 7 Porcentaje de emergencia del cultivo de papa.	64
Figura 8 Número de tallos del cultivo de papa	67
Figura 9 Porcentaje de floración del cultivo de papa.	70
Figura 10 Altura de planta en 30 días del cultivo de planta.	73
Figura 11 Altura de planta en 45 días del cultivo de planta.	77
Figura 12 Altura de planta en 60 días del cultivo de planta.	79
Figura 13 Número de tubérculos por planta del cultivo de papa.....	83
Figura 14 Rendimiento de papa por parcela.....	86



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1 Ficha técnica del bioestimulante PHYLLUM	96
ANEXO 2 Ficha técnica del regulador de crecimiento ETHESAC.	97
ANEXO 3 Ficha técnica del regulador de crecimiento CRESISAC	98
ANEXO 4 Ficha técnica del bioestimulante AGROSTEMIN.	99
ANEXO 5 Ficha técnica del bioestimulante KELPAK.....	100
ANEXO 6 Croquis de la investigación experimental.....	101
ANEXO 7 Análisis de fertilidad de suelos.....	102
ANEXO 8 Datos promedios en porcentaje de emergencia	103
ANEXO 9 Datos promedios en floración.....	103
ANEXO 10 Datos promedios en número de tallos	104
ANEXO 11 Datos promedios en altura de planta (30,45,60 días)	104
ANEXO 12 Datos promedios en número de tubérculos.	105
ANEXO 13 Datos promedios en rendimiento.....	105
ANEXO 14 Secado de tubérculos- semilla, después de ser sumergidas en los productos utilizados.....	106
ANEXO 15 Productos utilizados en la investigación.....	106
ANEXO 16 Preparación de los productos en baldes de 20L.....	107
ANEXO 17 Evaluación de altura a los 30 días	107
ANEXO 18 Evaluación de altura a los 60 días.	108
ANEXO 19 Campo de investigación	108
ANEXO 20 Área de investigación del cultivo de papa.	109
ANEXO 21 Declaración jurada de autenticidad de tesis.....	110
ANEXO 22 Autorización para el depósito de tesis en el Repositorio Institucional....	111



ACRÓNIMOS

ABA:	Acido abscísico
AIA:	Ácido indol acético (auxina)
AIB:	Hormona de enraizamiento
ANVA:	Análisis de varianza
CIP:	Centro Internacional de la Papa
cm:	centímetro
DBCA:	Diseño experimental de bloques completos al azar
E.E.A:	Estación Experimental Agraria
FA:	Franco arcilloso
Fc:	F calculada
Ft:	F tabular
F.V.:	Fuentes de variabilidad
g:	gramos
GA3:	Ácido giberélico
Gas:	Giberelinas
G. L.:	Grados de libertad
ha:	hectárea
IAA:	Acido indolacético
INIA:	Instituto Nacional de Innovación Agraria
M.O.:	Materia orgánica
MS:	Murashige-Skoog (MS)
mg/L:	Miligramos por litro
PAT:	Transporte polar



PP:	Precipitación
ppm:	Partes por millón
P:	Fosforo
pH:	Potencial de hidrogeniones
RC:	Reguladores de crecimiento
S.C.:	Suma de Cuadrados
Se:	Selenio
Si:	Silicio
T.:	Temperatura
tn:	Tonelada



RESUMEN

La producción agrícola es una de las labores más fundamentales para el ser humano, además de aportar riqueza a los países, es vital para la seguridad alimentaria. Los bajos rendimientos del cultivo de papa en condiciones del Altiplano, nos lleva a la búsqueda de mejores técnicas para contribuir en el aumento de producción, para disminuir la hambruna a largo plazo y poder contribuir a la seguridad alimentaria de la población. La investigación se realizó con el objetivo de determinar el efecto de los reguladores de crecimiento y bioestimulante en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), en el C.E. Illpa-Puno, donde se evaluaron diferentes parámetros tales como: emergencia, número de tallos, porcentaje de floración, crecimiento de la planta, número de tubérculos por planta, peso promedio de tubérculos/planta, las evaluaciones se dieron cada 15 días, desde la emergencia, así mismo se aplicó los diferentes productos en la siembra e inicio de floración, para el análisis se distribuyeron los tratamientos en un diseño bloque completo al azar (DBCA) con 5 tratamientos incluyendo el testigo, con 3 repeticiones, siendo 15 unidades experimentales; los resultados fueron favorables para el tratamiento 1 (Phyllum + Cresicac) aplicado en la siembra, desde la emergencia hasta la altura de la planta a los 60 días, así mismo en el incremento de rendimiento destaco este mismo tratamiento 1 (Phyllum + Cresisac), siendo provechoso para el cultivo de papa, obteniendo 18.5 kg/parcela, superando a los demás tratamiento mientras el testigo obtuvo 14.46 kg/parcela siendo el menor rendimiento, de esta manera se llegó a la conclusión que el tiempo para aplicar el bioestimulante (PHYLLUM), en combinación con reguladores de crecimiento (CRESISAC Y ETHESAC) es durante la siembra.

Palabras Clave: Bioestimulante, Papa, Reguladores de crecimiento, Rendimiento.



ABSTRACT

Agricultural production is one of the most fundamental tasks for human beings, in addition to providing wealth to countries, it is vital for food security. The importance of potato cultivation in Peru leads us to investigate better techniques to contribute to increasing production and productivity, to reduce hunger in the long term and achieve food security for the population. The research was carried out with the objective of determining the effect of growth regulators and biostimulant on the yield of the potato crop (*Solanum tuberosum* L.), in C.E. Illpa-Puno, where different parameters were evaluated such as: emergence, number of sprouts per tubers, plant growth, number of tubers per plant, average weight of tubers/plant, evaluations were given every 15 days, from emergence, likewise these products were applied at planting and before flowering, to In the analysis, the treatments were distributed within the framework of a randomized complete block design (DBCA) with 5 treatments including the control, each of these with 3 repetitions, being 15 experimental units, the results were favorable for treatment 1-T1 (Phyllum + Cresicac) applied in sowing, from emergence to plant height at 60 days, likewise in the increase in yield I highlight this same treatment 1 (Phyllum + Cresicac), being beneficial for potato cultivation, obtaining 18.5 kg/plot, surpassing the other treatments while the control obtained 14.46 kg/plot being the lowest yield, in this way it was concluded that the time to apply the biostimulant (PHYLLUM), in combination with growth regulators (CRESISAC AND ETHESAC) is during sowing.

Keywords: Biostimulant, Potato, Growth regulators, Yield.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Las culturas antiguas de nuestra historia siempre han estado vinculadas al cultivo de la papa, cuando se originó la agricultura, en la chacra primitiva se sembró diferentes especies de papas silvestres que se cruzaban entre ellas, los primeros pobladores del Perú colectaron tubérculos de especies silvestres que se localizaron distribuidas extensamente en nuestro territorio, constituyendo una de las zonas de mayor riqueza genética de la papa en el mundo, a través de los años, el agricultor seleccionó híbridos que producían tubérculos de mayor tamaño, sabor menos amargos y estén adaptados a las diferentes condiciones de suelos y climas de los Andes peruanos (MINAN, 2019).

El cultivo de la papa en Perú es esencial, además de ser el más básico cultivo sembrado, es importante en la necesidad alimentaria de las regiones interandinas. Nuestro país cuenta con 41 variedades mejoradas de papa con una óptima capacidad nutritiva, presenta una excelente calidad genética, adecuado para el rendimiento, estas variedades son desarrolladas a través del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) en raíces y tuberosas, estos cultivares de papa aumentan la producción de cosecha de los agricultores llegando a producir más de 20 toneladas por hectárea, esto se debe que son más resistentes a las plagas y enfermedades, además de ser tolerantes a los factores climáticos presentados en el lugar de siembra (MINAGRI, 2020).

Por lo descrito en los párrafos anteriores, el cultivo de papa tiende a ser un alimento de alta demanda de consumo, por lo cual es necesario buscar una mayor producción del cultivo, ante el aumento de la población y la necesidad, en el interés de los productores, es fundamental optar y sugerir por alternativas que nos lleve a obtener considerablemente buenos rendimientos, sin la necesidad de depender de productos



químicos sintéticos o artificiales , que tienen su papel en la mejoría del vegetal pero que afecta la sostenibilidad ecológica de los agroecosistemas, una alternativa orgánica ante el uso de estos fertilizantes, son los bioestimulantes que no solamente ayuda en el desarrollo de la planta, sino que es amigable con el ambiente y los productores agrícolas ya empiezan a usarlos en sus cultivos, ya que estimula los procesos de crecimiento y desarrollo de las plantas, los bioestimulantes son sustancias que son empleadas o aplicadas en cultivos, con el fin de aportar nutrientes y absorber, que mejoraran las características agronómicas de la planta, además de su tolerancia frente al estrés.

1.1. OBJETIVO GENERAL

- Determinar el efecto de los reguladores de crecimiento y bioestimulante en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), en el C. E. Illpa-Puno.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el desarrollo del cultivo de papa con la aplicación del bioestimulante (PHYLLUM) en combinación con los reguladores de crecimiento (CRESISAC-ETHESAC).
- Determinar el mejor tratamiento (reguladores de crecimiento y bioestimulante) en el rendimiento del cultivo de papa.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

Aguilar (2011), en su proyecto investigación, uso de bioestimulantes en la producción de papa (*Solanum tuberosum* L.) c.v. ÚNICA, su objetivo principal fue probar la eficacia de tres diferentes bioestimulantes y a la vez con dos dosis distintas en el rendimiento del cultivo a evaluar. Las características analizadas en campo fueron desde su porcentaje de emergencia, el desarrollo fenológico de la planta como, la altura, número de tallos, longitud, número de tubérculos/planta, hasta el rendimiento total. Se precisó que el uso bioestimulante Agrostemin® en una dosis alta (0,45%) incrementa el número de estolones y de tubérculos. En cuanto al peso de tubérculos fue favorable para el bioestimulante Agrostemin® dosis baja (0,3%), y el mayor rendimiento lo obtuvo este mismo tratamiento con 60,74t/ha, lo cual obtuvo buenos resultados, el menor rendimiento fue el que obtuvo el Testigo con 54,72t/ha.

Ancajima (2016), evaluó la aplicación de bioestimulantes en el cultivo de papa, tuvo como finalidad evaluar el efecto de dos bioestimulantes en base a aminoácidos, el de un biorregulador y la mezcla de ambos en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de papa de var. "Canchán". Las evaluaciones que realizó se dieron desde la emergencia hasta el rendimiento. Los resultados, con la bases de datos analizados demostraron que el menor tratamiento, en cuanto al porcentaje de emergencia resultó el testigo con un valor menor de 99.25 por ciento, mientras que los tratamientos mal altos fueron T1(fitoamin) y T3 (fitoamin+agrocimax plus) con 99.75, siendo ventajosos. En altura de planta, el T2 (Delfan Plus), fue mayor donde obtuvo un valor de 106.97 cm.,



así mismo en el rendimiento obtuvo el T2 con un valor de 38.93 tn/ha, siendo destacable el T2.

Ferrari *et al.*, (2008), mencionan que la utilización de los reguladores de crecimiento en la agricultura constituye una alternativa tecnológica que permite mejorar el estado fisiológico de los cultivos y su posterior rendimiento productivo, especialmente al encontrarse en condiciones limitantes para su óptimo desarrollo o crecimiento.

Guerrero (2006), indica que los bioestimulantes incrementan las funciones metabólicas y fisiológicas de las plantas, como el desarrollo de la raíz, tallo, hojas flores y fruto, aumenta la fotosíntesis y disminuye los daños causados por factores climáticos, además de ello mejora el estado nutricional de las plantas y mantiene un equilibrio hormonal, favoreciendo la síntesis biológica de las auxinas, giberelinas y citoquininas, así mismo, algunos bioestimulantes pueden usarse en mezcla con insecticidas, fungicidas u otros fertilizantes solubles, pero antes es recomendable comprobar su compatibilidad con el otro producto es decir cuidar que este no precipite caso contrario no es recomendable realizar la mezcla.

Gonzales (2012), realizó su investigación en la evaluación de dos bioestimulantes en el crecimiento y producción en papa, evaluando el efecto de los bioestimulantes Vigofort ultra y Rooting además de un fungicida Fludioxonil para el control de esclerocios de *Rhizoctonia solani*. Como principal evaluación fue el Nro. de brotes 21 días después de plantación, obtuvo resultados altamente favorables para el fungicida, pero no significativo para los bioestimulantes lo que sugiere que existió una presión media de *Rhizoctonia solani* en los tubérculos semilla. En inicio de la floración, Rooting aumento significativamente el Nro., de estolones evaluados al momento de la floración. Sin



embargo, tanto el peso como el Nro. de tubérculos al momento de la cosecha, fueron similar al testigo sin aplicación de bioestimulantes y de fungicida.

Rodríguez y Moreno (2010), afirman que un incremento de GA constituye un factor necesario para inducir la formación del tubérculo ya que este activa una señal transmisible a la región sub-apical del estolón del tubérculo, que cambia la dirección de la división celular, para producir expansión radial en lugar de crecimiento longitudinal, dando paso a la dormancia. La importancia de las GA en la regulación de la dormancia en tubérculos de papa está relacionada con cambios en los niveles endógenos durante la dormancia, sin embargo, parece tener poco interés en la pérdida de la dormancia, pero desempeñan un rol fundamental sobre el control del crecimiento del brote.

Suttle (2004), demostró que un tratamiento breve con etileno puede determinar la finalización prematura del periodo de dormancia del tubérculo, mientras que un tratamiento continuo causa la inhibición del crecimiento del brote, con la acumulación indeseable de los azúcares reductores, además el impacto que causa el etileno sobre la dormancia dependerá del momento y la duración en la que se aplique. El etileno y el ácido abscísico son conocidos por su acción sinérgica y antagónica en numerosos procesos de desarrollo de la planta, sin embargo, en tubérculos de papa aún no se han caracterizado la interacción entre estas dos hormonas que promueven la dormancia.

Samudio (2020), investigo la influencia de bioestimulantes sobre características agronómicas de la soja (*Glycine max (L.)*). Su objetivo principal fue evaluar la influencia de bioestimulantes en algunos parámetros de crecimiento y producción de soja. Realizando dos investigaciones, en campo y bajo invernadero. A campo, los bioestimulantes influyeron en el NDVI, altura de plantas, número de vainas por planta y rendimiento, en comparación al testigo. El BioTS presentó una mayor influencia en el



número de vainas y el BioV en el NDVI y altura de plantas y, por consiguiente, la aplicación secuencial de dichos bioestimulantes más el BioR, resultó una mejor productividad logrando un rendimiento de 4.889 kg ha⁻¹, superando al testigo. Sin embargo, en el invernadero no se observó diferencias estadísticas. Los bioestimulantes respondieron mejor a campo, probablemente debido a su capacidad de mitigar el estrés ocasionado por las condiciones climáticas adversas y daños por herbicidas.

Villegas (2016), en su investigación titulado - Efecto del bioestimulante Kelpak en el proceso de tuberización y rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), se utilizaron tratamientos a base del bioestimulante Kelpak que fueron: 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 l/ha y un tratamiento testigo sin aplicación, para lograr el mayor rendimiento. El diseño experimental que utilizó fue DBCA, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, los resultados demostraron lo siguiente: el mayor rendimiento se obtuvo con 3,0 l/ha con un promedio de 47,147 t/ha.

Valdes (2020), investigó el efecto bioestimulante de extractos de *Padina gimnosperma* y reguladores de crecimiento en el cultivo in vitro de *Agave*, cuyo objetivo fue evaluar los extractos de *Padina gimnosperma* en combinación con los reguladores de crecimiento en el cultivo in vitro de *agave*, donde se emplearon tres reguladores (BA, AIA y AIB), medios de cultivos y extractos evaluados en medios MS y la aclimatación ex invitro, los tratamientos que incluyeron dosis, aumentaron el número de brotes producidos por los explantes con un promedio 3.5, 3.81 y 5.98 respectivamente al final de la evaluación, aquello sin este regulador, su promedio fue de 0.43. El AIB a 1 mg L⁻¹ estimuló en gran medida la producción de raíces con un promedio de siete raíces por brote al final, mientras que los tratamientos que no lo incluyeron fue de 3.1 raíces así mismo estimuló un mayor crecimiento en la longitud de las raíces de los *agaves*.



Vallejos *et al.*, (2021), investigaron el Efecto de Bioestimulantes en la producción de papa con el objetivo de evaluar el efecto de Bioestimulantes en Cochabamba, Los ensayos de campo se implementaron en diseño experimental de Bloques Complemente Aleatorios (DBCA). Los resultados mostraron que hubo una correlación positiva entre el contenido de clorofila y el rendimiento. Esto alude a que los bioestimulantes influyen en la fotosíntesis y que las variables no son independientes. Se observó que, si el contenido de clorofila es mayor en las hojas, aumenta el rendimiento en promedio. El mejor tratamiento fue para el T6 (Maxim a la semilla + Tricobal aplicado al follaje), con rendimiento de 30 t/ha.

Dezzgo (1990), en su trabajo de investigación del efecto del ácido giberélico sobre la brotación de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum*. L.) para "semilla". Estudio el efecto del activol, sobre la brotación de tres variedades de papa para "semilla" (Atzimba, Granola y Andinita), donde evaluó tres concentraciones del producto (2 gr, 5 gr y 8 gr) en dos tiempos de inmersión 5 minutos y 10 minutos. Como respuesta a la investigación se observó que el uso del activol en las variedades tratadas en las dos condiciones climáticas donde se efectuaron los ensayos, la brotación se dio a los cinco días a cualquiera de las concentraciones. Por otro lado, con el equivalente de 2 gr de activol, las variedades de papa tratadas presentaron un mayor número de brotes por tubérculo y mayor longitud del brote al momento de ser llevados al campo. Sin embargo, en el campo experimental se demostró que los componentes del rendimiento no fueron afectados por el tratamiento del Activol, en la variedad Granola.



2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Cultivo de papa

Es un tubérculo que tiene su origen en Sudamérica ocupando el primer lugar en la producción mundial de cultivos de raíces y tubérculos así mismo, el cuarto alimento más importante a nivel mundial, superada a otros alimentos como el arroz, el trigo y el maíz. (Chávez, 1995).

Pumisacho M. (2002), señala que el cultivo de papa se originó en la cordillera andina, con el paso de los años esta planta se desarrolló y se cruzó con otras plantas silvestres del mismo género, presentando una gran variabilidad. A si mismo las evidencias científicas indican que la papa fue domesticada aproximadamente hace más de 10,000 años A.C, por los primeros habitantes de América “recolectores nómades” que llegaron a las orillas del lago Titicaca, lo que se deduce que la papa fue domesticada por la mujer, mientras el hombre se dedicaba a la caza y pesca.

