

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
INSTITUTO CENTRAL DE INVESTIGACIÓN



TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Respuesta de aplicación de brasinoesteroides en tres variedades de papa (*solanum tuberosum*) en el distrito de Yanahuanca provincia de Daniel Alcides Carrión

Línea: Recursos, sanidad y procesos agrícolas

Sub línea: Biodiversidad, biotecnología, sanidad, producción vegetal

Responsable: Mg. Fidel DE LA ROSA AQUINO

Integrantes: Ing. Manuel Jorge CASTILLO NOLE
Dra. Catalina RODRIGUEZ ROSALES
Ing. Moisés TONGO PIZARRO

Yanahuanca – Cerro de Pasco – Perú

2018

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
INSTITUTO CENTRAL DE INVESTIGACIÓN**



TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Respuesta de aplicación de brasinoesteroides en tres variedades de papa (*solanum tuberosum*) en el distrito de Yanahuanca provincia de Daniel Alcides Carrión

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado de la jornada científica

Dra. Edith Luz ZEVALLOS ARIAS
PRESIDENTE

Dr. Rommel Luis LÓPEZ ALVARADO
MIEMBRO

EQUIPO INVESTIGADOR

RESPONSABLE

Mg. Fidel DE LA ROSA AQUINO

INTEGRANTES

Ing. Manuel Jorge CASTILLO NOLE
Dra. Catalina RODRIGUEZ ROSALES
Ing. Moisés TONGO PIZARRO

COLABORADORES

Ing. Dolver Manuel CALDERON RAMIREZ
Lic. Walter Rolando JESUS TOLENTINO
Mg. Josué INGA ORTIZ
Ing. Alfredo CONDOR PEREZ

ESTUDIANTES : Nilton Abel RAYMUNDO CORNELIO X semestre Agronomía

: Hans Kevin YAURI VERASTEGUI X semestre Agronomía

: Luz Giolina ZAVALA ROJAS X semestre Agronomía

: Ruth Belinda ZAVALA ROJAS X semestre Agronomía

RESUMEN

El trabajo se desarrolló en el “Centro Experimental Tinyacu” del distrito de Yanahuanca, Provincia Daniel Alcides Carrión, Región Pasco; a 3 200 msnm; entre enero a diciembre del 2018; se tuvo los siguientes objetivos Evaluar el rendimiento de las variedades de papa a las diferentes dosis de brasinoesteroides, Establecer la mejor dosis de brasinoesteroides que presente el mayor rendimiento, Determinar la interacción más eficiente entre las variedades de papa y la aplicación de brasinoesteroides. Durante el presente experimento se utilizó el diseño experimental de Bloques Completos Randomizados, distribuidos en una factorial 3x2 (tres variedades de papa y dos dosis de aplicación de brasinoesteroides), asimismo, se evaluó Número de tubérculos por planta, diámetro de tubérculos, peso de tubérculos por planta y rendimiento en toneladas por hectárea de papa-

Se encontró que el tratamiento T1, reporta la mayor cantidad de tubérculos por planta con un promedio de 16.83 tubérculos por planta, del mismo modo concerniente al diámetro de tubérculos el T4 obtuvo el mayor promedio con 6.81 centímetros, el mayor promedio de peso de tubérculos por planta lo obtuvo el T2 con 2 kilogramos de papa por planta y los mayores rendimientos en toneladas por hectárea lo obtuvo el T2 con 66.67 toneladas de papa por hectárea.

Palabras claves: biofertilizantes, foliares y variedades de maíz amiláceo.

ABSTRACT

The work was carried out in the "Tinyacu Experimental Center" of the district of Yanahuanca, Daniel Alcides Carrión Province, Pasco Region; at 3 200 meters above sea level; between January to December 2018; the following objectives were to evaluate the performance of potato varieties at different doses of brassinosteroids, to establish the best dose of brassinosteroids with the highest yield, to determine the most efficient interaction between potato varieties and the application of brassinosteroids. During the present experiment the experimental design of Randomized Complete Blocks, distributed in a 3x2 factorial (three potato varieties and two doses of brassinosteroids application) was used, as well as number of tubers per plant, diameter of tubers, weight of tubers was evaluated. for silver and yield in tons per hectare of potato

It was found that the T1 treatment, reports the highest number of tubers per plant with an average of 16.83 tubers per plant, in the same way concerning the diameter of tubers, the T4 obtained the highest average with 6.81 centimeters, the highest average weight of tubers by plant was obtained by T2 with 2 kilograms of potatoes per plant and the highest yields in tons per hectare were obtained by T2 with 66.67 tons of potatoes per hectare.

Keywords: Brassinosteroids and potato varieties.

INTRODUCCIÓN

En la década de 1930 a 1940, un grupo de investigadores del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) inició la búsqueda de una nueva fitohormona, al reconocer la existencia de sustancias estimuladoras del crecimiento en sitios como extractos de polen y semillas inmaduras, entre otros. Finalmente, Mitchell *et al.* (1970) detectaron esta sustancia (brasina) en extractos de polen de *Brassica napus L.* (nabo) con una fuerte actividad promotora del crecimiento vegetal de tejidos jóvenes en alargamiento. La misma sustancia producía en el bioensayo del segundo entrenudo del frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) una respuesta inusual que combinaba el alargamiento celular (respuesta típica de las giberelinas) con el engrosamiento y la curvatura. Además, Mitchell *et al.* (1970) propusieron que ese polen contenía un nuevo grupo de hormonas de origen lipídico denominadas brasinas (son análogos estructurales de la brasina), que les confieren una función hormonal similar a la que ocurre en animales, combinaba el alargamiento celular (respuesta típica de las giberelinas) con el engrosamiento y la curvatura. Además, Mitchell *et al.* (1970) propusieron que ese polen contenía un nuevo grupo de hormonas de origen lipídico denominadas brasinas (son análogos estructurales de la brasina), que les confieren una función hormonal similar a la que ocurre en animales. Vásquez (2014)

Ministerio de Agricultura (2010), en un boletín sobre el año internacional de la papa, hace mención de las principales características de la papa, que a continuación se detalla:

- Perú, centro de mayor biodiversidad, con 91 especies y 2 800 variedades de las 3 900 que existen en el mundo. Se cultiva en 19 regiones, desde el nivel del mar hasta los 4 200 msnm. La superficie promedio de siembra es de 260 000 ha. Producimos un promedio de 3.2 millones de toneladas de papa y un promedio de 12.4 toneladas por hectárea.

La producción de la papa proviene en un 95% de la sierra y un 5%, proviene de la costa. Cultivado por cerca de 60 000 productores, se genera 110 000 puestos de trabajo y 28 millones de jornales por campaña, de igual forma es preciso mencionar que representa el 8% del PBI agrícola. De la producción total, el 94% es consumido fresco y el resto es consumido procesado como papa seca, tunta, hojuelas o chips, puré y almidón. El consumo per cápita al año alcanza a 77 kilogramos.

La provincia de Daniel Alcides Carrión los agricultores giran su economía sobre la siembra del cultivo de la papa, la producción por unidad de superficie fluctúa entre 10 a 12 toneladas por hectárea, entonces es necesario elevar su producción y productividad utilizando nuevas tecnologías en el cultivo de la papa, los brasinoesteroides son prácticamente desconocido por os agricultores y su uso más la aplicación de abonos orgánicos mejoraría los niveles de ingresos económicos., es la razón fundamental del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE

RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
INTRODUCCIÓN	vi
ÍNDICE.....	viii
I. MARCO TEÓRICO	1
II. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	9
III. RESULTADOS	13
IV. DISCUSIÓN.....	18
V. CONCLUSIONES	20
VI. RECOMENDACIONES	21
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22
VIII. ANEXOS	23

I. MARCO TEÓRICO

1.1. Origen

VASQUEZ (2 003), menciona que la papa tiene su centro de origen en la zona limítrofe entre Perú y Bolivia (Cuzco – Lago Titicaca).

La papa (*Solanumtuberosum* L), es una planta cultivada que proviene de los altiplanos de América del Sur. El centro más antiguo de cultivo de la papa fue probablemente el Altiplano del sur y Bolivia Occidental. Aunque el cultivo de la papa parece haber sido un fenómeno exclusivamente andino, el consumo de papas silvestres ha estado más estudiado, llegando al Sur Oeste de los Estados Unidos. Horna (2007).

1.2. Clasificación taxonómica

Vidal (2 000), clasifica a la papa de la siguiente manera:

- Reino : Vegetal
- División : Angiospermas
- Clase : Dicotiledóneas
- Sub-clase : Simpétalas
- Sección : Petota
- Sub sección : Basartrum
- Familia : Solanaceas
- Género : Solanum
- Especie : Tuberosum
- Nombre científico : *Solanum tuberosum*

1.3. Descripción del cultivo

VASQUEZ (2 000), explica la descripción botánica de la papa de la siguiente manera:

A. Raíz

La raíz es axonomorfa, es decir el eje es preponderante, ramificada de manera racimosa, con los ejes secundarios poco desarrollados. Cuando se siembra un tubérculo, la planta se

llama clon; no tiene raíz principal ni cotiledones. Las raíces adventicias nacen primero de la base de cada brote y después sobre los nudos de la parte subterránea de cada tallo se forma los estolones.

B. Tallo

Tienen un solo tallo principal cuando se siembre por semilla botánica, pero tienen varios tallos cuando crecen de un tubérculo. Los tallos aéreos, son de color verde, contienen un alcaloide tóxico llamada solanina, mientras que los tallos subterráneos o estolones son cortos.

C. Estolones

A los tallos subterráneos que desarrollan a partir de las yemas de la parte subterránea de los tallos principales y secundarios se les llama estolones, siendo su longitud y dirección de acuerdo a la variedad, siendo por ejemplo estolones en la variedad Huarena y Yungay y coros en la variedad Revolución.

D. Tubérculos

Los tubérculos son usualmente formados del estolón basal bajo condiciones irregulares. Los tubérculos son tallos modificados y son los que constituyen los principales órganos de almacenamiento de la planta de la papa.

E. Hojas

Las hojas son compuestas, imparipinada, pecioladas y están formadas por folíolos terminales, raquis central y un número considerable de parejas de folíolos grandes, laterales y pedunculadas.