2.2.2. Taxonomía de la papa:

Según Zhio TM, (2011), indica que la taxonomía de la papa es:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Sub Clase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanales

Género: *Solanum*

Especie: *S. Tuberosum*

Nombre científico: *Solanum tuberosum*



2.2.3. Clasificación botánica

Es una planta dicotiledónea, herbácea y anual, pero puede considerarse como perenne potencial debido a su capacidad de reproducirse vegetativamente por medio de tubérculos. (Huamán, 1994).

2.2.3.1. Raíz

Las que provienen de semilla sexual, son delgadas, de ellas salen las radículas laterales. Las plantas que crecen específicamente del tubérculo, desarrollan raíces adventicias en los nudos del tallo y un sistema radical que generalmente mide de entre 46 a 50 cm. (Molina, 2006).

A comparación de otros cultivos, la papa necesita un suelo apto en condiciones físicas y químicas para su desarrollo debido a que tiene un sistema radicular débil. El tipo de sistema radicular varía de delicado y superficial a fibroso y profundo. (INIA, 2012).

2.2.3.2. Tallo

Egúsqiza (2000), afirma que se originan de las yemas u ojos del tubérculo, las plantas provenientes de semilla verdadera es decir sexual tienen solo un tallo principal, mientras que las provenientes de tubérculos-semilla producen varios tallos, mayormente los tallos son de color verde y algunas veces puede ser de color marrón-rojizo. Los tallos laterales se originan a través de las yemas que se forman en el tallo a la altura de las axilas de las hojas, así mismo se también se forman estolones, inflorescencias y, a veces, tubérculos aéreos.



2.2.3.3. Hojas

Están distribuidas en espiral sobre el tallo, Egúsquiza (2000), menciona que las hojas adultas son compuestas, es decir, tienen un raquis central y varios folíolos, la estructura de la hoja sirve para captar y transformar la energía lumínica, en energía alimenticia.

Las hojas que se desarrollan en el tallo subterráneo son pequeñas, en forma de escamas. La forma de las hojas tiene mucha variabilidad debido a las muchas especies y variedades de papa. Color verde claro, anchas y cortas, con un ángulo de implantación agudo (Iniap, 2002).

2.2.3.4. Flores

Son pentámeras es decir son flores compuestas, presentan diversos colores, desde un blanco puro a un morado o la combinación de ambos colores, tienen estilo, estigma simples y ovario, es importante precisar que no todas las variedades que se siembran de papa tubérculo y de semilla sexual pueden florecen y formar bayas, la floración se atrasa una o dos semanas más, en las variedades que son provenientes de semilla sexual. Numerosas, tienen un tamaño aproximado de 3 o 4 centímetros normalmente dos floraciones, corolas de pétalos moradas, estigma verde oscuro, estilo largo verdoso, ovario verde claro, produce abundantes bayas de coloración verde con matiz púrpura cuando tiernas y amarillo-claro cuando maduras (Iniap,2002).



2.2.3.5. Fruto

Llamado baya, de forma redonda y color verde. llega alcanzar un tamaño de 3 cm, en el interior se halla numerosas semillas que es la verdadera semilla sexual o botánica, unas 200 semillas por baya, el tiempo de maduración del fruto depende de los cultivares suele ser de 45 a 60 días después de la floración.

2.2.3.6. Tubérculo

Es un tallo modificado y subterráneo especializado para almacenar los excedentes de energía, se forman a partir de los estolones, los cuales son tallos laterales que crecen horizontalmente dentro del suelo y son emitidos a partir de las yemas de los tallos principales, los tubérculos se empiezan a formar a los 60 días, hasta que la planta alcance su madurez fisiológica, para variedades precoces su desarrollo es en 90 días; los de ciclo intermedio de 110 a 120 días y para las tardías más de 120 días. El tubérculo es el “fruto” agrícola producto del trabajo, dedicación, responsabilidad del “papero” y de las condiciones favorables del ambiente en el que ha crecido (Egúsquiza, 2000).

2.2.4. Fenología del cultivo

El desarrollo fenológico del cultivo de papa empieza con la emergencia o brotamiento del tubérculo y termina con la madurez fisiológica, de manera que se inicia la cosecha. Durante su crecimiento y desarrollo, la planta de papa sufre una serie de fases a nivel de órganos vegetativos y reproductivos referidos a la aparición, transformación y caída de estos (Cabrera y Escobal, 1993).



2.2.4.1. Emergencia

Esta fase empieza desde la siembra, la duración en el que emergerán dependerá de las condiciones adecuadas de almacenamiento, temperatura, usualmente en semilla- tubérculos emergen a los 10-12 días y de 8 a 12 días de semilla sexual.

2.2.4.2. Brotación

Esta fase comienza después de la emergencia del tubérculo semilla, el brote se va desarrollar dependiendo de las condiciones climáticas como temperaturas, humedad, es importante conocer la temperatura del suelo al momento de la siembra, ya que ésta se debe iniciar cuando la temperatura del suelo haya alcanzado por lo menos 7-8 °C., si las temperaturas son inferiores el proceso de brotación y emergencia se aplazaran, mientras que las temperaturas altas, pueden estresar el tubérculo y de esta manera generar enfermedades en el cultivo. Durante esta fase la plántula sobrevive de las reservas contenidas en el tubérculo-madre y por las giberelinas presentes en la región subapical, en esta etapa se debe tener el cultivo libre de malezas. (Alonso Arce, F. 2002).

2.2.4.3. Tuberización y floración

Durante esta etapa la planta sigue su desarrollo vegetativo en la parte aérea, es decir sigue se da su crecimiento, la tuberización comienza con la floración la cual es señal de que la papa comienza a emitir estolones, el tubérculo se forma en la punta del estolón . En variedades precoces, esto ocurre a los 30 días después de la siembra; y en las tardías entre 50 a 60 días.



2.2.4.4. Desarrollo de los tubérculos

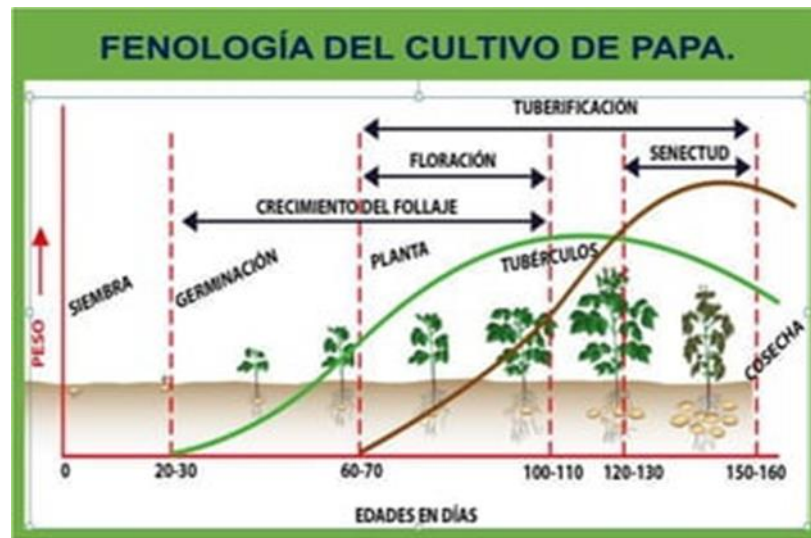
La planta se empieza a tornarse de color amarillo, es decir empieza la senescencia de tallos y hojas sin embargo el tejido aéreo puede mantenerse parcialmente verde y activo, en esta etapa los tubérculos pueden cosecharse y almacenarse, los tubérculos logran alcanzar la madurez fisiológica a los 75 días en variedades precoces; 90 días para intermedias y 120 días para variedades tardías. En la etapa de maduración el déficit hídrico provoca un acortamiento de la dormancia y aumenta el contenido de azúcares reductores. (Inostroza J., 2009).

2.2.4.5. Dormancia

También llamado periodo de reposo, transcurre entre la cosecha y la brotación, esta etapa es menor en tubérculo semilla, la cual dura de 2 a 3 meses y para la semilla sexual es mayor entre 4 a 6 meses. La dormancia puede ser inducida por heridas o alguna enfermedad en el tubérculo, también puede inducirse por tratamiento químico, utilizando el ácido giberélico, el período de dormancia finaliza cuando se inicia el primer brote.

Figura 1

Fenología del cultivo de papa.



Fuente: Pérez (2019).

2.2.5. Manejo del cultivo

2.2.5.1. Preparación del suelo

Se inicia con el análisis físico- químico del suelo, para la siembra, el suelo debe estar adecuadamente preparado, con esto aseguramos una buena producción en la cosecha, En general, las labores fundamentales en la preparación de suelos son: Aradura, “barbecho”, mullimiento, “desterronado” y surcadora. Egúsquiza (2014), indica que se debe asegurar el buen crecimiento de las raíces, esto significa que la preparación del suelo debe eliminar barreras físicas, asegurando de esta manera una buena aireación para un buen crecimiento y desarrollo de raíces.

2.2.5.2. Siembra

La siembra va desde el preparado del suelo, según (Pumisacho y Sherwood, 2002), se coloca la semilla a una distancia determinada; la



distancia varía según el fin, ya sea para consumo o producción de semilla, generalmente el distanciamiento es de 0.50 a 1.20 m entre surco y 0.40 m entre plantas, la profundidad dependerá de la humedad del suelo como el tamaño del tubérculo. Así mismo, (Egúsquiza, 2014) nos dice que el distanciamiento más apropiado dependerá de las condiciones que se consideran los factores como clima, suelo y planta, así como la edad y tamaño de la semilla.

2.2.5.3. Deshierbo

Es la actividad de eliminar malezas que crecen alrededor de la planta, es necesaria e importante para control de malezas pues éstas compiten con el cultivo de papa, originando una competencia de luz, agua y nutrientes, además de ser hospederas de plagas y enfermedades lo que provoca una disminución del rendimiento, por lo que esta actividad debe realizarse en el momento oportuno con el fin de evitar problemas de cultivo.

2.2.5.4. Aporques

El aporque tiene como labor cubrir o elevar la altura de los camellones, de esta manera tapar hasta el cuello de la planta, para favorecer la tuberización, profundizar el surco de riego, evitar el ingreso de las plagas que proceden del exterior y proteger el verdeamiento en tubérculos, al realizar dicha actividad se cumple con muchas ventajas para el cultivo, como favorecer la calidad del tubérculo, el incremento de número de tubérculos que se ve reflejado en su rendimiento.



El aporque se realiza cuando las plantas tengan un crecimiento entre 25 y 35 cm, es decir que el primer aporque se realizará a los 60 días de la siembra, cuando este empezando la formación de estolones, si el primer aporque está bien efectuado, no es necesario realizar el segundo aporque. Cuando las variedades son tardías se recomienda realizar dos aporques, con el fin de proteger a los tubérculos y de esta manera evitar pudriciones por inundaciones que se puede dar en el campo.

2.2.5.5. Control de plagas y enfermedades:

Una de los grandes obstáculos en la producción de papa son las enfermedades, afectando el desarrollo vegetativo de la planta y el tubérculo, los daños pueden ser totales o parciales de esta manera ocasionan perdidas en el rendimiento, e implican la rentabilidad final del cultivo.

Arcos *et al.*, (2020) Refieren que, en las zonas altoandinas del Perú, las causas principales del crecimiento deficiente de la planta y daño de los tubérculos son los fitopatógenos, el clima desfavorable e insectos plaga.

La papa es infestada por enfermedades fungosas, estas afectan la calidad del cultivo y así mismo la cantidad de tubérculos, dentro de las principales enfermedades se encuentran la verruga de papa (*Synchytrium endobioticum*), roña (*Spongospora subterranea*) y la rizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*), estas son causadas por diversas bacterias, hongos, virus y nematodos. Por otra parte, existen cuantiosas especies de insectos que provocan heridas o daños en el desarrollo del cultivo de papa, por sus hábitos de alimentación pueden ser comedores, barrenadores, minadores o



picadores-chupadores, los más importantes y siendo plaga clave en el cultivo son el Gorgojo de los Andes (*Premnotrypes spp.*), las polillas (*Phthorimaea operculella*) y la pulguilla, piqui o Epitrix. Se debe tener en cuenta al momento de la siembra, realizar un diagnóstico del historial de presencia de plagas y enfermedades en el lugar, es preferible que el área de siembra no este infectado de verruga y roña

Arcos *et al.*, (2020), nos indican que para tener éxito en la producción de papa es importante una adecuada roturación del terreno, la cual debe realizarse, inmediatamente después de la cosecha del cultivo anterior, con la finalidad de exponer restos de enfermedades fungosas, larvas de plagas y estados juveniles de nematodos a los efectos de la radiación solar, frío y aves. Así mismo nos dicen, para el control de un buen MIPE, frente a los daños se debe considerar la profundidad de la roturación del terreno; con el fin de que el suelo quede expuesto y lo que está sobre la superficie se profundice, al realizar esta práctica permitirá la integración de los residuos de cosecha del cultivo anterior para su descomposición y de esta manera sea favorable para una buena aireación del suelo.

2.2.5.6. Riegos

El agua cumple una función muy importante en el cultivo de papa, ya que este cultivo requiere un suelo húmedo, al momento de la germinación o brotación de esta manera se tendrá un buen desarrollo que se verá reflejado en el vigor de sus hojas, sin embargo, pasada estas etapas fenológicas no es exigente, ya que la baja humedad permite desarrollar sus



raíces. Es recomendable realizar un riego después de la siembra, un día antes de aplicaciones fitosanitarias, época de floración y al momento de la tuberización, para favorecer en el rendimiento del cultivo, así mismo, es necesario aplicar riegos suplementarios en periodos de sequía, en la región de Puno el riego mayormente se da con las lluvias, siendo así un riego por inundación.

Cabrera H. y Escobal F. (2002), señalan que los escasos del recurso hídrico en el cultivo causan la reducción del número de tallos, afectando directamente en el rendimiento, influye en los defectos fisiológicos de los tubérculos como en el tamaño y su forma. Sin embargo, un exceso de riego o agua ya sea mediante lluvias o irrigaciones puede ocasionar el desarrollo pobre de las raíces ya que impide que el oxígeno pueda llegar a las partes subterráneas de la planta.

2.2.5.7. Cosecha

Llamada también escarbe, se realiza cuando los tubérculos están maduros y ya no se pelan a la fricción por el manipuleo. (Alcos *et al.*, 2008). Así mismo, (Cabrera H. y Escobal F., 2002), indican que cuando se observa que el follaje está amarillo esto es síntoma de que la papa está llegando a su madurez comercial, por lo tanto, conviene hacer un muestreo de tubérculos que consiste en sacar tubérculos en diferentes partes del campo y someterlos a una ligera fricción con los dedos de la mano; si la cáscara resiste y no se pela nos indica que todo el cultivo se encuentra maduro es decir los tubérculos ya alcanzaron la madurez comercial (tomando en cuenta su apariencia del tubérculo como tamaño y forma).



Arcos *et al.*, (2020), menciona que, en las condiciones de la región altiplánica del Perú, la cosecha es generalmente realizada entre el 20 de abril y 20 de mayo, dependiendo de las variedades, incidencia de plagas, enfermedades y condiciones climáticas.

2.2.6. Características agronómicas de la papa variedad imilla negra.

El cultivar de papa nativa Imilla Negra es de gran importancia económica y social en la Región de Puno, por su amplia difusión, adaptación, volumen de producción y de muy buena calidad culinaria y comercial. (INIA,2009). Su siembra es principalmente en los departamentos de Puno, Arequipa, Cusco y Tacna.

Características de la variedad imilla negra

- Tamaño: Mediano a alto
- Hojas: Tamaño mediano, de color verde
- Flores: Azul morado, de abundante floración
- Tipo Tuberización: Semiprofundo y semidisperso
- Periodo Vegetativo: 155 a 160 días
- Rendimiento: Hasta 30t/ha.
- El tubérculo es morado oscuro, de forma redonda, con unos ojos profundos, color de pulpa blanca o amarillenta, su calidad culinaria es muy buena.
- Cierta tolerancia a heladas y sequía
- Susceptible a la granizada y al tumbado
- Densidad de siembra: 0.80 a 1.0 m x 0.25 a 0.30 m



- Aporques: Esta labor se realiza cuando la planta tiene una medida de 40 a 50cm de altura, de esta manera aislaremos al cultivo de plagas, enfermedades, pudriciones e inundaciones.
- Susceptible a verruga, roña, nematodos y enfermedades virósicas.
- Tolerante a carbón de la Papa
- Tolerante a rizoctoniasis
- Tolerante a verdeo en tubérculos

2.2.7. Reguladores de crecimiento

Los reguladores de crecimiento, son compuestos orgánicos naturales, producido internamente por una planta, que se encuentran en pequeñas concentraciones, fomentan, inhiben o modifican el crecimiento de los vegetales de esta manera ejercen una profunda influencia en los procesos fisiológicos cuyo principal efecto se produce a nivel celular, cambiando de esta manera los patrones de crecimiento de los vegetales y permitiendo su control.

Anónimo (2010), menciona que las hormonas pueden ejercer su influencia en su sitio de acción, moverse a través de toda la planta vía el xilema o floema, moverse a reducidas distancias entre células por proteínas transportadoras o en algunos casos ser difundida libremente a través de las membranas.

George *et al.*, (2008), indican que los reguladores de crecimiento vegetal más importantes son las auxinas y citoquininas, porque estas controlan la ramificación de los brotes, la formación y mantenimiento de los meristemas, la formación de raíces y otras funciones.

Así mismo, (Cossio, 2013) refiere que los reguladores de crecimiento, se dividen en dos grupos, que son aquellos que se encuentran en los vegetales, y los



reguladores sintéticos, que son compuestos artificiales obtenidos por síntesis química. Los reguladores de crecimiento se catalogan en tres grandes grupos de acuerdo a su acción en la planta: aquellos que lo inhiben (inhibidores), aquellos que fomentan el crecimiento (promotores) y aquellos que lo retardan (retardantes).