F. Inflorescencia

La inflorescencia típica de la papa es una cima terminal, el pedúnculo se divide en dos ramas y estas a su vez se dividen en otros dos, dando el aspecto de una inflorescencia cimosa simple o compuesta.

Las flores son hermafroditas, tetra cíclicas, pentámeras y completas, el androceo está formado por cinco estambres que alternan con los pétalos y el gineceo consiste en un pistilo simple

G. Fruto

El fruto de la papa es una baya de forma más o menos redondeada, de color verde a verde amarillento.

1.4. Fenología del cultivo de la papa

SANCHEZ (2 003), manifiesta que el cultivo de la papa tiene la siguiente fenología:

A. Dormancia

Es el periodo que transcurre entre la cosecha y la brotación, por el tubérculo semilla esto dura 2 – 3 meses y para la semilla sexual 4 a 6 meses

B. Premergente

Dura de 10 a 30 días. Las temperaturas bajas del suelo y un nivel de humedad inadecuado, pueden extender la duración de este periodo

C. Crecimiento inicial

Dura de 2 a 3 semanas después de la emergencia. Los días largos y cálidos, junto con una alta fertilización nitrogenada, extienden este periodo de crecimiento.

D. Crecimiento lineal

Comienza de 2 – 3 semanas después del crecimiento vegetativo y dura aproximadamente 2 a 4 semanas.

E. Pleno crecimiento

Este lapso se extiende desde la tuberización hasta que cae el 50% de la cobertura foliar.

F. Madurez

Es el periodo que comprende después de la floración hasta la cosecha

1.5. Tecnología de producción

Egùsquiza (2011), explica la tecnología de producción del cultivo de la papa de la siguiente manera:

A. Siembra

En la fecha de siembra el terreno debe estar en condiciones óptimas al igual que las semillas; de la misma manera, en la siembra se debe tener disponibles al personal, los equipos, herramientas y los insumos agrícolas necesarios (abonos, fertilizantes, etc.).

Además de la semilla, en la siembra se incorpora al suelo los abonos y fertilizantes y, si fuera necesario, plaguicidas para reducir daños de plagas que pudieran presentarse en la zona.

B. Trazado de los surcos

Los surcos deben trazarse en curvas de nivel para evitar la erosión y, sobre todo para favorecer la retención de la humedad. Es deseable que la profundidad de los surcos de siembra sea la mayor posible de acuerdo con las herramientas disponibles y la textura del suelo.

C. Colocación de la semilla

Las semillas deben colocarse en el surco de siembra con cuidado y con los brotes hacia arriba. Los distanciamientos de siembra entre surcos y entre semillas varían según las condiciones pero, mayormente, los surcos se trazan de 100 cm (un metro) y las semillas se distancian 30 cm. Las condiciones que determinan los distanciamientos de siembra son:

- . Si las semillas son viejas los distanciamientos serán más cortas.
- Si las semillas son grandes las distancias serán mayores.
- Si la variedad es de plantas altas, los distanciamientos serán mayores.
- Si el suelo es pesado (arcilloso) los distanciamientos serán mayores.
- Si el suelo es fértil, los distanciamientos serán mayores.
- Si la zona es muy lluviosa los distanciamientos serán mayores.
- Si la siembra es para producción de semilla, los distanciamientos serán **menores**.

D. Tapado de la semilla

La cantidad de tierra con la que se tapa la semilla determina la profundidad de siembra. Tomar en cuenta que la profundidad varía en los siguientes casos: Si la semilla esta envejecida, la profundidad debe ser menor. Si la semilla es pequeña, la profundidad debe ser menor. Si se siembra en época de mucha lluvia, la profundidad debe ser menor. Si el suelo es suelto (arenoso) la profundidad debe ser mayor. Si se siembra en seco por ausencia de lluvia, la profundidad debe ser mayor

E. Abonamiento

La aplicación de abonos (fuentes orgánicas) y fertilizantes (fuentes inorgánicas) al suelo tiene por objeto proporcionar los nutrientes que requieren las plantas para su correcto crecimiento y producción. De otra manera, la aplicación de abonos y fertilizantes se realiza para restituir al suelo lo que extrae la cosecha de papa.

f. Aporque

Es el traslado de tierra al cuello de las plantas de papa. En muchos lugares de la sierra se denomina segundo cultivo. El aporque eleva la altura de los camellones, profundiza el surco de riego y aísla las raíces, estolones y tubérculos de las plagas que proceden del exterior. Se realiza cuando las plantas alcanzan entre 25 y 30 cm de altura. La oportunidad del aporque es muy dependiente de las condiciones de lluvia (muchas veces debe aprovecharse un periodo de “escampe” en el que hay ausencia de lluvia y el suelo se encuentra con humedad apropiada).

1.6. Los Brasinoesteroides

Los brasinoesteroides son compuestos de estructura esférica que se caracterizan por producir la estimulación del crecimiento vegetal, el aumento de rendimiento, la producción de biomasa en diferentes cultivos y el aceleramiento de la maduración de la cosecha, además de aumentar la resistencia de las plantas a plagas y a diferentes factores de estrés como salinidad, sequía, bajas y altas temperaturas, agentes químicos agresivos como plaguicidas y herbicidas. (Núñez y Mazorra 2001).

Los brasinoesteroides (Br) son hormonas esteroidales de las plantas, que son esenciales para el normal crecimiento y desarrollo de las plantas; el componente activo de estas sustancias se le denominó brasinólido y fue aislado por primera vez del polen de nabo (*Brassica napus* L.). Hace más de dos décadas que se investiga sobre el Br, que revelan su importancia en un amplio grupo de procesos fisiológicos. Como consecuencia, se reconocen en la actualidad por diferentes autores, a los Br como una clase importante de reguladores de crecimiento de las plantas, junto a las hormonas clásicas, como las auxinas, las giberelinas, las citoquininas, el ácido abscísico y el etileno (Clouse, 2002; Davies, 2005).

1.7. Efectos fisiológicos y modo de acción

El principal efecto biológico ampliamente estudiado, ejercido por los brasinoesteroides en la planta, es su capacidad para estimular el crecimiento en una gran variedad de sistemas de estudio; planta completa, segmentos de diferentes órganos y tejidos vegetativos (explantes). La investigación sobre el efecto fisiológico de la acción de brasinoesteroides en plantas inició con el esclarecimiento estructural de la brasinólida (Worley y Mitchell 1970).

La respuesta de la planta a los brasinoesteroides incluye efectos sobre los sistemas de señalización para la defensa contra insectos y hongos, en la elongación celular y del tallo, la

división celular, el desarrollo vascular y reproductivo, la polarización de las membranas y el bombeo de protones, las relaciones fuente/sitio de consumo y la modulación de estrés. También se ha reportado su influencia en el gravitropismo y en el retraso de la abscisión de hojas y frutos (Clouse, 1996).

En varios sistemas, los brasinoesteroides interactúan en forma sinérgica con las auxinas y se ha reportado que los brasinoesteroides pueden funcionar como auxinas en un momento y como giberelinas o citocininas en otro (Mandava 1988). La elongación celular estimulada por la aplicación de brasinoesteroides se ha determinado que se debe a un efecto sinérgico o aditivo a la originada por auxinas y giberelinas (Tominaga *et al.* 1994).

La utilización de compuestos brasinoesteroides, naturales o análogos químicos, ha logrado aceptación en la agricultura, por sus propiedades antiestrés y su efecto intensificador del crecimiento, desarrollo y fructificación a partir de dosis muy reducidas. Esto los hace compatibles con las tendencias actuales orientadas hacia formas sostenibles y ecológicas de intensificación de la producción (Salgado *et al.*, 2008).

1.8. Análogos de brasinoesteroides

Debido a la baja concentración de brasinoesteroides en plantas, se realizan estudios encaminados al esclarecimiento del mecanismo de acción de estos compuestos, lo que ha llevado a la síntesis de análogos de brasinoesteroides no presentes en la naturaleza, que han producido efectos cualitativamente similares al de los compuestos naturales. Estos análogos en general se caracterizan por reproducir sólo determinadas agrupaciones estructurales presentes en los brasinoesteroides naturales, ya que se conoce que tienen una marcada incidencia en la actividad biológica (Yokota 1997).

Las variaciones estructurales más importantes para mantener su actividad como promotores de crecimiento vegetal son: (1) En la cadena lateral es esencial una configuración *cis* de dos sustituyentes que contienen oxígeno, usualmente grupos hidroxilos, los compuestos con la configuración 22R,23R usualmente muestran una actividad mayor; (2) La presencia de un grupo alquilo en el C-24 es importante, el orden generalmente observado de la actividad es CH₃ > C₂H₅ > H; (3) En la parte cíclica de la molécula, una función 7-oxalactona o una función 6-ceto en el anillo B es necesaria, las lactonas son usualmente más activas; (4) La

mayor actividad es observada cuando existe una orientación α de dos grupos hidroxilos que están presentes en el C-3 y C-4 del anillo A; y (5) La unión *trans* de anillos A-B es más común en compuestos activos (Mandava 1988).

1.9. Aplicación de brasinoesteroides en la agricultura

Experimentos para investigar el uso potencial de brasinoesteroides en la agricultura comenzaron los años 70's en los Estados Unidos y al inicio de los años 80's, del siglo pasado, en otros países, principalmente en Japón y en los países de la ex Unión Soviética (URSS), confirmando su utilidad como químicos agrícolas. Desde entonces, numerosos reportes de todo el mundo han aparecido y muchos descubrimientos para el uso de prácticas potenciales se han patentado. En Belorusia y en Rusia la producción de epibrasinólida se ha registrado oficialmente desde 1992 y recomendado para el tratamiento de diferentes cultivos agrícolas importantes tales como jitomate, papa, pepino, pimiento y cebada. Otros brasinoesteroides han sido producidos y utilizados con óptimos resultados en cereales, leguminosas y papa. (Khripachet *al.* 2000)

El cultivo del arroz ha sido beneficiado por el uso de estos compuestos, principalmente en Japón y China, ya que con la aplicación de brasinoesteroides por aspersión foliar o por riego, se ha obtenido un aumento en la producción del cultivo del 10 al 15% (Khripachet *al.* 2000).

También se consiguió una aceleración en la maduración de las plantas de arroz tratadas con brasinoesteroides, se observó un efecto pronunciado para plantas cultivadas en condiciones de frío, algunos brasinoesteroides aplicados de manera foliar en la etapa de floración disminuyen el estrés al frío y a condiciones salinas en el crecimiento de las plantas (Takematsu y Takeuchi 1989).