Tabla 1

Clasificación de los principales reguladores de crecimiento vegetal

FITOHORMONA	VARIETADES ENCONTRADA	EFEECTO A NIVEL VEGETAL	EFEECTO A NIVEL CELULAR
Auxinas	AIA AIB 2,4-D Ácido α -naftalenacético (N AA) (sintético)	Aumento de la dominancia apical Formación y elongación de tallos Producción de diferentes raíces adventicias	Diferenciación celular. Promoción división celular meristemática. Aumenta contenido osmótico celular. Aumenta permeabilidad celular. Aumento de producción proteica Disminución de la presión de la pared celular
Giberelinas.	GA1 GA2 GA3	Aumenta el desarrollo de tejidos de manera constante Elongación de raíces, hojas jóvenes, floración Participan en procesos de iniciación floral Vital en fertilidad de plantas masculinas y femeninas Induce germinación de semillas	Estimula elongación celular en respuesta a condiciones de luz y oscuridad. Promociona el crecimiento embrionario. Producida de manera endógena durante los procesos de germinación y desarrollo apical.
Citoquininas.	Kinetina Zeatina Benciladenina	Induce la iniciación y elongación de raíces. Activa la senescencia de las hojas. Estimulan desarrollo fotomorfogenico vegetal	Estimula la generación de brotes axilares a nivel vegetal. Pueden sustentar e iniciar la proliferación de tejidos vegetales madre. Se produce con mayor abundancia en las células de los ápices radiculares.
Ácido abscísico	No Presenta	Regula y mantiene la dormancia de las semillas. Estimula la maduración de semillas. Puede inhibir el proceso de germinación vegetal. Regula la transpiración celular (Estomas). Puede inducir la senescencia vegetal y floración vegetal.	Promociona la producción de tejidos zigotos. Tiene un fácil acceso a la membrana celular vegetal Sintetizado en tejidos jóvenes como el endodermo de plantas madre y en algunos tejidos vegetales de las semillas
Etileno.	No presenta	Regula maduración y senescencia vegetal. Maduración de hojas, inicio de floración y frutos. Desarrollo de órganos sexuales. Puede mejorar las características de maduración de frutos.	Capaz de ser producido por cualquier órgano vegetal. Potencializa la acción de auxinas, ácido abscísico y citoquininas Induce la reducción de ácidos nucleicos, la degradación de proteínas, disminución de la membrana celular

Nota: Obtenido de (Alcántara *et al.*,2019)



2.2.8. Auxinas

Son hormonas especializadas en diferentes procesos a nivel vegetal e indispensables para el crecimiento y desarrollo de las plantas, esta hormona se estima como un tipo morfogeno capaz de inducir es decir impulsar la diferenciación celular de órganos y de esta manera dar origen a ellos, además tiene como función de sintetizar a partir de tejidos que crecen rápidamente, tales como meristemas de brotes, primordios de hojas, hojas en expansión, semillas en desarrollo, frutos y polen.

Las auxinas son el único grupo de las hormonas vegetales que exhiben un transporte activo en una manera polar, además de un movimiento a largas distancias vía los tejidos vasculares (Hopkins, 1995). Un efecto celular principal de la auxina es causar la hiperpolarización de la membrana plasmática, este es un requisito necesario para diversas acciones biológicas activadas por auxinas. (Wang e Irving, 2014).

Según Yuste (2007), se le atribuye esencialmente por su capacidad de activar el crecimiento, en general, presentan un papel feminizante en las flores, lo cual permite que sea mayor el número de las flores femeninas. Usualmente, la gran parte de las moléculas de auxina presentes en las plantas están en formas conjugadas, los conjugados son compuestos en los que las moléculas hormonales están unidas de forma covalente con otras sustancias de bajo peso molecular y, por lo tanto, pierden su actividad fisiológica (George *et al.*, 2008).

2.2.9. Giberelinas

Las giberelinas, son hormonas vegetales, que son un conjunto de compuestos químicos que actúan como reguladores endógenos del desarrollo de



vegetales superiores y crecimiento. Las giberelinas son esencialmente hormonas estimulantes del crecimiento al igual que las auxinas, coincidiendo con éstas en algunos de sus efectos biológicos (Cossio, 2013).

Peng *et al.*, (1999), mencionan que al igual que otras fitohormonas, las GAs desempeñan un papel importante en diversos procesos de crecimiento, como el desarrollo de semillas, la elongación de órganos y el control del tiempo de floración, además son necesarias para la germinación de las semillas, en las que estimulan el crecimiento del embrión.

Según Cossio (2013), las GAs promueven el crecimiento es decir que estimulan el alargamiento de los tallos, debido a la elongación de las células, cuando se aplican en inicio de floración, las bayas se alargan, si se da una aplicación adicional antes de la floración de GAs, el tamaño del raquis aumentara, de esta manera se producirá un racimo más flojo que será menos susceptible a la infección fúngica y disminuirá la viabilidad del polen y la fertilidad del óvulo, disminuyendo así el número de frutos y aumentando el peso de la fruta restante.

Hedden (2003), indica que las giberelinas son necesarias para el desarrollo normal de las flores y, en particular, son necesarias para el desarrollo de anteras y la polinización en muchas especies. Las GAs son indispensables para el crecimiento las frutas y para el desarrollo de las semillas, incitan la partenocarpia, proceso en el cual se forma fruto sin fertilización, ante este proceso las giberelinas son más activas frente a las auxinas.

2.2.10. Etileno

Esta fitohormona se encuentra involucrada en varios procesos metabólicos a nivel vegetal, puede ser sintetizada de manera natural por diferentes especies de



plantas y generalmente se produce en cualquier órgano vegetal. Es uno de los de naturaleza más simple, con actividad en forma gaseosa, confiere unas características peculiares, como la capacidad de difundir libremente entre los espacios intercelulares, además, la posibilidad de alterar su concentración interna simplemente modulando la velocidad de síntesis del gas. (Cossio, 2013).

Según Yuste (2007), es el principal regulador de la abscisión, que influye en el crecimiento vegetal, además el etileno favorece la maduración de frutos por el incremento en los niveles de enzimas hidrolíticas que emblandecen el tejido, incrementan la velocidad de respiración y la pigmentación de los frutos.

Cossio (2013), afirma que el etileno interviene en la maduración de frutos, senescencia de órganos, epinastia, perturbación mecánica, hipertrofias, exudación de resinas, látex y gomas, inhibición de los cultivos de callos in vitro, inducción de raíces, inhibición del crecimiento longitudinal, incremento del diámetro caulinar.

Kazan *et al.*, (2008), resaltan que, el etileno como sustancia orgánica vegetal, es sumamente importante cuando se habla de la maduración y senescencia del fruto, ya que se encarga de controlar el color, la textura y el aroma característicos de los frutos durante todo el ciclo de vida que requieren las semillas para su posterior extensión, debido a que es esencial en la señalización y activación de diferentes enzimas y genes que permitirán que dichos procesos puedan generarse dentro de las plantas.

2.2.11. Bioestimulantes

Saborio (2002), nos define que el bioestimulante se refiere a sustancias que, a pesar de no ser un nutrimento, un regulador de crecimiento o un pesticida,



al ser aplicadas en pocas cantidades, genera un impacto positivo en la germinación, el desarrollo, el crecimiento vegetativo, la floración, y el desarrollo de los frutos. García (2007), refiere que los bioestimulantes son una fuente de nutrientes esenciales para el desarrollo fisiológico de la planta; por tanto, es de importancia los efectos que estas producen sobre los rendimientos y la calidad de la producción.

Velasteguí (1997), señala que los bioestimulantes son de ayuda para las plantas ya que se caracterizan principalmente por la absorción y utilización de nutrientes; y que además son energizantes y, reguladores de crecimiento que incrementan a la vez los rendimientos, contribuyendo al aumento de la actividad fotosintética, la floración, mayor desarrollo de yemas, espigas, fructificación y maduración más temprana.

Aragundi, (1993), menciona que los bioestimulantes son todos los nutrientes que en pequeñas cantidades van a fomentar o modificar los procesos fisiológicos de las plantas, resultando plantas sanas y vigorosas, una maduración más rápida, con mejor resistencia a las diferentes condiciones climáticas; logrando con todo esto que se produzca un aumento de azúcar y proteínas en los frutos.

Así mismo estos bioestimulantes de plantas usualmente son productos naturales, entre ellos se tiene extractos de algas, hidrolizados de proteínas y ácidos húmicos, estos actúan sobre la fisiología de la planta, , se aplican a las plantas para mejorar su productividad y calidad. No obstante, los usos de los bioestimulantes se orientan al incremento de la calidad de los vegetales activando el desarrollo de diferentes órganos y reducir los daños causados por estrés fitosanitario, enfermedades, frío, calor, entre otros (Lima, 2000).



Bietti y Orlando (2003), mencionan que los bioestimulantes son capaces de mejorar el desarrollo, la producción y/o crecimiento de los vegetales, (Russo y Berlyn, 1990) resaltan estos productos nutrientes, pueden reducir el uso de fertilizantes y pueden incrementar la producción y la resistencia al estrés causado por temperatura y déficit hídrico.

2.2.12. Composición de los bioestimulantes

Benedetti (2010), establece que los bioestimulantes, contienen mayormente aminoácidos, vitaminas, enzimas, extractos de algas, ácidos húmicos y un porcentaje menor de otros compuestos.

Ecoádep Perú (2012), describe que los bioestimulantes foliares están compuestos de moléculas de muy amplia estructura, que están compuestas a base de hormonas o extractos vegetales y animales, metabólicamente activos como aminoácidos, ácidos orgánicos, proteínas, vitaminas, etc; también están compuestos de macronutrientes y micronutrientes esenciales. La concentración hormonal en los bioestimulantes casi siempre es baja, los tipos de hormonas contenidas y las cantidades de cada una de ellas depende del origen de la extracción y su procesamiento (Díaz, 2009).

2.2.13. Tipos o formulaciones de bioestimulantes:

En la actualidad, desde un punto de vista funcional, se usan como categorías o formulaciones de bioestimulantes a los siguientes (du Jardin, 2015):

- Ácidos húmicos, hongos benéficos (ejemplo, micorrizas)
- Proteínas a base de aminoácidos
- Extractos de algas y de plantas.
- Elementos benéficos y sus sales (Si, Se, Co, Na, I).



a. Formulaciones a base de aminoácidos

Estos bioestimulantes poseen aminoácidos en diferentes composiciones, estos son las unidades básicas que componen las proteínas y juegan un papel clave en todos los procesos biológicos como en el transporte y el almacenamiento, el soporte mecánico, el control del crecimiento y la diferenciación. Las plantas sintetizan los aminoácidos a través de reacciones enzimáticas por medio de procesos de aminación y transaminación. (Socompi, 2023).

García, (2007), menciona que los aminoácidos que componen los bioestimulantes comerciales (que normalmente son mezclas de varios aminoácidos) se obtienen a partir de la hidrólisis enzimática, normalmente vegetales. Se demostraron científicamente de los bioestimulantes basados en aminoácidos, tienen como función un efecto protector frente al estrés abiótico y mejora los procesos fotosintéticos de la planta, en algunos casos se ha observado que mejora el potencial antioxidante e incrementa la biomasa de la planta

Beneficios:

- Mejora de la fertilidad del suelo
- Mejora el vigor de las plantas
- Incremento del rendimiento y la calidad de los cultivos
- Mejora de la resistencia frente al estrés.

b. Formulaciones a base de aminoácidos con vitaminas

Los bioestimulantes contiene varios y diferentes vitaminas, estos son compuestos orgánicos, aplicadas en concentraciones bajas, cumplen la función de ser catalizadoras y reguladoras en metabolismo de la célula.



c. Formulaciones húmicas

Estas se componen de los ácidos húmicos y fúlvico, estos son compuestos de naturaleza polimérica derivados de la lignina y celulosa que se hallan entre las sustancias orgánicas de la tierra, estas son moléculas orgánicas complejas de estructura y composición diversas que se forman en el suelo.

Las formulaciones húmicas mayormente son líquidas, se emplean por medio del agua de riego o en pulverización foliar, es decir la aplicación puede ser directamente al suelo o la aplicación foliar, de esta manera aumenta la absorción y asimilación de los nutrimentos minerales, siendo favorable sobre el cultivo incrementando el vigor, rendimiento y calidad de la producción.

d. Formulaciones a partir de algas

En la actualidad existen varios tipos de algas a partir de las cuales se obtiene bioestimulantes, de manera que se han convertido en productos comerciales disponibles en el mercado para la agricultura (Khan et al. 2009), así mismo, el alga marina contiene 60 o más minerales y algunos reguladores de crecimiento de plantas.

Los extractos de algas son preparaciones acuosas que varían en olores, viscosidades, contenido de compuestos y en el color, desde casi incoloros hasta un marrón oscuro intenso. Se obtienen por procesos de extracción utilizando agua, álcalis o ácidos (Craigie 2011).

Beneficios:

- Mejoran las propiedades del suelo, es decir retiene la humedad y favorece la aeración.



- Contribuyen a la función de los microorganismos beneficiosos del suelo mejorando, la absorción y la utilización de los nutrientes de las plantas
- Mejora de la tolerancia al estrés.

e. Hongos benéficos.

Interactúan con las plantas de diversas formas, desde simbiosis mutualista hasta el parasitismo. En la actualidad hay un creciente provecho por el uso de los hongos micorrícicos debido a que el uso de estos hongos, favorece la agricultura sostenible, considerando sus efectos en mejorar la eficacia de la nutrición, balance hídrico y protección de las plantas. En el mercado se tiene una gran variedad de productos microbianos que se venden como biofertilizantes, inoculantes para las plantas.

Beneficios:

- Mejoran el desarrollo de las plantas a través de diferentes mecanismos como directos e indirectos
- Mejoran el estado del suelo con la absorción de nutrientes.

f. Compuestos inorgánicos

Los elementos químicos favorecen el crecimiento de las plantas y pueden ser esenciales para determinados taxones, aunque no son necesarios para todas las plantas, los cinco principales elementos beneficiosos son el Al, el Co, el Na, el Se y el Si, presentes en los suelos y en las plantas como diferentes sales inorgánicas.

- Favorece el crecimiento y la nutrición de las plantas
- Protege contra la toxicidad de los metales pesados.



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1. Ubicación del área del experimento

El proyecto investigativo se llevó a cabo en el centro experimental Illpa de la Universidad Nacional del Altiplano – PUNO. El C. E. Illpa abarca un total de 420 hectáreas, conformado por áreas de pastos naturales nativos y a la vez otras áreas cultivadas de pastos forrajeros y cultivos andinos, además cuenta con instalaciones ganaderas, un pequeño caserío y vías de acceso, el lugar está rodeada de laderas y cerros.

3.1.2. Ubicación política

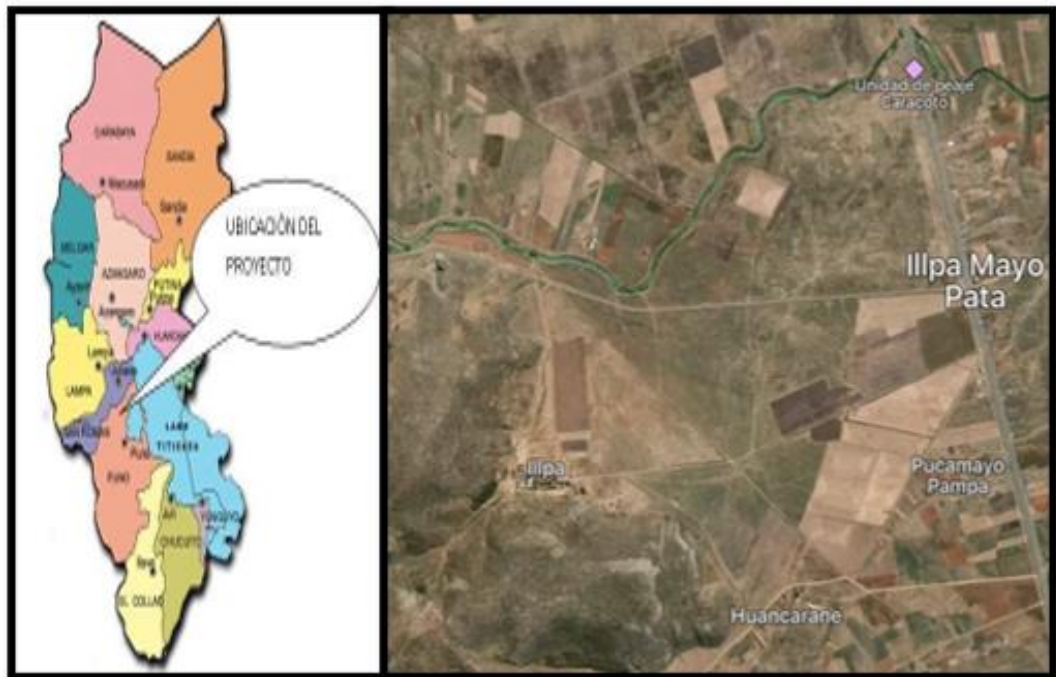
- Región natural: Suni
- Centro Poblado: Illpa
- Distrito: Paucarcolla
- Provincia: Puno
- Departamento: Puno

3.1.3. Ubicación geográfica

- Coordenadas UTM
- 15° 42' 24,30 Sur
- 70° 08' 32 Oeste
- Altitud: 3827 m.s.n.m.

Figura 2

Ubicación del campo experimental en Centro Experimental Illpa- UNA Puno.



3.1.4. Climatología

Las variables climáticas del C.E. – Illpa, son definidas por características elementales como, la precipitación, humedad relativa, temperatura, y la evapotranspiración, estas características en conjunto dan como efecto un clima riguroso es decir frío y seco en invierno, durante el resto del año es templado frío y semiseco.

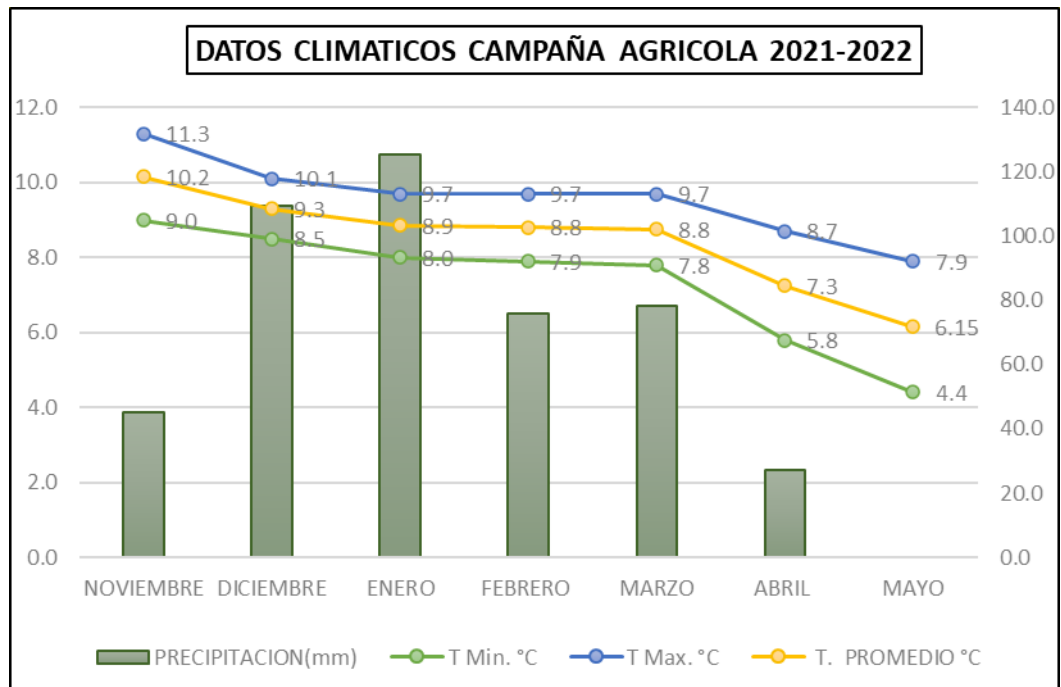
Tabla 2

Tabla Temperatura 2021-2022 (Campaña agrícola)

DATOS CLIMATICOS (TEMPERATURA Y PRECIPITACION PROMEDIO) CAMPAÑA AGRICOLA 2021 -2022.				
MESES	T Min. °C	T Max. °C	T. PROMEDIO °C	PRECIPITACION (mm)
NOVIEMBRE	9.0	11.3	10.2	45.0
DICIEMBRE	8.5	10.1	9.3	109.4
ENERO	8.0	9.7	8.9	125.4
FEBRERO	7.9	9.7	8.8	75.8
MARZO	7.8	9.7	8.8	78.2
ABRIL	5.8	8.7	7.3	27.3
MAYO	4.4	7.9	6.2	0

Figura 3

Datos climáticos correspondiente al año 2021- 2022



En la figura 3 se observa el periodo comprendido de las condiciones meteorológicas entre noviembre del 2021 a mayo del 2022, los datos nos informan



que las temperaturas máximas empiezan desde el mes de noviembre a marzo, siendo noviembre el mes más cálido con 11.3 °C, los siguientes meses las temperaturas disminuyen, debido a que en el lugar de investigación ya empiezan las heladas desde el mes de mayo.