Una importante característica de los brasinoesteroides es su capacidad para incrementar no solo la producción, sino también la calidad de las cosechas. En plantas de papa (*Solanum h*), la aplicación de 0.1-0.2 mg·l⁻¹ de brasinoesteroides obtuvo un incremento del 20% en la productividad, una mejor calidad de cosecha con respecto al contenido en la disminución de nitrato y un aumento del contenido de almidón y vitamina C. Asimismo, el tratamiento de plantas de papa con brasinoesteroides disminuyó los niveles en la infección de *Phytophthora*

infestans, observando que las plantas tratadas con estos compuestos mediante aspersión foliar, en el periodo de la brotación fueron más resistentes a la enfermedad (Khripach 1997).

En algunos casos, el efecto protector de estos compuestos fue inclusive mayor que las plantas tratadas con fungicidas estándares. Una simple dosis de 0.2 mg·l⁻¹ de homobrasinólida sobre papa fue comparable al efecto producido por un doble tratamiento con un fungicida tradicional (Prusakova y Chizhova 1999).

II. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

1. Diseño de investigación

Es del tipo experimental.

2. Población y muestra

La población está basada en la cantidad de plantas presentes en el estudio, haciendo un total de 540 plantas. La muestra está constituido por 04 plantas de papa, las mismas que serán evaluadas en cada tratamiento

3. Métodos de investigación

Se utilizó el método experimental (DBCA).

3.1. Ubicación

Lugar : Centro Experimental Tinyacu.

Distrito : Yanahuanca.

Provincia : Daniel Carrión

Región : Pasco.

Altitud : 3 200 msnm.

3.2. Registro de Datos

Se evaluaron las siguientes variables:

Porcentaje de brotamiento

Altura de planta

Número de tubérculos por planta

Diámetro del tubérculo

Peso de tubérculos por planta

Rendimiento

3.3. Factores en estudio

Factor A: Biofertilizantes foliares

- Tomasa Cndemayta
- Amarilis
- Tumbay

Factor B: Dosis de Brasinoesteroides (Biozyme)

- 75 cc/15 litros de agua
- 125 cc/15 litros de agua

3.4. Combinaciones, claves y tratamientos de estudio

Las combinaciones, claves y tratamientos de estudio se indican en la Tabla 1.

Tabla 1 Combinaciones, claves y tratamientos de estudio

Número	Combinaciones	Clave	Tratamiento
1	A1B1	1-1	1
2	A1B2	1-2	2
3	A2B1	2-1	3
4	A2B2	2-2	4
5	A3B1	3-1	5
6	A3B2	2-2	6

3.5. Labores realizadas

A. Tecnología de producción

Preparación de terreno

La preparación de terreno se inició con un riego pesado para favorecer la germinación de las malezas, una vez que el terreno se encuentra a punto se procedió a realizar la roturación del terreno, para esta labor se utilizó las herramientas de la zona, esta labor se realizará en el mes de mayo – junio del 2018.

Hay que tener en cuenta que el trabajo de nivelación se realizó con sumo cuidado para evitar zonas de encharcamiento en el terreno y tener problemas de germinación.

En lo posible es conveniente nivelar los campos para lograr uniformidad en el desarrollo y crecimiento de las plantas

Siembra

1. Siembra directa

La siembra directa se llevó a cabo una vez que se ha trazado los surcos, la siembra se llevó a cabo colocando la semilla dentro de los surcos, la distancia entre surcos fue de 1.00 metros y las distancias entre plantas fue de 0.30 metros. La semilla se colocó en el fondo del surco, luego se procedió a colocar los abonos orgánicos (Estiércol descompuesto) entre golpes, finalmente se tapó las semillas con tierra evitando en lo posible no cubrir demasiado para tener problemas de germinación.

2. Distanciamiento de siembra

- Entre plantas : 0.30 m
- Entre surcos : 1.00 m

3. Abonamiento

El abonamiento se realizó de acuerdo a los datos que se obtuvo de los resultados de los análisis de suelos. Para el presente trabajo de investigación se utilizó los abonos orgánicos como el estiércol descompuesto.

4. Aplicación de los brasinoesteroides.

Los brasinoesteroides se aplicó entres momentos; el primero al inicio de la floración, luego los dos restantes cada 15 días.

5. Labores culturales

1. Deshierbo

Cuando la planta tenía una altura de 20 - 25 cm, se procedió a realizar el deshierbo para evitar la competencia de la planta con las malezas y no se vea afectado la producción. Esta labor se realizó en el mes de julio del 2018.

2. Riegos

De acuerdo a las condiciones del medio ambiente, se realizaron los riegos, teniendo en cuenta que el presente trabajo de investigación se llevó a cabo en condiciones de verano en la sierra de nuestra Patria.

3. Control fitosanitario

El control de las plagas y enfermedades dentro del campo experimental fue controlado con insecticidas y fungicidas orgánicos previamente preparados.

6. Cosecha

Se realizó cuando las plantas hayan completado su madurez fisiológica, esta labor se realizó en el mes de noviembre del 2018.

III. RESULTADOS

3.1. Número de tubérculos por planta

El presente cuadro de Análisis de variancia para número de tubérculos por planta en el cultivo de papa, muestra que no existe diferencia significativa entre tratamientos, bloques Factor A, Factor B y la interacción A*B al nivel del 5 y 1% de probabilidades.

Tabla 2 Análisis de Variancia para número de tubérculos por planta

Fuente de variación	GL	SC	CM	FC	FT	0,05	0,01
Bloques	2	63.02	31.6	1.17 NS	4.10	7.56	
Tratamientos	5	43.77	8.75	0.32 NS	3.33	5.64	
A	2	28.77	14.39	0.53 NS	4.10	7.56	
B	1	7.59	7.59	0.28 NS	4.96	10.04	
Interacción A*B	2	7.41	3.71	0.14 NS	4.10	7.56	
Error	10	269.81	26.98				
Total	17						

C.V. = 8%

3.2. Diámetro de tubérculos (cm)

La Tabla 3, de cuadro de Análisis de variancia para número de tubérculos por planta en el cultivo de papa se observa que no existe diferencia significativa entre bloques, pero si muestra una diferencia altamente significativa entre tratamientos, factor A y la interacción AB, mientras que el factor B muestra diferencia estadística.

Fuente de variación	GL	SC	CM	FC	FT	0,05	0,01
Bloques	2	0.27	0.14	0.88 NS	4.10	7.56	
Tratamientos	5	13,96	2.79	17.43 * *	3.33	5.64	
A	2	4.92	2.46	15.38 **	4.10	7.56	
B	1	1.60	1.60	10.00 *	4.96	10.04	
Interacción A*B	2	7.44	3.72	23.23 * *	4.10	7.56	
Error	10	1.55	0.16				
Total	17						

El presente cuadro de Duncan para diámetro de tubérculos en el cultivo de la papa nos indica que el T4 (Variedad Andina; 125 cc/15 lt de agua), muestra diferencia significativa con el resto de los tratamientos, alcanzando un promedio de 6.81 centímetros en cuanto a diámetro de los tubérculos, superando al resto de las entradas.

También se aprecia que los tratamientos que ocupan el segundo y tercer lugar no muestran diferencia entre sus promedios al nivel de 5 y 1% de probabilidades.

Tabla 4 Duncan para Diámetro de tubérculos (cm)

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio	Nivel de significación			
			0,05		0,01	
1	T 4	6.81				
2	T 1	5.73	A		A	
3	T 2	5.48	A		A	B
4	T 5	4.68		B		B C
5	T 3	4.39		B		C
6	T 6	4.31		B		C

3.3. Peso de tubérculos por planta (kg)

El presente cuadro de Análisis de variancia para peso de tubérculos por planta en el cultivo de la papa nos muestra que no hay diferencia significativa entre bloques, pero si existe diferencia significativa entre el Factor B y la interacción AB, de igual forma hay una diferencia altamente significativa entre tratamientos y el factor B, siendo el Coeficiente de Variabilidad de 15%.

Tabla 5 Peso de tubérculos por planta (kg)

Fuente de variación	GL	SC	CM	FC	FT	0,05	0,01
Bloques	2	0.03	0.02	0.56 NS	4.10	7.56	
Tratamientos	5	7.35	1.47	40.33 * *	3.33	5.64	
A	2	6.78	3.39	94.17* *	4.10	7.56	
B	1	0.20	0.20	5.56 *	4.96	10.04	
Interacción A*B	2	0.37	0.19	5.27 *	4.10	7.56	
Error	10	0.36	0.036				
Total	17						

C.V. = 15%

El presente cuadro de Duncan para peso de tubérculos por planta (k), se aprecia que los tratamientos que ocupan los dos primeros lugares según el orden de mérito no muestran diferencia significativa entre sus promedios, siendo similares sus promedios, habiendo alcanzado el primero lugar el T2 (Variedad Tomasa Tito Condemayta; 125 cc/10 l de agua) con un promedio de 2.00 kilos de papa por planta.

Tabla 6 Duncan para peso de tubérculos por planta (kg)

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio k	Nivel de significación		
			0,05		0,01
1	T2	2.00	A		A
2	T4	1.82	A	B	A
3	T1	1.78		B	A
4	T3	1.25			
5	T5	0.52		C	B
6	T6	0.38		C	B

3.4. Peso de tubérculos por tratamiento (kg)

El presente cuadro de Análisis de variancia para peso de tubérculos en el cultivo de papa por tratamiento nos muestra que no hay diferencia significativa entre bloques, pero si existe diferencia significativa entre el Factor B y la interacción AB, de igual forma hay una diferencia altamente significativa entre tratamientos y el factor B

Tabla 7 Análisis de Variancia para Peso de tubérculos por tratamiento (kg)

Fuente de variación	GL	SC	CM	FC	FT	
					0,05	0,01
Bloques	2	22.42	11.21	0.35 NS	4.10	7.56
Tratamientos	5	6,613.00	1,323.00	41.53 **	3.33	5.64
A	2	6,094.00	3,047.00	95.64 **	4.10	7.56
B	1	182.61	182.61	5.73 *	4.96	10.04
Interacción A*B	2	336.39	168.20	5.28 *	4.10	7.56
Error	10	318.58	31.86			
Total	17					