En cuanto a las precipitaciones medias mensuales, los meses que destacaron son de diciembre (109.4 mm) y enero (125.4) considerándose como los más lluviosos, durante este año 2022 se observó una época de sequía durante el mes de febrero ya que este mes presenta una temperatura de 9.7 °C al igual que el mes de enero sin embargo la precipitación fue mucho menor en febrero 75.8 mm. La información de datos fue proporcionada por el “SENAMHI” de la estación EHMA ILLPA.

3.1.5. Condiciones edáficas

Análisis fisicoquímico del suelo experimental

Para la caracterización de las propiedades físico – químico del suelo experimental agrícola, se obtuvo 1kg muestra suelo de la capa arable a partir de sub-muestras, por cada bloque de diferentes puntos de manera zigzag para posteriormente homogenizar y de esta manera obtener una muestra de 1kg, dicha muestra se analizó en el laboratorio de agua y suelos de la escuela profesional de Ingeniería Agronómica- Facultad Ciencias Agrarias–UNA Puno, cuyos resultados se muestran en la tabla 3.

Tabla 3*Análisis de fertilidad del suelo agrícola investigativo (2021-2022) Illpa*

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD
ANALISIS FISICO		
ARENA %	51	%
ARCILLA %	29	%
LIMO %	20	%
TEXTURA	FArA	
ANALISIS QUIMICO		
Ph	5.75	
C. E.	0.19	mS/cm
Materia orgánica	2.30	%
Nitrógeno total	0.11	%
Fosforo	17.5	Ppm
Potasio	165	Ppm

Nota: Laboratorio de suelos

En la tabla 3 y ANEXO 7 se muestra los resultados del análisis del suelo, presentando una textura franco arcillo arenoso, con un pH de 5.75, adecuado para el cultivo de papa, ya que este se desarrolla en un rango de pH de 5.0 a 7.0, así mismo, presenta un contenido de materia orgánica media de 2.30 % y conductividad eléctrica de 0.19, según (INTAGRI, 2017), es recomendable tener suelos con una densidad aparente de 1.20 g/cm³, contenido de materia orgánica mayor a 3.5 % y una conductividad eléctrica menor a 4 dS/m.

3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1. Material experimental

- Semilla de papa, variedad Imilla negra.
- Cresiac (Ácido giberelico)
- Ethesac
- Phyllum



- Adherente

3.2.2. Materiales de campo:

- Lápiz.
- Libreta de apuntes.
- Letreros.
- Wincha métrica.
- Pico.
- Pala
- Cordel.
- Etiquetas.
- Estacas
- Mochila fumigadora
- Baldes
- Equipos
- Cámara fotográfica
- Laptop
- Logística: Tractor

3.3. CARACTERÍSTICAS DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL

3.3.1. Área del campo experimental

Para realizar la investigación, se tuvo un área experimental establecida, el área de nuestro campo tuvo las siguientes medidas:

- Calles: 0.50 m y 1m
- Largo: 37 m



- Ancho: 28 m
- Área total: 1,036 m²
- N.º de parcelas experimentales: 15

3.3.2. Distribución de la unidad experimental

- Distancia entre surco : 1m
- Distancia entre planta : 0.35m
- Ancho de parcela : 5 m
- Largo de parcela : 12 m
- N.º de surcos por parcela : 5 m
- Área neta total de parcela : 60 m²
- N.º de plantas por surco : 35
- N.º de plantas/parcela : 175

3.4. TRATAMIENTOS

Tabla 4

Tratamientos en estudio.

Nro.	TRATAMIENTOS	DESCRIPCION
1	T1	Cresisac + Phyllum en siembra
2	T2	Ethesac + Phyllum en siembra
3	T3	Cresisac + Phyllum en inicio de floración
4	T4	Ethesac + Phyllum en inicio de floración
5	T5	Testigo

Nota: Elaboración propia



3.5. DESCRIPCIÓN DE LOS PRODUCTOS EMPLEADOS EN LA INVESTIGACIÓN:

Los productos que se utilizó en el trabajo de investigación , fueron dos reguladores de crecimiento y un bioestimulante, a continuación, se detalla su descripción:

a) CRESISAC

Es un regulador de crecimiento formulado como polvo mojable, que contiene 10% de concentración de ácido giberelico, produce el alargamiento de las células de los tejidos de las plantas, estimulando el crecimiento y desarrollo de brotes y frutos. (ANEXO-3)

b) ETHESAC 48 LS

Es un regulador de crecimiento que induce y regula procesos de floración, maduración, facilitando y mejorando la calidad de la cosecha. Libera etileno dentro de los tejidos vegetales poco después de la aplicación. El etileno es una hormona natural que actúa en los procesos de maduración y otros complejos procesos bioquímicos de las plantas. (ANEXO-2)

c) PHYLLUM:

Es un extracto de algas que estimula el metabolismo en las plantas y equilibra sus funciones fisiológicas. Es soluble en agua y apropiado para aplicaciones foliares y vía riego. El adecuado balance de auxinas, citoquininas, giberelinas, macro y micro nutrientes, encinas y ácidos orgánicos actúan como activadores del proceso fisiológicos y diferenciación en plantas. Presenta extracto de algas y reguladores de crecimiento como, Gas, citoquininas y auxinas. (ANEXO-1)

- Los tres productos utilizados son la de la misma empresa.
- Fábrica/proveedor : Empresa ANASAC – Santiago, Chile.
- Distribuidor: HORTUS S. A Lima, Perú.

3.6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN:

3.6.1. Diseño experimental

El trabajo de investigación se llevó a cabo bajo un diseño de bloques completamente al azar DBCA, en lo cual se tuvo 5 tratamientos considerando el testigo, con tres repeticiones cada una de ellas y un total de 15 unidades experimentales.

3.6.2. Conducción experimental

a) Preparación del terreno

Esta actividad se desarrolló días antes de la siembra, durante la primera semana de noviembre del 2021, comenzando con la roturación del terreno, para luego efectuar la rastra de discos, finalmente se realizó el surcado, en cada parcela se efectuó cinco surcos.

Figura 4

Preparación del terreno con implemento agrícola



b) Siembra

La siembra se realizó el 23 de noviembre del 2021, la variedad sembrada fue “imilla negra” fueron plantados a una distancia de 35 cm entre cada una, y de las cuales por surco se depositó 35 semillas de tubérculo de papa y al final se cubrió con el mismo sustrato

c) Labores culturales

- Deshierbo o desahijé

Se realizó manualmente, eliminando las malezas, ya que estas solo generan una competencia con la luz, agua, espacio y nutrientes entre el cultivo y malezas, esta actividad se realizó con la finalidad de obtener una producción óptima. Durante el deshierbo se presentaron algunas especies de malezas las que fueron eliminadas manualmente.

Tabla 5

Malezas encontradas al momento del deshije

Maleza	Nombre científico
Nabo silvestre	<i>Brassica campestris</i>),
Kikuyo	<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochs
Lengua de vaca”	<i>Rumex crispus</i> Polygonaceae
Aguja	<i>Erodium cicutarium</i> Geraniaceae

Figura 5

Deshierbo de malezas



- **Aporque**

Para el aporque se empleó el tractor agrícola y posteriormente se realizó trabajos manualmente, el primer aporque se realizó el 15 de enero del 2022, fue realizado con el uso del tractor agrícola, para el segundo aporque, realizado el 11 de febrero del 2022, se efectuó manualmente con la ayuda de picos, a fin de cubrir la tierra hasta el cuello de la planta, de esta manera favorecer la tuberización del cultivo, cubrir los tallos aéreos y evitar el ingreso de plagas.

Figura 6

Segundo aporque, realizado manualmente.



- **Biofertilizante**

Se realizó esta labor durante el mes de enero debido a las fuertes granizadas, para lo cual se utilizó biol, fue aplicado foliarmente con el fin de promover la recuperación de la planta afectada por condiciones bióticas y abióticas adversas.

- **Control fitosanitario**

Durante esta actividad se observó principalmente la enfermedad de la verruga, para lo cual se aplicó el producto DEFENSE 80, además también se encontraron otras plagas y enfermedades que fueron vistas durante la cosecha

- Cosecha

Esta labor se realizó el 26 de mayo del 2022, de manera manual, planta por planta de cada unidad experimental, con el uso de picos evitando de esta manera no dañar los tubérculos, cuando el cultivo de papa alcanzó su madurez fisiológica es decir presento un follaje completamente seco, se llevó a cabo la cosecha, a los 185 días aprox. desde de la siembra, posteriormente se dispuso dentro de los plásticos, para realizar el pesado de cada planta evaluada. Después de realizar la cosecha, se procedió a la selección, conteo, peso y clasificación de los tubérculos en cada unidad experimental

- Conteo de tubérculos: Se contabilizo los tubérculos por planta de cada tratamiento.
- Pesado: Al momento del conteo también se realizó el peso en forma total.
- Clasificación: Se realizó manualmente considerando el peso de cada tubérculo, así mismo observando que esté libre de plagas, enfermedades y daños mecánicos, puesto que, si eran afectados por estos factores, eran clasificados como desechos.

Tabla 6

Enfermedades y plagas observadas al momento de la clasificación

Enfermedades	Nombre científico	Plagas	Nombre científico
Verruga	<i>Synchytrium endobioticum</i>	Polilla	<i>Phthorimaea operculella</i>
Roña	<i>Spongospora subterranea</i>	Gorgojo de los andes	<i>Premnotrypes spp.</i>
		Gallina ciega	<i>Phyllophaga spp.</i>

Tabla 7

Clasificación comercial

Clasificación comercial	
Primera	Entre 81 a 100g
Segunda	Entre 61a 80g
Tercera	Entre 41 a 60g
Cuarta	Entre 21 a 40g
Descarte	Presencia de plagas y enfermedades

Fuente : Cahuana, 2011

3.6.3. Parámetros a evaluar

- 1) Emergencia de planta por parcela: Se evaluaron el número de plantas emergidas hasta los 30 días llevándose estos datos a porcentaje.
- 2) Número de tallos por tubérculo: Esta evaluación se llevó a los 45 días, donde se hizo el conteo respectivo.
- 3) Altura de planta: Para esta evaluación se tomaron al azar un total de muestra por plantas por tratamiento donde se realizó la evaluación a los 30, 45,60 días. Para esta evaluación se utilizó wincha para medir la altura, desde el cuello de la planta hasta el ápice.
- 4) Porcentaje de floración: Esta evaluación se dio a los 15 días después de los primeros botones florales.
- 5) Número de tubérculos por planta: Se realizó la evaluación al momento de la cosecha tomando muestras de plantas por cada tratamiento y repetición.
- 6) Peso promedio de kilogramos/parcela:



Esta evaluación se expresó en kilos, donde se tomó muestras de cada tratamiento, de esta manera se obtuvo el peso total, teniendo como resultado el peso promedio de cada tratamiento.

3.6.4. Modo de aplicación de los bioestimulantes

Antes de la siembra, fueron aplicados por los productos, es decir que tanto el Cresicac, Ethesac y Phyllum, fueron preparados, de manera que los tubérculos se sumergieron durante un periodo de 15 minutos, para luego realizar la siembra.

a. Descripción:

- En baldes de 20L, se llenaron de agua hasta 15L, posteriormente se aplicó adherente (ZERO SIL) 7.5 cc/15L, removiendo el producto.
- Disuelto ya el adherente, se colocaron los reguladores de crecimiento, en el caso de CRESISAC, formulado como polvo mojable se colocó de 1 g del producto, en cada balde.
- En el ETHESAC la solución por balde fue de 30ml/15L de agua.
- En caso del PHYLLUM la cantidad requerida que se dispuso fue de 80ml/15L de agua
- Seguidamente colocamos la semilla de papa, dejando durante un periodo de 15 minutos. Luego se dispuso a tenderlas sobre sacos para ser secadas al sol durante 10 a 15 minutos.
- Pasado este tiempo, se inició la siembra ya aplicada con el producto en la semilla de papa.
- Pre- Floración:
- La aplicación fue de forma foliar, se aplicó en horas de la mañana, para poder facilitar la absorción en las hojas.



- Mediante una mochila fumigadora se hizo la respectiva aplicación.

3.6.5. Variables en estudio:

a. Variable Independiente

- Dos reguladores de crecimiento (Crecisac y Ethesac) y un bioestimulante
- Variables de respuesta
- Emergencia
- Número de brotes
- Altura de planta (30, 45. 60 días)
- Inicio de floración
- Número de tubérculos
- Rendimiento kg/parcela.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DESARROLLO DEL CULTIVO DE PAPA CON LA APLICACIÓN RC Y BIOESTIMULANTE

4.1.1. Emergencia del cultivo de papa

En la tabla 8, se observa el análisis de varianza del porcentaje de emergencia del cultivo de papa, lo cual nos indica que para bloques no existe diferencias estadísticas significativas, asumiéndose que el porcentaje de emergencia entre bloques es homogéneo. Para tratamientos, se visualiza que no existe diferencias estadísticas significativas, indicando que entre tratamientos no hay diferencias en el porcentaje de emergencia de papa. Además, el coeficiente de variación (CV) igual a 1.30% nos indica que los datos evaluados son confiables.

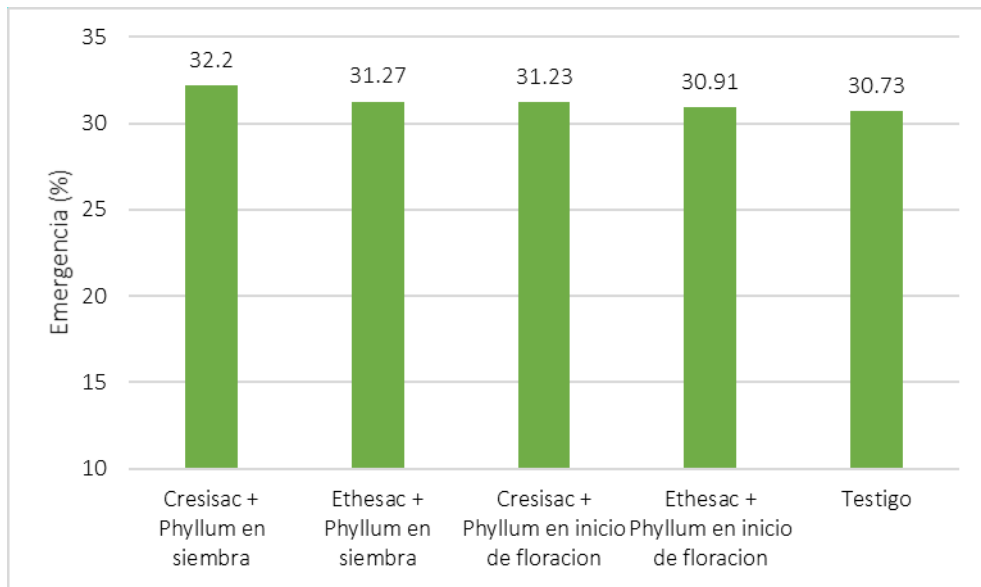
Tabla 8

Análisis de varianza porcentaje de emergencia del cultivo de papa.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	0.05	0.01	p-valor	Sig.
Bloques	2	1.4185	0.7092	3.65	4.46	8.65	0.0748	n.s.
Tratamientos	4	1.4653	0.3663	1.88	3.84	7.01	0.2067	n.s.
Error Exp	8	1.5553	0.1944					
Total	14	4.4390						
C.V. =	1.30	Media = 34.00						

Figura 7

Porcentaje de emergencia del cultivo de papa.



En la figura 7, se observa el efecto de la aplicación de los reguladores de crecimiento en combinación con un bioestimulante en dos tiempos de aplicación, sobre el porcentaje de emergencia del cultivo de papa, donde nos muestra que el tratamiento de Cresisac + Phyllum aplicado en siembra, obtuvo un porcentaje de 32.2%, siendo el mayor porcentaje de emergencia de papa el cual supera por mínima diferencia a los demás tratamientos. En cuanto a los otros tratamientos no tiene una diferencia marcada entre ellos, y en el último lugar está el testigo que obtuvo el menor porcentaje de 30.73% de emergencia del cultivo de papa.

Con esto estadísticamente, podemos afirmar que el porcentaje de germinación en tubérculo- semilla se dieron de manera uniforme bajo las condiciones del terreno experimental, no existen diferencias significativas en tratamientos evaluados, como ya se mencionó en la descripción de la tabla 8.

Los resultados que se obtuvieron en el campo experimental, coinciden con el trabajo de investigación de Pilar (2011), “uso de bioestimulantes en la



producción de papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Unica”, donde aplico tres diferentes bioestimulantes, al realizar la prueba de datos (porcentaje de germinación), se pudo observar que no hay diferencia significativa, dando como resultado un promedio del 98% de porcentaje entre todo los tratamientos, a lo que ella afirma, que esto se debió a que los tubérculos- semilla derivados de Jauja terminaron su periodo de reposo; de tal manera que el porcentaje de emergencia estaría determinado por algunas prácticas de inducción de brotamiento realizados antes de la siembra, por lo tanto no fueron dependientes de las aplicaciones que corresponden a los tratamientos en estudio .

Sin embargo, es importante resaltar que el incremento de GA es necesario para inducir la formación del tubérculo, dando paso a la dormancia Rodríguez y Moreno (2010). Así mismo, Vejarano y Morales (2014), mencionan que el periodo de reposo de los tubérculos de papa puede romperse o acelerarse por tratamientos físicos y fitohormonales, es así que las aplicaciones de giberelinas, citoquininas y auxinas rompen el reposo de los tubérculos.

4.1.2. Número de tallos del cultivo de papa

En la tabla 9, se observa el análisis de varianza del número de tallos del cultivo de papa, donde se observa que para bloques no existe diferencias estadísticas significativas, asumiéndose que el número de tallos entre bloques es homogéneo. Para tratamientos, se visualiza que existe diferencias estadísticas significativas, indicando que entre los tratamientos hay diferencias en el número de tallos de la papa. Además, el coeficiente de variación (CV) es igual a 1.84% nos indica que los datos evaluados son confiables.

Tabla 9*Análisis de varianza del número de tallos del cultivo de papa.*

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	0.05	0.01	p-valor	Sig.
Bloques	2	0.0045	0.0023	0.05	4.46	8.65	0.9530	n.s.
Tratamientos	4	1.2556	0.3139	6.75	3.84	7.01	0.0112	*
Error Exp	8	0.3721	0.0465					
Total	14	1.6322						
C.V. =	1.84	Media =	11.69					

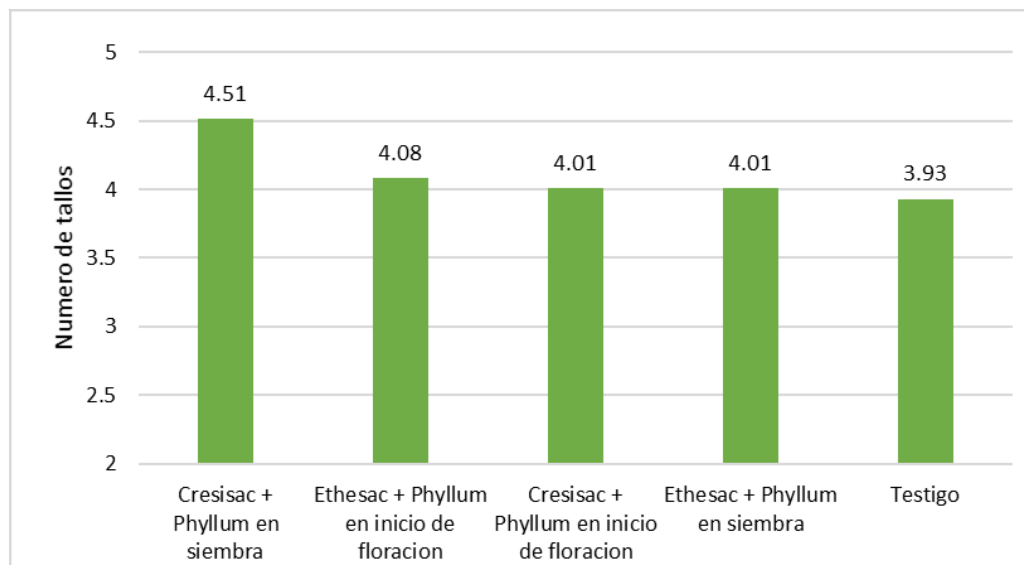
La prueba de tukey ($P \leq 0.05$) para el número de tallos del cultivo de papa, que se muestra en la tabla 10, nos indica que el tratamiento de Cresisac + Phyllum aplicado en siembra, tuvo el más alto número de 4.51 tallos, seguido por el tratamiento de Ethesac + Phyllum aplicado en inicio de floración, que obtuvo un número de 4.08 tallos, los cuales son estadísticamente similares y superiores a los demás tratamientos. En último lugar se ubica el testigo con el menor número de 3.93 tallos de papa.

Tabla 10*Prueba de significación de Tukey del número de tallos del cultivo de papa*

Orden de merito	Tratamiento	Número de brotes	Valor angular	Tukey Sig. al 0,05
1	Cresisac + Phyllum en siembra	4.51	12.25	A
2	Ethesac + Phyllum en inicio de floración	4.08	11.65	A B
3	Cresisac + Phyllum en inicio de floración	4.01	11.56	B
4	Ethesac + Phyllum en siembra	4.01	11.56	B
5	Testigo	3.93	11.44	B

Figura 8

Número de tallos del cultivo de papa



En la figura 8, se observa el efecto de la aplicación de los reguladores de crecimiento en combinación con un bioestimulante en dos tiempos de aplicación, sobre el número de tallos del cultivo de papa, se aprecia que el tratamiento de Cresisac + Phyllum (T1) aplicado en siembra, obtuvo 4.51 tallos, el cual supera a los demás tratamientos. En cuanto a los otros tratamientos mantienen una mínima diferencia entre ellos, y en el último lugar está el testigo que obtuvo el menor número de 3.93 tallos del cultivo de papa.

El T1 (Cresisac + Phyllum), presenta una ligera ventaja (figura 8), como ya se mencionó en el anterior párrafo, este resultado, pudo deberse a que ambos productos utilizados presentan un importante porcentaje fitohormonas de GA (giberelinas), Méndez (2013), señala que la aplicación de giberelinas provoca la acumulación de reguladores en niveles adecuados para permitir el proceso de división y agrandamiento celular que conduce al rompimiento de la dormancia e induce a la aparición temprana de brotes. Así mismo, Rodríguez y Moreno (2010), afirman que las giberelinas parecen tener poca importancia en la pérdida de la



dormancia, pero desempeñan un papel fundamental sobre el control del crecimiento del brote.

Los datos obtenidos se revalidan nuevamente con el trabajo de investigación de Pilar, (2011), donde muestra que el mayor número de tallos por planta, correspondió al tratamiento Agrostemin®, este es un producto bioestimulante usado en esta investigación, es un extracto natural de algas frescas *Ascophyllum nodosum*, además de contener nutrientes (ANEXO 4), parecido al producto utilizado en nuestra investigación donde se describe que es 100% natural no contaminante, biodegradable, conteniendo extracto de algas 24%, macro y micro nutrientes (ANEXO 1).

Ancajima (2016), evaluó la aplicación de bioestimulantes en el cultivo de papa, en el desarrollo de crecimiento de tallos obtuvo como resultados que (Delfan Plus-30) logro una mejor respuesta en ambas aplicaciones que realizo frente a sus demás tratamientos, el bioestimulante que aplico contiene principales aminoácidos proteicos, esenciales y no esenciales; importantes desde el punto de vista agronómico.

Por otro lado en la figura 8 se observa como el T2, fue inferior a los otros tratamientos que no fueron aplicados por dichos productos, estudios realizados por Rylski *et al.* (1994), señalan que la utilización temporal de etileno puede finalizar el proceso de dormancia e inhibir el crecimiento del brote, en este punto podemos afirmar que, el producto utilizado Ethesac que contiene fitohormonas de etileno afecto el número de brotes, aunque la diferencia no es relevante, además fue mayor al testigo, esto se debió que no solamente fue utilizado el RC Ethesac, este fue combinado más el bioestimulante Phyllum, que contiene fitohormonas

que ayudan en crecimiento del brote, frente a los datos obtenidos y los antecedentes se consta que el combinar ambos productos no es aprovechable para el cultivo.

4.1.3. Floración del cultivo de papa

En la tabla 11, se observa el análisis de varianza del porcentaje de floración del cultivo de papa, donde se aprecia que para bloques no existe diferencias estadísticas significativas, asumiéndose que el porcentaje de floración entre bloques es homogéneo. Para tratamientos, se visualiza que existe diferencias estadísticas altamente significativas, esto nos indica que entre los tratamientos hay diferencias en el porcentaje de floración de la papa. Y, por último, el coeficiente de variación (CV) es igual a 13.03% nos indica que los datos evaluados son confiables.

Tabla 11

Análisis de varianza del porcentaje de floración del cultivo de papa.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	0.05	0.01	p-valor	Sig.
Bloques	2	63.4029	31.7014	0.47	4.46	8.65	0.6384	n.s.
		3380.952						
Tratamientos	4	3	845.2381	12.66	3.84	7.01	0.0015	**
Error Exp	8	534.0687	66.7586					
		3978.423						
Total	14	8						
C.V. =	13.03	Media = 62.68						

La prueba de tukey ($P \leq 0.05$), para el porcentaje de floración de papa, que se muestra en la tabla 12, nos indica que el tratamiento de Cريسac + Phyllum aplicado en siembra, tuvo el mejor el porcentaje de 98%, seguido por los tratamientos de Ethesac + Phyllum aplicado en siembra y Cريسac + Phyllum

aplicado en inicio de floración que obtuvieron un porcentaje de 89.5% y 77% respectivamente, los cuales son estadísticamente similares. En último lugar se ubica el testigo con el menor porcentaje de 39%.

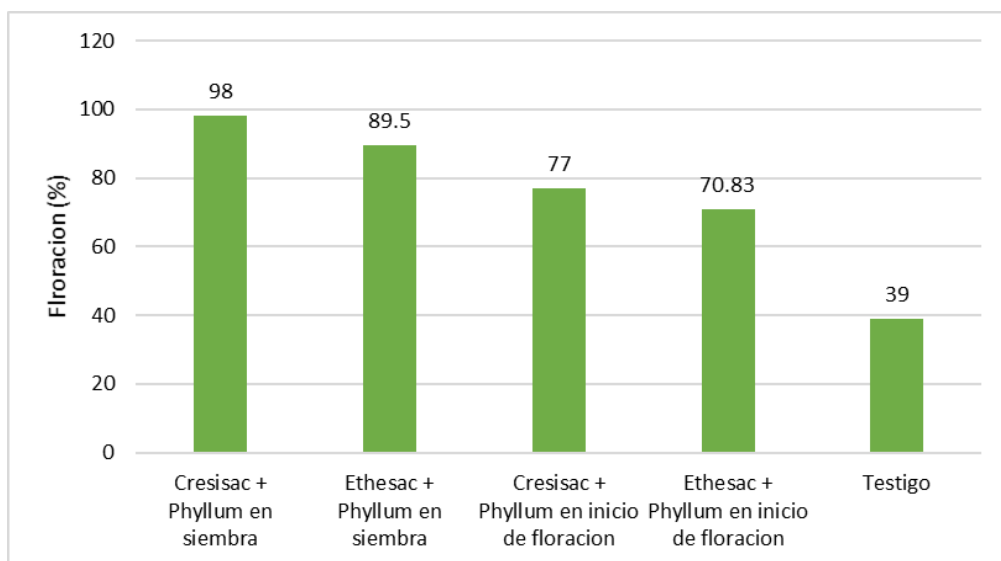
Tabla 12

Prueba de significación de Tukey del porcentaje de floración del cultivo de papa.

Orden de merito	Tratamiento	Floración (%)	Valor angular	Tukey Sig. al 0,05	
1	Cresisac + Phyllum en siembra	98	83.44	A	
2	Ethesac + Phyllum en siembra	89.5	71.73	A	B
3	Cresisac + Phyllum en inicio de floración	77	62.28	A B	
4	Ethesac + Phyllum en inicio de floración	70.83	57.5	B	C
5	Testigo	39	38.46	C	

Figura 9

Porcentaje de floración del cultivo de papa.





En la figura 9, se observa el efecto de la aplicación de los reguladores de crecimiento en combinación con un bioestimulante en dos tiempos de aplicación, sobre el porcentaje de floración del cultivo de papa, donde nos muestra que el tratamiento de Cresisac + Phyllum aplicado en siembra, obtuvo un porcentaje de 98%, siendo el mayor porcentaje de floración de papa el cual supera a los demás tratamientos. En cuanto a los otros tratamientos tiene una diferencia marcada entre ellos, y en el último lugar está el testigo que obtuvo el menor porcentaje de 39% de floración del cultivo de papa.

En la figura 9, el tratamiento (T1), fue superior, debido a la influencia de las giberelinas que predomina en el tratamiento, siendo sus funciones principales de interrumpir el periodo de latencia de las semillas, estimular la brotación de yemas y promover el desarrollo de los frutos (floración). Del mismo modo Gupta (2013), afirma que las GA tienen una gran relevancia en los procesos de iniciación de la floración, por lo cual es sumamente vital para la fertilidad de las plantas masculinas y femeninas. George (2008), asegura que cuando se presenta una menor cantidad de GA se observa una esterilidad y un bajo desarrollo de los aparatos reproductores vegetales.

Al contrario, Villegas (2016), en su trabajo de investigación, aplicando el bioestimulante Kelpak , en el análisis de días a la floración obtuvo como resultados, que el tratamiento testigo 0,0 l/ha, obtuvo el mayor promedio con 84,75 días, sin embargo, no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos con el bioestimulante.

4.1.4. Altura de planta del cultivo de papa

a. Altura a los 30

En la tabla 13, se observa el análisis de varianza de la altura de planta a los 30 días del cultivo de papa, donde se aprecia que para bloques existe diferencias estadísticas significativas, indicando que la altura de planta a los 30 días es diferente entre bloques. Para tratamientos, se visualiza que existe diferencias estadísticas altamente significativas, esto nos indica que entre los tratamientos hay diferencias en la altura de planta de la papa. Además, el coeficiente de variación (CV) es igual a 4.70% nos indica que los datos evaluados son confiables.

Tabla 13

Análisis de varianza de la altura de planta en 30 días del cultivo de papa.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	p-		Sig.	
					0.05	0.01		
Bloques	2	0.5933	0.2966	6.04	4.46	8.65	0.0251	*
Tratamientos	4	4.2071	1.0518	21.43	3.84	7.01	0.0002	**
Error Exp	8	0.3926	0.0491					
Total	14	5.1930						
C.V. =	4.70	Media =	4.72					

La prueba de tukey ($P \leq 0.05$) para la altura de planta a los 30 días del cultivo de papa, que se muestra en la tabla 14, nos indica que el tratamiento de Cريسac + Phyllum aplicado en siembra, tuvo la mejor altura de 5.77 cm, el cual es estadísticamente superior a los demás tratamientos. En último lugar se ubica el tratamiento de Ethesac + Phyllum aplicado en inicio de floración con la menor altura de 4.37 cm de altura de planta.

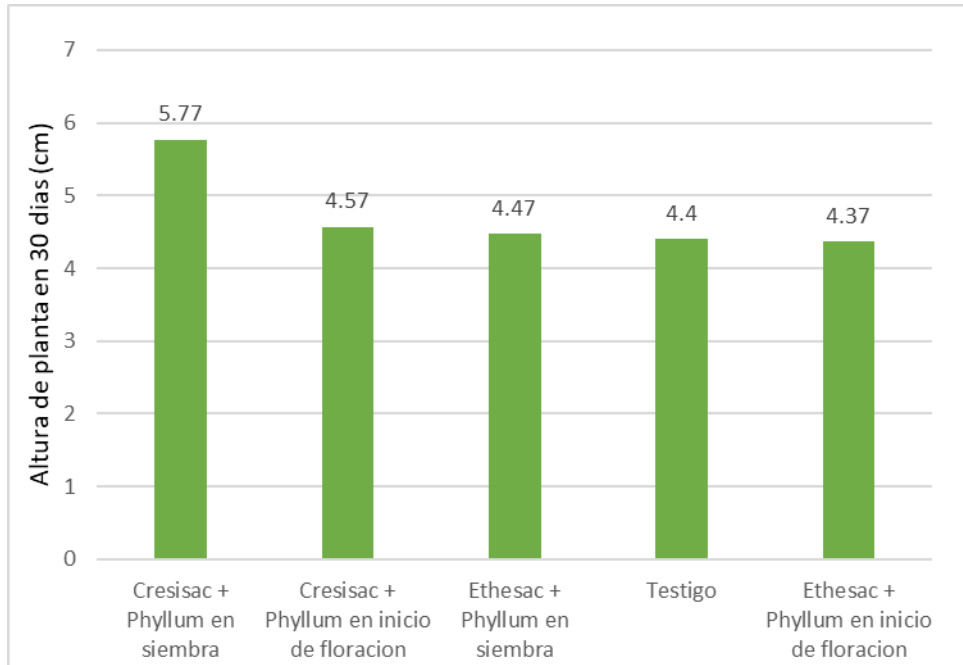
Tabla 14

Prueba de significación de Tukey de la altura de planta en 30 días del cultivo de papa.

Orden de merito	Tratamiento	Altura de planta en 30 días (cm)	Tukey Sig. al 0,05
1	Cresisac + Phyllum en siembra	5.77	A
2	Cresisac + Phyllum en inicio de floración	4.57	B
3	Ethesac + Phyllum en siembra	4.47	B
4	Testigo	4.4	B
5	Ethesac + Phyllum en inicio de floración	4.37	B

Figura 10

Altura de planta en 30 días del cultivo de planta.



En la figura 10, se observa el efecto de la aplicación de los reguladores de crecimiento en combinación con un bioestimulante en dos tiempos de aplicación, sobre la altura de planta a los 30 días del cultivo de papa, donde se puede apreciar



que el tratamiento 1 (Cresisac + Phyllum) aplicado en siembra, obtuvo 5.77 cm, de altura de planta el cual supero a los demás tratamientos. En cuanto a los otros tratamientos mantienen una mínima diferencia entre ellos, y en el último lugar está el tratamiento 4 (Ethesac + Phyllum) aplicado en inicio de floración que obtuvo una altura de 4.37 cm siendo la menor altura de planta.

El T1 (Cresisac + Phyllum aplicado en siembra), obtuvo 5.77 cm, de altura de planta el cual supero a los demás tratamientos, de manera que se visualiza que existe diferencias estadísticas altamente significativas frente a los otros tratamientos T2, T3, T4 y T5, por ende ambos productos utilizados como ya se mencionó en los párrafos anteriores contiene GA, a lo que Cossio (2013), afirma que las giberelinas son esencialmente hormonas estimulantes del crecimiento al igual que las auxinas, coincidiendo con éstas en algunos de sus efectos biológicos, además estimulan la elongación de los tallos, debido al alargamiento de las células más que a un incremento de la división celular, es decir que incrementan la extensibilidad de la pared, este efecto lo consiguen con un mecanismo diferente al de las auxinas. Del mismo modo Stowe y Yamaki (1959), manifiestan que el efecto más sorprendente de asperjar plantas con giberelinas es la estimulación del crecimiento, los tallos de las plantas asperjadas se vuelven generalmente mucho más largos que lo normal, siendo más importante en plantas jóvenes.

Por otra parte, Saborío (2002), define que el bioestimulante se refiere a sustancias, al ser aplicadas en cantidades pequeñas generan un impacto positivo en la germinación, el desarrollo, el crecimiento vegetativo, la floración, y el desarrollo de los frutos. El bioestimulante (PHYLLUM) que se utilizo es a base de extracto de Algas Marinas, pequeñas cantidades de auxinas (son compuestos que se caracterizan por inducir el alargamiento de las células del brote vegetal),



citoquininas (sustancias que favorecen el crecimiento de las plantas), giberelinas, macro y micro nutrientes, encinas y ácidos orgánicos, el producto utilizado comienza trabajando a nivel celular, de manera que se da un buen desarrollo y crecimiento de las plantas, lo que genera un incremento de rendimientos en los cultivos. Por consiguiente, con los datos obtenidos y las afirmaciones de diferentes autores, podemos reafirmar porque el T1, resultado destacable en el campo experimental, ya que ambos productos influyeron muy positivamente en el cultivo.