C.V. = 15%

El presente cuadro de Duncan para peso de tubérculos por tratamiento (k), se aprecia que los tratamientos que ocupan los tres primeros lugares según el orden de mérito no muestran diferencia significativa entre sus promedios, siendo similares sus promedios, habiendo alcanzado el primero lugar el T2 (Variedad Tomasa Tito Condemayta; 125 cc/10 l de agua) con un promedio de 59.80 kilogramos por tratamiento, superando al resto de los tratamientos en estudio

Cuadro 8 Duncan para peso de tubérculos por tratamiento (kg)

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio k	Nivel de significación	
			0,05	0,01
1	T2	59.80	A	A
2	T4	54.50	A	A
3	T1	53.50	A	A
4	T3	37.50		
5	T5	15.50	B	B
6	T6	11.30	CB	B

3.5. Rendimiento en toneladas por hectárea (t/ha)

El presente cuadro de Análisis de variancia para rendimiento en toneladas por hectárea del cultivo de la papa nos muestra que no hay diferencia significativa entre bloques, pero si existe diferencia significativa entre el Factor B y la interacción AB, de igual forma hay una diferencia altamente significativa entre tratamientos y el factor B

Tabla 9 Análisis de variancia para rendimiento en toneladas por hectárea (t/ha)

Fuente de variación	GL	SC	CM	FC	FT	
					0,05	0,01
Bloques	2	26.81	13.41	0.27 NS	4.10	7.56
Tratamientos	5	8,163.00	1632.60	33.04 **	3.33	5.64
A	2	7,523.00	3,761.50	76.11**	4.10	7.56
B	1	225.00	225.00	4.55 *	4.96	10.04
Interacción A*B	2	415.00	207.50	4.20 *	4.10	7.56
Error	10	494.19	49.42			
Total	17					

C.V. = 16 %

El presente cuadro de Duncan para peso rendimiento de tubérculos por hectárea del cultivo de la papa, se aprecia que los tratamientos que ocupan los tres primeros lugares según el orden de mérito no muestran diferencia significativa entre sus promedios, siendo similares sus promedios, habiendo alcanzado el primero lugar el T2 (Variedad Tomasa Tito Condemayta; 125 cc/10 l de agua) con un promedio de 66.47 toneladas por hectárea, mientras que el T6 (Variedad Tumbay; 125 cc/10 l de agua), alcanzó el menor promedio de 12,57 toneladas por hectárea de papa

Tabla 10 Duncan para rendimiento en toneladas por hectárea (t/ha)

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio (t/ha)	Nivel de significación			
			0,05		0,01	
1	T2	66.47	A		A	
2	T4	60.43	A	B	A	B
3	T1	59.47	A	B	A	B
4	T3	41.67		B		B
5	T5	17.23			C	C
6	T6	12.57			C	C

IV. DISCUSIÓN

Después de haber llegado a los resultados, se llega a las siguientes discusiones de acuerdo a los datos existentes en el presente trabajo.

1. Número de tubérculos por planta

El número de tubérculos está determinado por la fertilidad actual de los suelos agrícolas, contenido de elementos mayores y menores, el manejo del cultivo como los riegos, manejo de malezas entre otros, de igual forma el número de tubérculos depende de la variedad a utilizarse.

En el presente trabajo de investigación el mayor número de tubérculos por planta lo obtuvo el T1 (Variedad Tomasa Tito Condemayta bajo una aplicación de 75 cc/10 litros de agua), obteniendo un promedio de 16.83 tubérculos por planta superando al resto de los tratamientos, mientras que el T6 (Tumbay; 125 cc/10 l de agua), obtuvo el menor rendimiento de tubérculos por planta con un promedio de 12.50, aquí se puede apreciar que la Variedad Toasa Condemayta responde positivamente a la aplicación de Brasinoesteroides.

2. Diámetro de tubérculos

Esta variable es una característica varietal y depende de la interacción genotipo-medio ambiente, otros factores que influenciaron son: temperatura, humedad, vientos, evapotranspiración, sanidad, nutrición de las plantas, características físicas y químicas,

Concerniente al diámetro de tubérculos el T4 (Variedad andina; 125 cc/10 l de agua), reporta el mayor promedio con 6.81 cm, apreciándose que responde muy bien a la aplicación de brasinoesteroides.

3. Peso de tubérculos por planta

Esta variable es una característica varietal y depende de la interacción genotipo-medio ambiente, otros factores que influenciaron son: temperatura, humedad, vientos, evapotranspiración, sanidad, nutrición de las plantas, características físicas y químicas,

En el presente trabajo de investigación realizado en el centro Experimental de Tinyacu a una altura de 3,300 msnm, se obtuvo un promedio de 2 kilogramos por planta con el T 2(Variedad Tomasa Condemayta con la aplicación de 125 c.c. de brasinoesteroides por 10 litros de agua).