Una observación que se tiene en esta evaluación es el tratamiento T2 (Phyllum + Ethesac en siembra), como se ve en la figura 10 fue inferior al T3 cabe constar que este tratamiento aun no tenía ninguna aplicación, por ende, es importante aclarar porque el T2, no destaco en esta evaluación, según Prange *et al.* (1998), el etileno actúa como un minimizador de la inhibición de la brotación de la papa es decir que actúa inhibiendo la longitud del brote en crecimiento. Se sabe desde años atrás, este gas afecta el crecimiento vegetal en cantidades menores. No obstante, el efecto del etileno sobre la dormancia depende de la duración de la aplicación y el momento, es decir no estable, y el crecimiento de la brotación avanza cuando termina la exposición al etileno. Esto lo hace útil para retrasar la brotación de los tubérculos semilla, (Alexoupulus *et al.*, 2007). De este modo al conocer que el etileno es un inhibidor de brotación e incluso al combinar con el bioestimulante (Phyllum) se tendrá como un resultado no aprovechable en el crecimiento de la planta de papa, tal como se observa con los resultados.

b. Altura a los 45

En la tabla 15, se observa el análisis de varianza de la altura de planta a los 45 días del cultivo de papa, donde se aprecia que para bloques no existe diferencias estadísticas significativas, asumiéndose que la altura de planta a los 45 días entre bloques es homogénea. Para tratamientos, se visualiza que existe diferencias estadísticas altamente significativas, esto nos indica que entre los tratamientos hay diferencias en la altura de planta de la papa. Además, el coeficiente de variación (CV) es igual a 1.99% nos indica que los datos evaluados son confiables.

Tabla 15

Análisis de varianza de la altura de planta en 45 días del cultivo de papa.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	p-			Sig.
					0.05	0.01	valor	
Bloques	2	0.0443	0.0222	0.14	4.46	8.65	0.8714	n.s.
Tratamientos	4	24.5316	6.1329	38.76	3.84	7.01	0.0000	**
Error Exp	8	1.2658	0.1582					
Total	14	25.8418						
C.V. = 1.99		Media = 20.02						

La prueba de tukey ($P \leq 0.05$) para la altura de planta a los 45 días del cultivo de papa, que se muestra en la tabla 16, nos indica que el tratamiento de Cresisac + Phyllum aplicado en siembra, tuvo la mejor altura de 22.57 cm, el cual es estadísticamente superior a los demás tratamientos. En último lugar se ubica el tratamiento de Cresisac + Phyllum aplicado en inicio de floración con la menor altura de 19.24 cm de altura de planta.

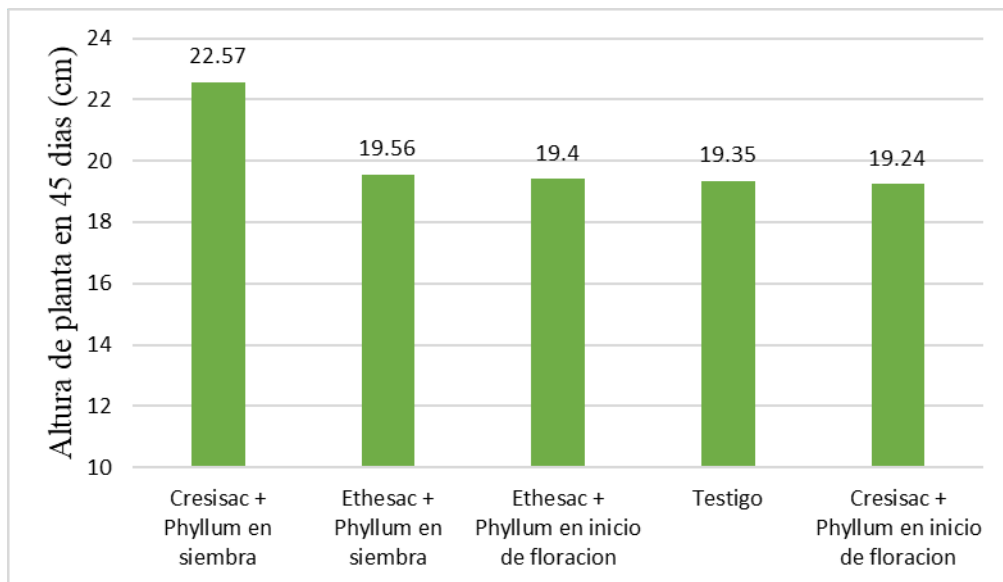
Tabla 16

Prueba de significación de Tukey de la altura de planta en 45 días del cultivo de papa.

Orden de merito	Tratamiento	Altura de planta en 45 días (cm)	Tukey Sig. al 0,05
1	Cresisac + Phyllum en siembra	22.57	A
2	Ethesac + Phyllum en siembra	19.56	B
3	Ethesac + Phyllum en inicio de floración	19.4	B
4	Testigo	19.35	B
5	Cresisac + Phyllum en inicio de floración	19.24	B

Figura 11

Altura de planta en 45 días del cultivo de planta.



En la figura 11, se observa el efecto de la aplicación de los reguladores de crecimiento en combinación con un bioestimulante en dos tiempos de aplicación, sobre la altura de planta a los 45 días del cultivo de papa, donde se observa que el tratamiento de Cresisac + Phyllum aplicado en siembra, obtuvo 22.57 cm, de

altura de planta el cual supero a los demás tratamientos. En cuanto a los otros tratamientos mantienen una mínima diferencia entre ellos, y en el último lugar está el tratamiento de Cresisac + Phyllum aplicado en inicio de floración que obtuvo una altura de 19.24 cm siendo la menor altura de planta.

c. Altura a los 60

En la tabla 17, se observa el análisis de varianza de la altura de planta a los 60 días del cultivo de papa, donde se aprecia que para bloques no existe diferencias estadísticas significativas, asumiéndose que la altura de plata a los 60 días entre bloques es homogénea. Para tratamientos, se visualiza que existe diferencias estadísticas altamente significativas, esto nos indica que entre los tratamientos hay diferencias en la altura de planta a los 60 días de la papa. Además, el coeficiente de variación (CV) es igual a 1.79% nos indica que los datos evaluados son confiables.

Tabla 17

Análisis de varianza de la altura de planta en 60 días del cultivo de papa

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	p-			Sig.
					0.05	0.01	valor	
Bloques	2	3.3972	1.6986	3.52	4.46	8.65	0.0801	n.s.
Tratamientos	4	16.4196	4.1049	8.51	3.84	7.01	0.0056	**
Error Exp	8	3.8604	0.4826					
Total	14	23.6772						

C.V. = 1.79 Media = 38.86

La prueba de tukey ($P \leq 0.05$) para la altura de plata a los 60 días del cultivo de papa, que se muestra en la tabla 18, nos indica que el tratamiento de Cresisac + Phyllum aplicado en siembra, tuvo la mejor altura de 40.85 cm, seguido por el tratamiento Ethesac + Phyllum aplicado en siembra con una altura de 38.92 cm,

los cuales son estadísticamente similares y superior a los demás tratamientos. En último lugar se ubica el testigo con la menor altura de 37.96 cm.

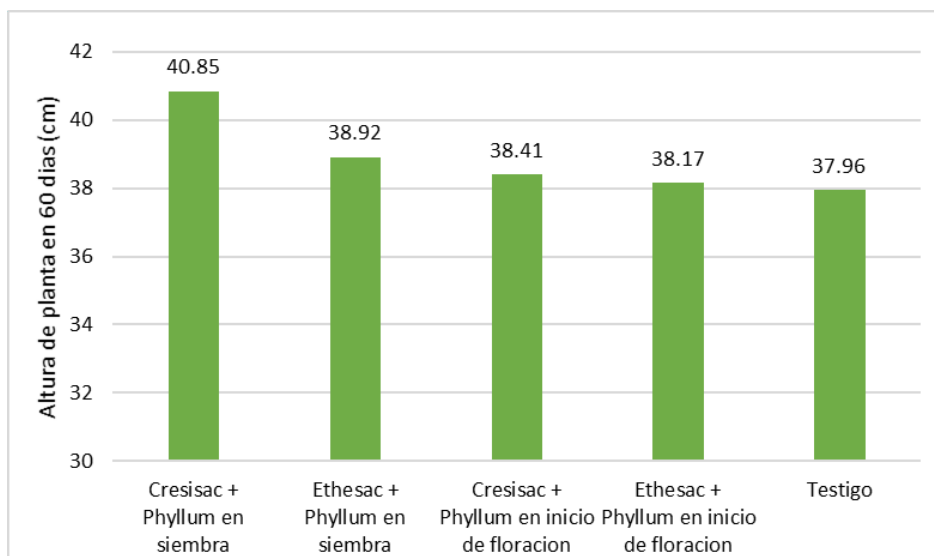
Tabla 18

Prueba de significación de Tukey de la altura de planta en 60 días del cultivo de papa.

Orden de merito	Tratamiento	Altura de planta en 60 días (cm)	Tukey Sig. al 0,05	
1	Cresisac + Phyllum en siembra	40.85	A	
2	Ethesac + Phyllum en siembra	38.92	A	B
3	Cresisac + Phyllum en inicio de floración	38.41	B	
4	Ethesac + Phyllum en inicio de floración	38.17	B	
5	Testigo	37.96	B	

Figura 12

Altura de planta en 60 días del cultivo de planta.





En la figura 12, se observa el efecto de la aplicación de los reguladores de crecimiento en combinación con un bioestimulante en dos tiempos de aplicación, sobre la altura de planta a los 60 días del cultivo de papa, donde se puede apreciar que el tratamiento de Cresisac + Phyllum aplicado en siembra, obtuvo 40.85 cm, de altura de planta a los 60 días el cual supero a los demás tratamientos. En cuanto a los otros tratamientos mantienen una mínima diferencia entre ellos, y en el último lugar está el testigo que obtuvo una altura de 37.96 cm siendo la menor altura de planta, del mismo modo hay muchas investigaciones donde resulta favorable el uso de bioestimulantes en el cultivo de papa, así como, el trabajo de Águila (2013), uso de bioestimulantes en la producción de papa c.v. ÚNICA en siembra , en su cuarta evaluación para altura de planta a los 70 dds tuvo como observación una altura de 105,56 cm con Agrostemin®, siendo destacable frente a los demás tratamientos, en este punto es importante tener en cuenta el comportamiento agronómico de la variedad, en caso de la var. única el período vegetativo es precoz por ende el tamaño que presenta es mayor al de nuestra evaluación, respecto al bioestimulante utilizado fue beneficioso en su trabajo debido a que actúa de manera positiva sobre el estado general de la planta ayudándola a un mejor desempeño de la función fotosintética, soportar mejor los factores externos negativos característicos del lugar donde se realizó la investigación.

En relación a los bioestimulantes García (2007), refiere que son una fuente de nutrientes esenciales para el desarrollo fisiológico de la planta; por tanto, es de importancia los efectos que estas producen sobre los rendimientos y la calidad de la producción. Villegas (2016), investigo el efecto del bioestimulante Kelpak en el rendimiento del cultivo de papa, en sus datos de altura de planta señala que los



tratamientos 3,0 y 2,5 l/ha lograron los mayores promedios con 75,46 y 74,91 cm respectivamente, esta evaluación se dio a los 90 días

Del mismo modo Ancajima (2016). en su trabajo de investigación referente a la “aplicación de bioestimulantes en el cultivo de papa, en la variable altura de plantas, el T2 (Delfan Plus-30 por ciento de aminoácidos libres) que aplico presento una mejor respuesta, a lo largo del crecimiento y desarrollo, ello puede deberse a que el producto empleado en este tratamiento presenta un considerable porcentaje de nitrógeno total y de materia orgánica.

4.2. RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA

4.2.1. Número de tubérculos

En la tabla 19, se observa el análisis de varianza del número de tubérculos por planta del cultivo de papa, donde se aprecia que para bloques no existe diferencias estadísticas significativas, asumiéndose que el número de tubérculos por planta entre bloques es homogéneo. Para tratamientos, se visualiza que existe diferencias estadísticas significativas, esto nos indica que entre los tratamientos hay diferencias en cuanto al número de tubérculos de papa. Además, el coeficiente de variación (CV) es igual a 2.26% nos indica que los datos evaluados son confiables.

Tabla 19

Análisis de varianza del número de tubérculos por planta del cultivo de papa.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	0.05	0.01	p-valor	Sig.
Bloques	2	1.5183	0.7592	2.43	4.46	8.65	0.1495	n.s.
Tratamientos	4	5.9740	1.4935	4.79	3.84	7.01	0.0288	*
Error Exp	8	2.4962	0.3120					
Total	14	9.9886						

C.V. = 2.26 Media = 24.68

La prueba de tukey ($P \leq 0.05$) para el número de tubérculos de papa, que se muestra en la tabla 20, nos indica que el tratamiento de Cresisac + Phyllum aplicado en siembra, tuvo el más alto número de tubérculos por planta, seguido por los tratamientos de Ethesac + Phyllum aplicado en siembra, Cresisac + Phyllum aplicado en inicio de floración y Ethesac + Phyllum aplicado en inicio de floración que obtuvieron un número de 17.35, 17.3 y 17.21 tubérculos por planta respectivamente, los cuales son estadísticamente similares. En último lugar se ubica el testigo con el menor número de 16.4 tubérculos por planta.

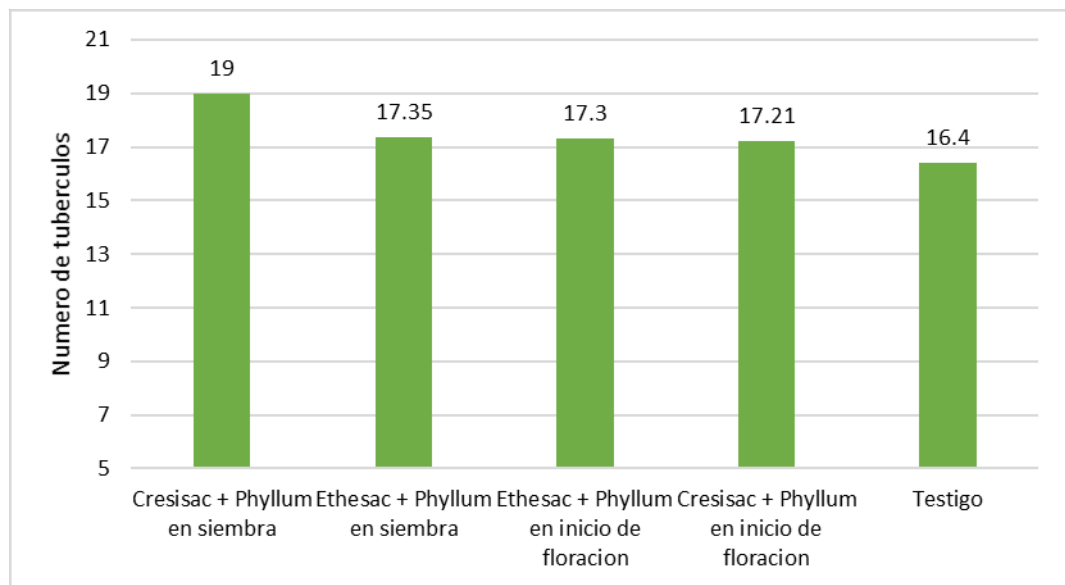
Tabla 20

Prueba de significación de Tukey del número de tubérculos por planta del cultivo de papa

Orden de merito	Tratamiento	Número de tubérculos	Valor angular	Tukey Sig. al 0,05
1	Cresisac + Phyllum en siembra	19	25.83	A
2	Ethesac + Phyllum en siembra	17.35	24.61	A B
3	Ethesac + Phyllum en inicio de floración	17.3	24.57	A B
4	Cresisac + Phyllum en inicio de floración	17.21	24.5	A B
5	Testigo	16.4	23.89	B

Figura 13

Número de tubérculos por planta del cultivo de papa.



En la figura 13, se observa el efecto de la aplicación de los reguladores de crecimiento en combinación con un bioestimulante en dos tiempos de aplicación, sobre el número de tubérculos cultivo de papa, donde se puede apreciar que el tratamiento de Cresisac + Phyllum aplicado en siembra, obtuvo 19 tubérculos, siendo el mayor número de tubérculos el cual supera a los demás tratamientos. En cuanto a los otros tratamientos mantienen una mínima diferencia entre ellos, y en el último lugar está el testigo que obtuvo el menor número de 16.4 tubérculos del cultivo de papa, como ya se mencionó la diferencia es mínima entre los tratamientos T2,T3,T4 y T5 por lo que se esperaba resultados con diferencias, debido a que , las hormonas vegetales juegan un rol importante en el control de la tuberización en papa. Referente a la aplicación de giberelinas (GA) Smith y Rappaport (1969), afirman que estas fitohormonas inhiben la formación de los tubérculos; es decir mientras menor contenido de GA se promueve la tuberización, sin embargo, la combinación de citoquininas y GAs con respecto al iniciación de la tuberización y el crecimiento de los tubérculos aún no hay



resultados precisos. No obstante, Aksenova *et al.*, (2011), nos habla de las citoquininas estas estimulan la formación de los tubérculos en muchas especies tuberosas, además se indica que en varios estudios se considera a la BA como una hormona promotora de la tuberización en papa, debido a que reduce algunos de los procesos promovidos por GA durante el desarrollo de las plantas Okazawa y Chapman (1962). Del mismo modo Ewing (1997), adopta que la citoquinina con las giberelinas constituye el estímulo de la tuberización es decir que los tubérculos tienen más de dos veces el grosor del estolón

La investigación de Aguilar (2011), uso de bioestimulantes en la producción de papa, el bioestimulante Agrostemin® implicó la función de las citoquininas la cual promovió la tuberización, como resultados para número de tubérculos por planta el tratamiento con Agrostemin® dosis alta (0,45%), presentó 15,05 tubérculos por planta teniendo el mayor promedio comparado con los demás tratamientos. Por el contrario, los T2, T3, T4 fueron muy similares, a lo que se observa no hay diferencias significativas, se debe tener en cuenta que no siempre el uso de estos bioestimulantes resultan favorables, tal afirmación se comprueba con el trabajo de Atauje (1998), quien evaluó el efecto de tres fitorreguladores sobre el crecimiento y rendimiento de papa en Huaral-Lima, según sus resultados, estadísticamente, no encontró diferencias significativas en la variable número de tubérculos por planta. Así como también la investigación de Gonzales (2012), donde evaluó el efecto de los bioestimulantes Vigofort ultra y Rooting en la producción en papa, sin embargo, sus resultados en el peso como el número de tubérculo al momento de la cosecha fueron similar al testigo sin aplicación de bioestimulantes

Por otra parte, cabe resaltar que los brotes son los responsables de la formación de raíces en su base, así como la formación de tallos, por lo tanto, estos se verán involucrados indirectamente en el rendimiento, con esta afirmación se deduce porque el T1, obtuvo mayor Nro. De tubérculos, ya que los productos fueron aplicados en la siembra

4.2.2. Rendimiento de papa en kg/parcela

En la tabla 21, se observa el análisis de varianza del rendimiento de papa por parcela del cultivo de papa, donde se aprecia que para bloques no existe diferencias estadísticas significativas, asumiéndose que el rendimiento de papa entre bloques es homogéneo. Para tratamientos, se visualiza que existe diferencias estadísticas altamente significativas, esto nos indica que entre los tratamientos hay diferencias en cuanto al rendimiento de papa. Además, el coeficiente de variación (CV) es igual a 6.56% nos indica que los datos evaluados son confiables.

Tabla 21

Análisis de varianza del rendimiento por parcela del cultivo de papa.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	0.05	0.01	p-valor	Sig.
Bloques	2	2.9672	1.4836	1.39	4.46	8.65	0.3039	n.s.
Tratamientos	4	30.1045	7.5261	7.04	3.84	7.01	0.0099	**
Error Exp	8	8.5563	1.0695					
Total	14	41.6280						

C.V. = 6.56 Media = 15.77

La prueba de tukey ($P \leq 0.05$) para el rendimiento de papa, que se muestra en la tabla 22, nos indica que el tratamiento de Cريسac + Phyllum aplicado en siembra, tuvo mejor rendimiento con 18.5 kg/parcela, seguido por el tratamiento Ethesac + Phyllum aplicado en siembra con un rendimiento de 15.63 kg/parcela,

los cuales son estadísticamente similares y superior a los demás tratamientos. En último lugar se ubica el testigo con el menor rendimiento de 14.46 kg/parcela.

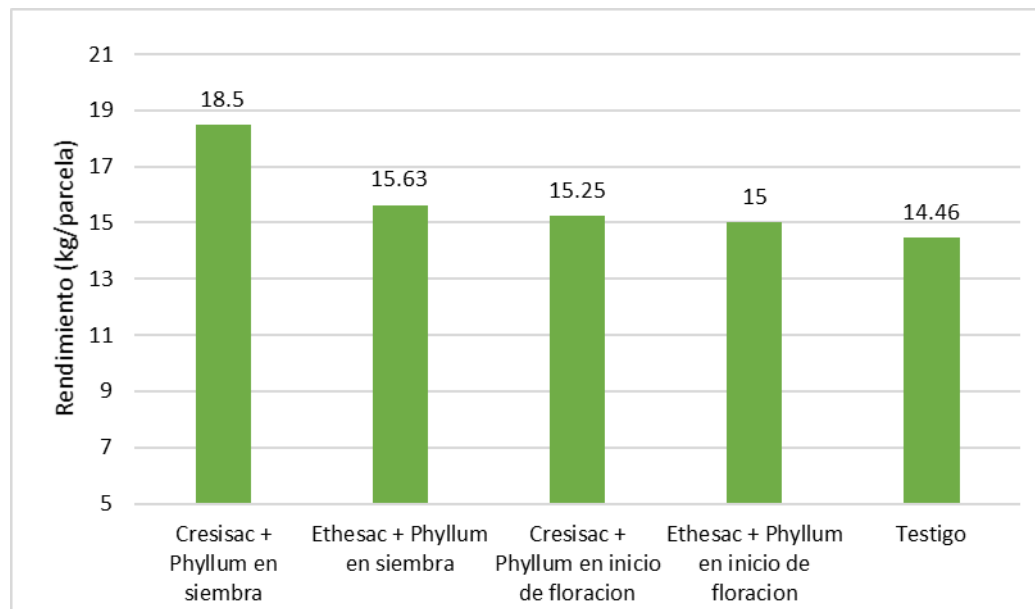
Tabla 22

Prueba de significación de Tukey del rendimiento por parcela del cultivo de papa.

Orden de merito	Tratamiento	Rendimiento (kg/parcela)	Tukey Sig. al 0,05
1	Cresisac + Phyllum en siembra	18.5	A
2	Ethesac + Phyllum en siembra	15.63	A B
3	Cresisac + Phyllum en inicio de floración	15.25	B
4	Ethesac + Phyllum en inicio de floración	15	B
5	Testigo	14.46	B

Figura 14

Rendimiento de papa por parcela



En la figura 14, se observa el efecto de la aplicación de los reguladores de crecimiento en combinación con un bioestimulante, sobre el rendimiento de papa



en kg/parcela del cultivo de papa, donde se puede apreciar que el tratamiento de Cresisac + Phyllum aplicado en siembra, obtuvo 18.5 kg/parcela, lo que indica que este tratamiento incrementa el rendimiento de papa, superando a los demás tratamientos, en cuanto a los otros tratamientos mantienen una mínima diferencia entre ellos, y en el último lugar está el testigo que obtuvo el menor rendimiento de 14.46 kg/parcela del cultivo de papa.

Al observar los datos obtenidos se encuentra informes de investigación donde la aplicación de bioestimulante resulta adecuado en el rendimiento para el cultivo de papa tal como se da en el trabajo de investigación de Aguilar (2016), que aplicando tres bioestimulantes en papa obtuvo como resultado que el bioestimulante Agrostemin® fue el más favorable frente a los otros dos productos utilizados, aplico una dosis baja (0,3%) que incremento el rendimiento de papa en 9,91% llegando a 60,74t/ha., lo que asegura que al utilizar los bioestimulantes, traen consigo beneficios en el rendimiento ya que por su origen vegetal el Agrostemin penetra dentro del tejido, lo cual se transportan a los puntos de crecimiento y desarrollo de esta manera incrementa el rendimiento. Del mismo modo Ancajima (2016), en su trabajo de investigación, aplico bioestimulantes en papa, de acuerdo a sus resultados obtenidos, destaco el tratamiento T2 (Delfan Plus-30), el cual registró el mayor promedio de número de tallos por planta; así como el mayor rendimiento (Kg/ha), demostrando un mayor valor, con respecto a los demás. En ambos trabajos mencionados existe cierta afinidad con respecto al rendimiento y es que refieren que el resultado obtenido se debe al número mayor de tallos por planta, así como se incrementa el número de tubérculos por planta, y todo esto está relacionado directamente al rendimiento, en nuestro trabajo de investigación el T1 (Phyllum + Cresisac en siembra) presento una ligera ventaja



en cuanto al número de tallos de acuerdo a los resultados obtenidos, podemos inferir que el número de tallos guarda una estrecha relación con el rendimiento.

García (2007), refiere que los bioestimulantes son una fuente de nutrientes esenciales para el desarrollo fisiológico de la planta; por tanto, es de importancia los efectos que estas producen sobre los rendimiento, lo cual es importante resaltar que en muchos casos realizar tratamientos a la semilla aumenta en el rendimiento de la papa, lo cual esto incrementara el número de tubérculos por planta y está en relación directa con el número de tallos, mismo que está determinado por el número de yemas brotadas en el tubérculo semilla. De esta manera, con las bases teóricas e investigaciones afirmamos que los resultados en cuanto a rendimiento, los brotes son los responsables de la formación de raíces en su base y de la formación de tallos, por lo tanto el uso del bioestimulante y RC están involucrados indirectamente en el rendimiento Así como hay informes, aunque poco consistentes de aumento en rendimiento por aplicación de AG3 (giberelina) a la planta y en ocasiones, se ha tenido aumento en el número de tubérculos pero descenso en su peso total (Ramírez, 2008).

Sin embargo es importante aclarar los T3 y T4 los cuales fueron aplicados días antes de la floración, para ver cómo influye en el rendimiento, a pesar de aplicar dichos productos no fueron favorables para el rendimiento de papa, de esta manera se ratifica que los tratamientos con bioestimulantes no siempre son superiores a los tratamientos sin bioestimulante, Rojas y Ramírez (1987), mencionan que al aplicar bioestimulantes al follaje se encuentran aumentos pero estos no son siempre significativos estadísticamente, aunque el aumento de rendimiento al usar bioestimulantes a veces es económicamente beneficioso.



V. CONCLUSIONES

- Se concluye en cuanto al desarrollo del cultivo de papa , que en los parámetros de porcentaje de emergencia y número de tallos, los tratamientos fueron casi uniformes, sin embargo, en las evaluaciones de porcentaje de floración y altura de la planta a los 30, 45 y 60 días, el tratamiento 1 (Phyllum + Cresisac), fue el que tuvo mejores resultados frente a los demás tratamientos, de esta manera se afirma, que el tiempo para aplicar el bioestimulante (PHYLLUM), en combinación con reguladores de crecimiento (CRESISAC y ETHESAC) es durante la siembra, ya que resulta favorable para el desarrollo de la planta, para los demás tratamientos el resultado no fue aprovechable, debido a la aplicación de reguladores de crecimiento, que inhibieron el en desarrollo, así como el tiempo en que fueron aplicadas.
- El tratamiento que destaco en el incremento del rendimiento fue el T1 (Phyllum+ Cresisac) aplicado en siembra, se obtuvo 18.5 kg/parcela, lo que indica que este tratamiento supero a los demás tratamientos. incrementando el número de tubérculos y rendimiento.



VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que para el uso de bioestimulantes en el cultivo de papa no debe ser combinadas con RC tal como es el etileno ya que inhiben en crecimiento en desarrollo de brotes o crecimiento de la planta.
- Se recomienda investigar más sobre estos bioestimulantes, en el cultivo de papa, ya que además de favorecer al desarrollo de la planta, es favorable ante el estrés ambiental, en nuestra región de Puno, el clima no siempre es uniforme, dado que hay momentos que se presenta, granizadas, periodos de sequía o temperaturas bajas, para lo cual es necesario experimentar con diferentes bioestimulantes. el comportamiento del cultivo frente al estrés ambiental.
- Se recomienda indagar los productos que se emplean en la agricultura antes de ser utilizados, con el fin que sean favorables con los bioestimulantes.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ancajima, L. A. (2016). Aplicación de bioestimulantes en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en condiciones del valle del Cañete. Tesis de pre - grado. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.
- Alonso Arce, F. (2002). Cultivo de la patata. 495 pp.
- Anónimo. (2010). Introduction to Phytohormones. *The Plant Cell*, 22(3).
- Aragundi, C. (1993). Evaluación de la acción de los bioestimulantes sobre el cultivo de arroz en la zona de Babahoyo. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Babahoyo, los Ríos, Ecuador.
- Arcos J.; Mamani H.; Barreda W. y Holguin V. (2020). Manual técnico: manejo integrado del cultivo de papa. Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA. Lima- Perú.
- Basly, P. (2003). Efecto del uso de un bioestimulante a base de algas marinas en el rendimiento de dos cultivares de papas. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad de la Frontera. Temuco-Chile.
- Benedetti, A. (2010). Caracterización de las propiedades bioestimulantes de los fertilizantes. Research Center for Plant and Soil Systems del Ministerio de Agricultura de Italia. *Revista New AG International*
- Biatti, S. & Orlando J. (2003). Nutrición vegetal. Insumos para cultivos orgánicos
- Borjas V. R., Julca O. y Huamán (2020). Las fitohormonas una pieza clave en el desarrollo de la agricultura. Scielo. 1ra edición. 2-15p.
- Cabrera H. y Escobal F. (2002) Cultivo de la papa en la región Cajamarca. Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA. Lima- Peru. 115p.
- Cossio L. (2013). Reguladores de crecimiento. Profesorado y Licenciatura en Biología. UNNE.



- Cossio, L. (2013). Reguladores de Crecimiento, Fisiología Vegetal. Buenos Aires, Argentina. Recuperado el 18 de junio de 2024, de: <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Reguladores%20de%20Crecimiento%20en%20las%20plantas.pdf>
- Daniels-Lake B, Olsen N, Lopez H, Zink R. (2013). Eficacia de los productos controladores de la brotación de papa con el fin de disminuir la producción de brotes. North American Plant Protection Organization. Tungurahua-Ecuador.
- Dezgo (1990). Efecto del ácido giberélico sobre la brotación de tres variedades de papa (*Solanum tuberosam*. L.) para "semilla. Tesis Ing Agr. Universidad Técnica de Ambato Tungurahua, Ecuador.
- Díaz, D. (2009). Biorreguladores versus bioestimulantes. Investigación y desarrollo Agroenzimas. México D. F.
- du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, Biostimulants in Horticulture 196p. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>
- Ecoádep Perú. (2012). Fisiología vegetal para cultivos ecológicos del Perú. Lima. Perú.
- Egusquiza, B. (2000). La papa producción, transformación y comercialización. Lima, Perú. 203 p.
- Egusquiza, B. y V, Barriga. (1991). El cultivo de papa en el Sur del Perú. Curso nacional de producción de papa. Est. Exp Andenes. Cusco – Perú.
- Egusquiza, B.R. (2000). La papa, producción, transformación y comercialización Lima-Peru
- Egusquiza, B.R. (2014). La papa en el Perú. UNALM-CIP. Lima-Perú.
- Ferrari, S; Júnior, E; Ferrar, J; Santos, M; Aires, D. (2008). Desenvolvimento e produtividade do algodoeiro em função de espaçamentos e aplicação de regulador de crescimento. *Acta Scientiarum*. 30 (3): 365-371.
- García, L. (2007). Revisión Literaria . Bioestimulantes. Importancia de los bioestimulantes (Tesis de pregrado). San Cristóbal. República Dominicana.



- George, E.F. (2008). Plant propagation by tissue culture. Volume 1. The Background, 3rd Edition. Berlin: Springer. 504 pp.
- Gonzales R. (2012). Evaluación de dos bioestimulantes en el crecimiento y producción en papa. Escuela de Agronomía. Universidad de Talca, Chile
- Guerrero, A. (2006). Efecto de tres bioestimulantes comerciales en el crecimiento de los tallos de proteas, *Leucadendron* sp cv. safari sunset. Tesis de pregrado. Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Ibrra, Ecuador.
- Hedden, P. (2003). Gibberellins. Pp 411-420. In: Encyclopedia of Applied Plant Sciences (Second Edition). Volume 1: Plant Physiology.
- Hopkins, W.G. (1995). Introduction to Plant Physiology. John Wiley & Sons, New York, pp. 464.
- Huaman, Z. y R. Gómez. (1994). Descriptores de la papa para la caracterización básica de colecciones nacionales. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. s/p.
- INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria). (2009). Caracterización morfológica y agronómica de 61 variedades nativas de papa. DGIA. Sub - dirección de Cultivos. Lima, Perú.
- Inostroza, J. (2009). Manual de papa para la Araucanía: manejo y plantación. Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- MINAN (Ministerio de Ambiente). (2019). Línea de base de la diversidad genética de la papa peruana con fines de bioseguridad. Servicios Gráficos Rosales Magdalena del mar, Lima-Perú
- Ortega D. (2014). Evaluación del comportamiento agronómico de genotipos de papa (*Solanum tuberosum* L.) con altos contenidos de hierro y zinc en dos localidades de la sierra ecuatoriana. Tesis de grado. Universidad central del Ecuador.
- Ortiz. Y.; Flórez, y Víctor J. (2008). Comparación cuantitativa de ácido abscísico y citoquininas en la tuberización de (*Solanum tuberosum* L.) y (*Solanum phureja* Juz). Agronomía Colombiana. Volumen 26 N° 1- 39p.



- Pilar, C. (2011). Uso de bioestimulantes en la producción de papa (*Solanum tuberosum* L.) c.v. ÚNICA en siembra de primavera La Joya. Tesis de grado. Facultad de Ciencias biológicas y agropecuarias- UNSA. Majes- Arequipa.
- Pumisacho, M. (2002). El cultivo de la papa en el Ecuador. Instituto Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Centro Internacional de la Papa. Quito, Ecuador. 229 p.
- Ramírez, H. (2008). El uso de hormonas en la producción de cultivos hortícolas para exportación departamento de horticultura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Saltillo Coahuila, México.
- Rodríguez, L. & Moreno, P. (2010). Factores y mecanismos relacionados con la dormancia en tubérculos de papa. Agron Colomb. 189p.
- Rojas, M & Ramírez, H. (1987). Control hormonal del desarrollo de las plantas. Primera edición, Ed. Limusa. México. 239 p.
- Saborio, F. (2002). Bioestimulantes en fertilización foliar. Fertilización foliar. Principios y aplicaciones. Costa Rica.127p.
- Samudio, G. (2020). Influencia de bioestimulantes sobre características agronómicas de la soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo – Paraguay.
- Velastegui, R. (1997). Formulaciones naturales y sustancias orgánicas y minerales para control sanitario. Ecuador. pp. 110-130.
- Villee, C. (1992). Biología, 7ma edición México. Editorial Mc GRANW HILL. pág. 875.
- Villegas, A., & Magno, S. (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. Escuela Profesional de Agronomía. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.
- Wang, Y.H., & Irving, H.R. (2014). Developing a model of plant hormone interactions. *Plant Signaling & Behavior*, 6(4), p.494–500.



Yuste, P. M. (2007). Biblioteca de la agricultura (2007 ed.). Barcelona, España: I. Gráficas Marmol, S.L.

Zhio TM. (2011). La Papa: Taxonomía y Nombres Comunes. Recuperado el 03 de junio de 2024, de <http://zhiotm.blogspot.com/2011/04/la-papa-taxonomia-ynombrescomunes.Html>.

ANEXOS

ANEXO 1. Ficha técnica del bioestimulante PHYLLUM

Una empresa anasac

FICHA TÉCNICA
NUTRICIÓN VEGETAL



PBUA N° 230 - SENASA

CARACTERÍSTICAS

El adecuado balance de auxinas, citoquininas, giberelinas, macro y micro nutrientes, encinas y ácidos orgánicos actúan como activadores del proceso fisiológicos y diferenciación en plantas.

PHYLLUM estimula el metabolismo en las plantas y equilibra sus funciones fisiológicas. Es soluble en agua y apropiado para aplicaciones foliares y vía riego. Una apropiada y bien balanceada utilización de los nutrientes aportados se traduce en incrementos en la productividad de las plantas tratadas.

Para lograr los resultados deseados, los niveles de micro y macro elementos deben ser adecuados para sostener el aumento en la producción.

La época y dosis de aplicación son muy importantes para lograr una máxima eficacia.

La actividad bioestimulante también se expresa en mejor polinización y cuaja de frutos, mayor calibre y calidad post-cosecha, mayor contenido de azúcares, mejor resistencia al frío, a la sequía y enfermedades.

FORMULACIÓN

PHYLLUM es un regulador de crecimiento formulado en concentrado soluble (LS). Es 100% natural no contaminante, biodegradable y contiene: auxinas, citoquininas, giberelinas, macro y micro nutrientes, encinas y ácidos orgánicos.



COMPOSICIÓN

Extracto de algas 24%
Auxinas 10.2 ppm
Citoquininas 8.2 ppm
Giberelinas 4.5 ppm
Macro y Micro nutrientes 76%

ANEXO 2. Ficha técnica del regulador de crecimiento ETHESAC.

FICHA TÉCNICA
PROTECCIÓN DE CULTIVO

Una empresa ANASAC



Reg. N° 494-97-AG – SENASA

CARACTERÍSTICAS GENERALES

ETHESAC 48 LS, es un compuesto a base de ácido fosfórico, al ser aplicado a la planta libera etileno, que es una hormona que induce y regula procesos de floración, maduración y coloración de los frutos, facilitando y mejorando la calidad de la cosecha. **ETHESAC 48 LS** se utiliza como madurador y da coloración a frutos de manzanos, plátano, cítricos, mangos, higos, ajo, olivo, cebolla, pepinillo, zapallo y tomates. **ETHESAC 48 LS** puede ser aplicado al follaje (pre-cosecha) y/o baños directos a los frutos cosechados.