4. Rendimiento en toneladas por hectárea

El rendimiento en toneladas por hectárea en el cultivo de papa con la aplicación de diferentes dosis de brasinoesteroide una característica varietal y depende de la interacción genotipo-ambiente, otros factores que influenciaron es la calidad del suelo, estructura y textura, la humedad, así como el buen manejo de plagas y enfermedades,

Referente a rendimiento en toneladas por hectárea en el cultivo de papa en el presente trabajo de investigación se encontró que el T2 ((Variedad Tomasa Condemayta con la aplicación de 125 c.c. de brasinoesteroides por 10 litros de agua), obtuvo el mayor promedio con 66.42 toneladas por hectárea, se puede apreciar que la aplicación de brasinoesteroides más un cuidado adecuado y buenas prácticas agrícolas de la papa, incrementa su producción mejorando el nivel de ingreso económico del poblador rural.

V. CONCLUSIONES

1. La respuesta de los tratamientos en el cultivo de tres variedades de papa fueron significativas especialmente en lo que concierne al rendimiento por hectárea en toneladas por hectárea.
2. El rendimiento promedio del cultivo de papa, fueron similares en los tratamientos T3, T4 y T1, de ello el T2 (Variedad Tomasa Condemayta con la aplicación de 125 c.c. de brasinoesteroides por 10 litros de agua) alcanzó el mayor promedio con 66.47 toneladas de papa por hectarea.
3. El rendimiento promedio más alto como efecto principal de variedades de papa lo obtuvo la variedad Tomasa Tito Condemayta con 62.97 toneladas de papa por hectárea.
4. El rendimiento promedio más alto como efecto principal de la dosis de aplicación de brasinoesteroide lo obtuvo la aplicación 125 cc por 10 litros de agua con un promedio de 46.52 toneladas de papa por hectárea.

VI. RECOMENDACIONES

Teniendo en consideración los resultados obtenidos, se recomienda:

1. La papa es un cultivo que se adapta a la zona agroecológica de nuestro medio, en tal sentido se recomienda su cultivo para mejorar la diversidad y eficiencia de los sistemas de producciones locales.
2. Se recomienda en el distrito de Yanahuanca la siembra de papa variedad Tomasa Tito Condemayta con aplicación de Biozyme a razón de 125 cc/10 litros de agua, por la obtención de altos rendimientos que va en un promedio de 66.47 toneladas de papa por hectárea.
3. Realizar otros trabajos de investigación debido a la gran diversidad de microclimas en nuestro medio, evaluando la aplicación del biozyme a otras dosis y en otras localidades en nuestra Provincia de Daniel Carrión.
4. Realizar un análisis nutricional proximal para determinar presencia de ácidos grasos esenciales.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Clouse, S. D. (1996).** Molecular genetic studies confirm the role of brassinosteroids in plant growth and development.
- Egusquiza, R. Catalán, W. (2011).** Manejo Integrado de papa. Jornada de Capacitación. Universidad nacional Agraria la Molina. Agro Banco. Huanquite. Cuzco. Perú.
- Khokhlova, V. A, Bokebayeva G. A., Adam G. Y. y O. N. Kulaeva (1990).** Comparative study of antistress effect of brassinosteroid and its inactive analogue on barley leave in
- Khripach, V. A., Zhabinskii V. N. y A. de Groot (2000).** Twenty years of brassinosteroids: Steroidal plant hormones warrant better crops for the XXI Century. *Annals of Botany*
- Mandava, N. B. (1988).** Plant growth-promoting brassinosteroids. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*
- Núñez, M. (1999).** Aplicaciones prácticas de los brasinoesteroides y sus análogos en la agricultura. *Cultivos Tropicales,*
- Prusakova, L. D. y S. I. Chizhova (1999).** The roll of brassinosteroids in growth, tolerance and productivity of plants. *Agrokhimiya*
- Takematsu, T. y Y. Takeuchi (1989).** Effects of brassinosteroids on growth and yields of crops. *Proc. Jpn. Acad., ser. B* 65:149-152.
- Sánchez, R. (2003).** Cultivo y Comercialización de la papa. Editorial Ripachi. Lima. Perú.
- Tominaga, R., Sakurai N. y S. Kuraishi (1994).** Brassinolide-induced elongation of inner tissues of segments of squash (*Cucurbita maxima* Duch.) hypocotyls. *Plant cell Physiol.*
- Vásquez, A. (2000).** Mejoramiento Genético de la papa. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca.
- Worley, J. F. y J. W. Mitchell (1970).** Growth responses induced by brassins (fatty plant hormones) in bean plants. *J. Am. Hortic. Soc.*
- Yokota, T. (1997).** The structure, biosynthesis and function of brassinosteroids. *Trends Plant Sci.* 2:137-143 salinity. *Int. Workshop, Brassinosteroids: Chemistry, bioactivity, application,* Halle.

VIII. ANEXOS



Fig 1 Cosecha de papa



Fig 2 Alumnos en plena cosecha de papa



Fig 3 Cosecha de la variedad Amarilis



Fig 4 Cosecha de la variedad Unica



Fig 5 Cosecha de la variedad Tumbay



Fig 6 Evaluación de peso de tubérculo por planta



Fig 7 Evaluación de número de tubérculos



Fig 8 Clasificación de tubérculos



Fig 9 Evaluación de diámetro de tubérculo



Fig 10 Peso de tubérculo por planta



Fig 11 Evaluación de peso de tubérculo



Fig 12 Docente evaluando la papa



Fig 13 Alumnos en plena evaluación durante la cosecha de la papa