FORMULACIÓN

ETHESAC 48 LS es un regulador de crecimiento formulado como Concentrado Soluble (LS), que contiene 480 g de ethephon por litro de producto formulado.

GRUPO QUÍMICO

Derivado del ácido fosfórico

MODO DE ACCIÓN

ETHESAC 48 LS, libera etileno dentro de los tejidos vegetales poco después de la aplicación. El etileno es una hormona natural que actúa en los procesos de maduración y otros complejos procesos bioquímicos de las plantas.

ANEXO 3. Ficha técnica del regulador de crecimiento CRESISAC

FICHA TÉCNICA
NUTRICIÓN VEGETAL

CRESISAC

Una empresa anasa

N° Registro: PBUA N° 063-SENASA

FORMULACIÓN
Cresisac es un regulador de crecimiento formulado como Polvo Mojable (WP), que contiene 100 g de ACIDO GIBERELICO por kilogramo de producto formulado. Esta formulación permite una buena solubilidad, mayor velocidad de dispersión, mejor distribución en la solución y mejor estabilidad en el tiempo.

GRUPO QUÍMICO
HORMONA VEGETAL –Giberelinas – AG3


CARACTERÍSTICAS GENERALES
Cresisac es un regulador de crecimiento que pertenece al grupo de las giberelinas sintéticas que derivan de las giberelinas naturales que son producto del crecimiento del hongo Gibberella fujikurci en un medio líquido.
Las giberelinas están asociadas a diversos procesos fisiológicos como germinación de semillas, crecimiento de brotes, crecimiento y forma de las hojas, cuaja y desarrollo de los frutos; además estimulan y regula el ritmo de crecimiento de numerosas especies vegetales. Su acción depende de la concentración empleada y de la etapa fisiológica en que se encuentra la especie vegetal.

MODO DE ACCIÓN:
Cresisac es un regulador de crecimiento de plantas, tiene efecto transaminar.
Cresisac produce el alargamiento de las células de los tejidos de las plantas, estimula el brotamiento de los meristemas y aumenta la floración.

CUADRO DE USOS:

Cultivo	Recomendación	Dosis		P.C (días)	LMR (ppm)
		Sobres 10g/cil 200L	Kg/200L		
Papa	Estimula el brotamiento Sumergir los tubérculos por 5 min	0.5 - 1	-	ND	ND
Alcachofa	Incrementa los rendimientos	4	-	ND	ND
Fresa	Estimula la apertura de los botones florales	1	-	ND	ND
Clavel	Aumenta el tamaño del tallo	10	-	ND	ND
Vid	Incrementa el tamaño del racimo	2 - 3	-	ND	ND

ANEXO 4. Ficha técnica del bioestimulante AGROSTEMIN.




Ficha Técnica

Última revisión: 10.2022

AGROSTEMIN®-GL

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Nombre del producto:	Agrostemin®-GL
Grupo:	Bioestimulante
Composición (p/v):	Materia Seca..... 22 - 26 % Materia Orgánica..... 11 - 14 % Ceniza 11 - 14 % Nitrógeno Total 0.25 - 0.5 % Fósforo 0.25 - 0.75 % Óxido de Potasio (K ₂ O) soluble en agua 3.6 - 4.0 % Magnesio (Mg) 0.12 - 0.19 % Calcio (Ca) 0.03 - 0.05 % Boro (B)..... 325 - 350 ppm Hierro (Fe)..... 413 - 475 ppm Manganeso (Mn) 377 - 379 ppm Cobre (Cu)..... 33 - 40 ppm Zinc (Zn)..... 513 - 525 ppm Molibdeno (Mo) 20 - 30 ppm
Formulación:	Líquido soluble
Distribuidor:	Serfi S.A.
Presentaciones del producto:	0.25 L, 0.5 L y 1 L
Aspecto:	Líquido marrón
Densidad:	1.1 - 1.2 g/mL
pH (20 °C):	7.5 - 8.5 (al 1%)


Aprobado para uso en Agricultura Orgánica: 


DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO


- **Agrostemin®-GL** es un extracto natural de algas frescas *Ascophyllum nodosum* que no contiene ningún aditivo artificial (100% natural).
- **Agrostemin®-GL** está aprobado para su uso en la agricultura orgánica.
- **Agrostemin®-GL** es un almacén naturalmente balanceado de más de 60 componentes entre ellos: macro y micro nutrientes (biológicamente quelatizados por carbohidratos), aminoácidos y promotores biológicos fitohormonales de auxinas, giberelinas y citoquininas.
- **Agrostemin®-GL** contiene protohormonas naturales, encapsuladas en proteínas específicas que promueven dentro de la planta la liberación natural de auxinas, giberelinas y citoquininas en forma balanceada. Esto permite una eficiente autorregulación en la disponibilidad de hormonas y corrige cualquier deficiencia que afecta los diferentes procesos fisiológicos de diferenciación.

BENEFICIOS DE AGROSTEMIN®-GL EN LAS ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO

- a) **Tratamiento de semilla.** Estimula la germinación y/o brotamiento vigoroso y uniforme.
- b) **Almácigo.** En rotación con el **Stimplex®-G** favorece un crecimiento vigoroso y un adelanto en el trasplante.
- c) **Crecimiento del cultivo.** Favorece el crecimiento vigoroso de la planta.
- d) **Fructificación.** Incrementa el tamaño y la calidad de los frutos, tubérculos, bulbos, tuñones, raíces, etc.
- e) **Cosecha.** Incrementa el rendimiento y la calidad de las cosechas en cuanto a contenido de

 Av. República de Panamá 2577
La Victoria, Lima - Perú

 Agro +511.710.4068

 EMAIL:
atencionalcliente@serfi.biz

ANEXO 5 Ficha técnica del bioestimulante KELPAK

Concentrado Soluble SL
Regulador de crecimiento
Uso agrícola
Reg. SENASA: PBUA N° 202 SENASA
Actualización: Febrero 2023

BASF
We create chemistry

RE

Kelpak®

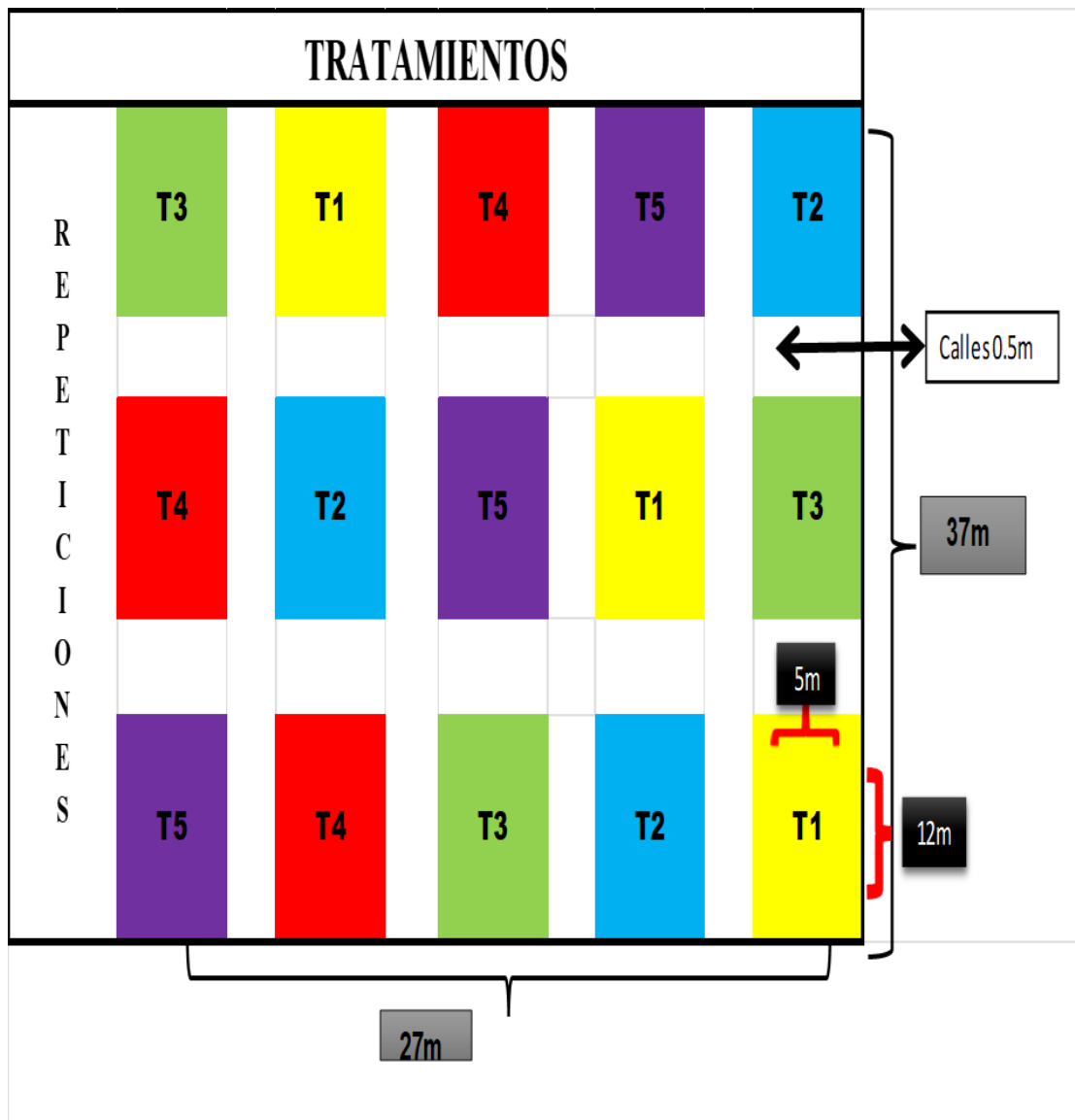
Kelpak® es un regulador de crecimiento de plantas promotor radicular proveniente del alga marina *Ecklonia máxima*, obtenido por la ruptura en frío de las células, por diferencial de presiones, tecnología única en el mundo. Producto 100% natural con certificaciones orgánicas mundiales. Kelpak® contiene un delicado balance de bioreguladores que promueven el desarrollo radicular y foliar del cultivo, mejorando la capacidad de las plantas para sobreponerse a condiciones de stress, maximizando su rendimiento. Kelpak® es un producto con alto contenido de auxinas y relativamente bajo contenido de citoquininas, esta relación produce un efecto sobre la división y la elongación celular aumentando el tamaño de los frutos.

COMPOSICIÓN GARANTIZADA:

Ingredientes activos:	Auxinas + Citoquininas.
Grupo químico:	Regulador de Crecimiento de Plantas
Concentración y formulación:	Auxinas..... 11.00 mg/L Citoquininas.....0.031 mg/L SL (Concentrado soluble)
Valor del pH:	4 – 4.6
Fabricante/Formulador:	Kelp Products Simon's Town 7975 República de Sudáfrica
Antídoto:	Tras contacto con la piel, lavar con agua y jabón. Tras contacto con los ojos; lavar inmediata y abundantemente bajo agua corriente durante 15 minutos y con los párpados abiertos. En caso de ingestión; lavar inmediatamente la boca y beber posteriormente abundante agua. NOTA AL MÉDICO: Tratamiento sintomático (descontaminar funciones vitales), no es conocido ningún antídoto específico.

**LEA LA ETIQUETA ANTES DE USAR EL PRODUCTO.
MANTÉNGASE BAJO LLAVE FUERA DEL ALCANCE DE LOS NIÑOS.**

ANEXO 6. Croquis de la investigación experimental



T1	PHYLLUM + CRESICAC (SIEMBRA)
T2	PHYLLUM + ETHESAC (SIEMBRA)
T3	PHYLLUM + CRESISAC (PRE- FLORACION)
T4	PHYLLUM + ETHESAC (PRE- FLORACION)
T5	TESTIGO

ANEXO 7 Análisis de fertilidad de suelos



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO –
PUNO**
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



ANÁLISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS

PROCEDENCIA : "CIP ILLPA UNA – PUNO"
SOLICITANTE : STEPHANY VICTORIA QUISPE CRUZ
MOTIVO : Análisis Fertilidad de suelos
MUESTREO : 10/11/2021 (por el interesado)
ANÁLISIS : 11/11/2021
LABORATORIO : Agua y Suelo FCA – UNA PUNO

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANÁLISIS MECÁNICO			CLASE TEXTURAL	CO ₃ ⁺ %	M.O. %	N. TOTAL %
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %				
01	MUESTRA 01	51	29	20	Franco arcillo arenoso (FArA)	0.00	2.30 %	0.11

# ORD	pH	C.E. mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CACIONES CAMBIABLES					CIC me/100 g	S.B. %
			P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		
					me/100 g suelo						
01	5.75	0.19	17.50	165	NC	NC	NC	NC	0.00	NC	NC

FArA = Franco arcillo arenoso
Ar = Arcilloso
FArA = Franco arcillo arenoso
CIC= Capacidad Intercambio Cationico
N = Nitrógeno total
K⁺ = Potasio cambiante
A = Arena
Ca²⁺ = Calcio cambiante
Na⁺ = Sodio cambiante
CO₃⁺ = Carbonatos
me = miliequivalente.

FAr = Franco arcilloso
M.O.=Materia orgánica
P = Fósforo disponible
K = Potasio disponible
C.E. = Conductividad eléctrica
SB = Saturación de bases
Mg²⁺ = Magnesio cambiante
mS/cm = milisiemens por centímetro
C.E.(e) = Conductividad eléctrica del extracto
Al³⁺ = Aluminio cambiante
NC= no corresponde

Dr. Evaristo Mamani Mamani
JEFATURA



Evaristo Mamani Mamani
D. Sc. Evaristo Mamani Mamani
JEFE DE LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



ANEXO 8. Datos promedios en porcentaje de emergencia

Emergencia (%)					
Bloque	Testigo	T1	T2	T3	T4
I	30	33.2	31.2	32.4	31.2
II	30.4	31	30.8	30.5	30.12
III	31.8	32.4	31.8	30.8	31.4
Prom.	30.7	32.2	31.3	31.2	30.9

Emergencia (valor angular)					
Bloque	Testigo	T1	T2	T3	T4
I	33.21	35.18	33.96	34.70	33.96
II	33.46	33.83	33.71	33.52	33.29
III	34.33	34.70	34.33	33.71	34.08
Prom.	33.7	34.6	34	34	33.8

ANEXO 9. Datos promedios en floración

Floración (%)					
Bloque	Testigo	T1	T2	T3	T4
I	53	96	83	92	80
II	25	100	96	62	71
III	39	98	90	77	62
Prom.	39	98	89.7	77	71

Floración (valor angular)					
Bloque	Testigo	T1	T2	T3	T4
I	46.72	78.46	65.65	73.57	63.43
II	30.00	90.00	78.46	51.94	57.42
III	38.65	81.87	71.09	61.34	51.65
Prom.	30.7	32.2	31.3	31.2	30.9



ANEXO 10. Datos promedios en número de tallos

Número de tallos					
Bloque	Testigo	T1	T2	T3	T4
I	3.84	4.68	3.92	4.04	4.16
II	4.04	4.24	4.08	4.12	4
III	3.92	4.6	4.04	3.88	4.08
Prom.	3.9	4.5	4.0	4.0	4.1

Número de tallos (valor angular)					
Bloque	Testigo	T1	T2	T3	T4
I	11.30	12.49	11.42	11.60	11.77
II	11.60	11.88	11.65	11.71	11.54
III	11.42	12.38	11.60	11.36	11.65
Prom.	11.4	12.3	11.6	11.6	11.7

ANEXO 11. Datos promedios en altura de planta (30,45,60 días)

Altura de planta (30 días)					
Bloque	Testigo	T1	T2	T3	T4
I	4.64	6.22	4.74	4.44	4.62
II	4.52	5.8	4.54	4.58	4.38
III	4.04	5.28	4.14	4.68	4.12
Prom.	4.4	5.8	4.5	4.6	4.4

Altura de planta (45 días)					
Bloque	Testigo	T1	T2	T3	T4
I	19.28	23.32	19.32	19.12	19.32
II	19.6	22.32	19.92	19.18	19.24
III	19.16	22.08	19.44	19.42	19.64
Prom.	19.3	22.6	19.6	19.2	19.4

Altura de planta (60 días)					
Bloque	Testigo	T1	T2	T3	T4
I	38.4	42.12	39.08	39.24	38.14
II	38.08	39.92	39.12	38.42	39.2
III	37.4	40.52	38.56	36.84	37.88
Prom.	38.0	40.9	38.9	38.2	38.4

ANEXO 12. Datos promedios en número de tubérculos.

Número de tubérculos					
Bloque	Testigo	T1	T2	T3	T4
I	16.12	18.64	17.16	17.2	17.68
II	16.16	17.52	17.68	16.54	16.98
III	16.92	20.84	17.2	17.88	17.24
Prom.	16.4	19.0	17.3	17.2	17.3

Número de tubérculos (valor angular)					
Bloque	Testigo	T1	T2	T3	T4
I	23.67	25.58	24.47	24.50	24.86
II	23.70	24.74	24.86	24.00	24.33
III	24.29	27.16	24.50	25.01	24.53
Prom.	23.9	25.8	24.6	24.5	24.6

ANEXO 13. Datos promedios en rendimiento

Rendimiento (kg/parcela)					
Bloque	Testigo	T1	T2	T3	T4
I	14.98	19.825	15.6	16.25	15.285
II	14.485	16.135	15.945	14.855	15.45
III	13.915	19.525	15.355	14.635	14.25
Prom.	14.5	18.5	15.6	15.2	15.0

ANEXO 14 Secado de tubérculos- semilla, después de ser sumergidas en los productos utilizados.



ANEXO 15. Productos utilizados en la investigación.



ANEXO 16. Preparación de los productos en baldes de 20L



ANEXO 17. Evaluación de altura a los 30 días



ANEXO 18. Evaluación de altura a los 60 días.



ANEXO 19. Campo de investigación





ANEXO 20. Área de investigación del cultivo de papa.





ANEXO 21. Declaración jurada de autenticidad de tesis



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Quispe Cruz, Stephany Victoria
identificado con DNI 70501278 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
Ingeniería Agronómica

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:
" Efecto de los reguladores de crecimiento y bioestimulante
en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum*
tuberosum L.), C.E. ILLPA - PUNO "

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y no existe plagio/copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 10 de septiembre del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



ANEXO 22. Autorización para el depósito de tesis en el Repositorio Institucional.



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

**AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE
INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL**

Por el presente documento, Yo Quispe Cruz Stephany Victoria
identificado con DNI 70501278 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Agronómica
informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ Efecto de los reguladores de crecimiento y bioestimulante
en el rendimiento del cultivo de papa (Solanum
tuberosum L.) C. E. ILLPA- PUNO ”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 10 de septiembre del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella