

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN HUÁNUCO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**EFFECTO DEL BIOL EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA
(*Solanum tuberosum*) VARIEDAD CANCHAN EN CONDICIONES
AGROECOLOGICAS DE YANUNA-PANAO- 2019.**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

TESISTA

ZUÑIGA VILLANUEVA, FREDDY

ASESORA

M.Sc. VALVERDE RODRIGUEZ, AGUSTINA

HUÁNUCO – PERÚ

2020

DEDICATORIA

Mi proyecto de Investigación primero se lo dedico a Dios por ser el guía constante de mi vida y haberme dado la oportunidad de alcanzar un logro muy importante para salir adelante en esta etapa de mi vida.

A mis padres Juan Zuñiga Bravo y Hilaria Villanueva Carrión quienes con su esfuerzo, amor y sacrificio guío cada paso de mi vida, quienes mediante su ejemplo, constancia y valores inculcados he podido culminar mi carrera profesional.

También dedico a mis hermanos Wilmer Zuñiga Villanueva, Norma Zuñiga y quienes, con su apoyo incondicional y cariño, fue sumamente importante para mí, estuvieron a mi lado inclusive en los momentos y situaciones más tormentosas, siempre ayudándome. No fue sencillo terminar con este trabajo, sin embargo, siempre mis motivadores, me decías que lo lograría perfectamente.

A todas esas personas que de una u otra manera aportaron para poder culminar con esta meta.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por guiarme y permitirme sonreír ante todos mis logros y llevarme por el camino correcto de la vida, por estar presente no solo en esta etapa tan importante de mi vida, sino en todo momento ofreciéndome lo mejor y buscando lo mejor para mi persona.

Agradezco eternamente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan, especialmente a la Facultad de Ciencias Agrarias, por haberme permitido ser parte de la institución y por haber brindado el conocimiento y a cada uno de mis profesores por brindarme su experiencia, para poder desempeñarme en el campo profesional.

A mi asesora M. Sc. Agustina Valverde Rodríguez, por su cooperación generosa y acertada sugerencia que contribuyeron a alcanzar el éxito de esta tesis.

A los Ingenieros designados como miembros del jurado evaluador de este trabajo de investigación, por tener la disponibilidad de revisar y absolver cualquier interrogante o consulta en beneficio del desarrollo de la tesis.

A mis padres y hermanos que con sus consejos me ayudaron a salir adelante. Y por último agradezco a todos mis amigos y amigas que formaron parte de mi vida gracias por su apoyo.

EFECTO DEL BIOL EN EL RENDIMIENTO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD CANCHAN EN CONDICIONES AGROECOLOGICAS DE YANUNA-PANAO- 2019.

RESUMEN

El biol es un biofertilizante de alto contenido nutricional, obtenido por un proceso de fermentación anaeróbica de restos orgánicos de animales y vegetales realizado en un biodigestor, que promueve el crecimiento en la zona trifogénica de las plantas. La investigación planteó el objetivo de evaluar el efecto del biol en el rendimiento del cultivo de papa variedad canchan. Se instaló bajo el Diseño BCA con cuatro tratamientos y cuatro bloques. Los tratamientos en estudio fueron las dosis de biol: T1: 5%, T2: 10%, T3: 15% y T4: testigo (0%). Las variables evaluadas fueron altura de planta (40, 60 y 80 días), número y peso de tubérculos. El estudio reporta los siguientes resultados: El efecto del biol en la altura de planta a los 60 y 80 días después de la siembra, reporta que el tratamiento T2 y T3 obtuvieron los promedios más altos. En el número de tubérculos, los resultados por planta destacan el efecto del tratamiento T2 y T3 en el número total de tubérculos, el tratamiento T4 sobresale con 7,94; por producir un mayor número de tubérculos de tercera. En el número de tubérculos por ANE, el tratamiento T3 se impone en tubérculos de primera (44,00) y el tratamiento T4 en tubérculos de segunda y total. El tratamiento T3 destacó con 19,00 kg lo que equivale a 29,687.50 kg/ha. Por lo tanto, se concluye que la dosis más adecuada para obtener una respuesta destacable en el cultivo de papa fue la dosis de 15% de biol.

Palabras clave: dosis, biol, biofertilizante, tubérculos

**EFFECT OF BIOL ON THE YIELD OF POTATO (*Solanum tuberosum*)
VARIEDAD CANCHAN IN AGROECOLOGICAL CONDITIONS OF
YANUNA-PANAO- 2019.**

ABSTRACT

The biol is a biofertilizer of high nutritional content, obtained by an anaerobic fermentation process of organic remains of animals and vegetables carried out in a biodigester, which promotes growth in the three-plant zone of plants. The research raised the objective of evaluating the effect of biol on the yield of the canchan variety potato crop. It was installed under the BCA Design with four treatments and four blocks. The treatments under study were the doses of biol: T1: 5%, T2: 10%, T3: 15% and T4: control (0%). The variables evaluated were plant height (40, 60 and 60 days), number and tuber weight. The study reports the following results: The effect of biol on plant height at 60 and 80 days after planting, reports that treatment T2 and T3 obtained the highest averages. In the number of tubers, the results per plant highlight the effect of treatment T2 and T3 on the total number of tubers, treatment T4 excels with 7.94; for producing a greater number of third tubers. In the number of tubers for ANE, the T3 treatment is imposed on first tubers (44.00) and the T4 treatment on second and total tubers. The T3 treatment stood out with 19.00 kg which is equivalent to 29.687.50 kg / ha. Therefore, it is concluded that the most appropriate dose to obtain a remarkable response in potato crop was the dose of 15% biol.

Keywords: dose, biol, biofertilizer, tubers

INDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT	iv
INDICE	v
INDICE DE TABLAS	viii
INDICE DE FIGURAS.....	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Fundamentación teórica	3
2.1.1. Biol.....	3
2.1.2. La papa	5
2.2. Antecedentes.....	7
2.3. Hipótesis.....	9
2.3.1. Hipótesis general	9
2.3.2. Hipótesis específicas.....	9
2.4. Variables y operacionalización de variables.....	9
III. MATERIALES Y METODOS.....	11
3.1. Lugar de ejecución	11
3.1.1. Características agroecológicas de la zona.	11
3.2. Tipo y nivel de investigación	12
3.3. Población, muestra y unidades de análisis	12
3.4. Tratamientos de estudio	13
3.5. Prueba de hipótesis	14
3.5.1. Diseño de la investigación.....	14

3.5.2. Datos registrados	17
3.6. Materiales y equipos	17
3.7. Conducción de la investigación.....	19
3.7.1. Análisis de suelo	19
3.7.2. Preparación del terreno	19
3.7.3. Marcado y alineamiento del área experimental	19
3.7.4. Tratamiento de la semilla	19
3.7.5. Siembra.....	20
3.7.6. Aplicación de biol	20
3.7.7. Riego.....	21
3.7.8. Deshierbo y aporque	21
3.7.9. Control fitosanitario	21
3.7.10. Cosecha.....	21
IV. RESULTADOS.....	22
4.1. Altura de planta	23
4.2. Número de tubérculos.....	24
4.2.1. Número de tubérculos por planta	24
4.2.2. Número total de tubérculos por planta.....	26
4.2.3. Número de tubérculos por área neta experimental (ANE)	28
4.2.4. Número total de tubérculos por ANE	31
4.3. Peso de tubérculos por ANE.....	32
4.3.1. Peso total de tubérculos por ANE.....	34
V. DISCUSIÓN	37
5.1. Altura de planta	37
5.2. Número de tubérculos	38
5.3. Peso de tubérculos	38
CONCLUSIONES	40

RECOMENDACIONES.....	41
LITERATURA CITADA	42
ANEXOS	47

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables	10
Tabla 2. Resultados e interpretación del análisis de suelo, Panao 2020	12
Tabla 3. Factor y tratamientos en estudio.....	13
Tabla 4. Esquema de Análisis de Varianza para el Diseño (DBCA)	14
Tabla 5. Categorías de tubérculos de papa	17
Tabla 6. Plan de aplicación foliar del biol según los tratamientos	20
Tabla 7. Cantidad de macronutriente de la aplicación de biol por tratamiento.	20
Tabla 8. ANVA al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error para altura de planta a los 40, 60 y 80 días después de la siembra (DDS)	23
Tabla 9. Prueba de Duncan al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error para altura de planta a los 60 y 80 DDS	24
Tabla 10. ANVA al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error para número de tubérculos por planta de primera, segunda y tercera	25
Tabla 11. Prueba de Duncan al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error para número de tubérculos por planta de primera y segunda	26
Tabla 12. ANVA al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error para número total de tubérculos por planta	27
Tabla 13. Prueba de Duncan al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error para número total de tubérculos por planta.....	27
Tabla 14. ANVA al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error para número de tubérculos por ANE de primera, segunda y tercera	29
Tabla 15. Prueba de Duncan al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error para número de tubérculos por ANE de primera.....	29
Tabla 16. Prueba de Duncan al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error para número de tubérculos por ANE de segunda	30
Tabla 17. Prueba de Duncan al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error para número de tubérculos por ANE de tercera.....	30
Tabla 18. ANVA al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error para número total de tubérculos por ANE.....	31

Tabla 19. Prueba de Duncan al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error para número total de tubérculos por ANE	31
Tabla 20. ANVA al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error para número de tubérculos por ANE de primera, segunda y tercera.....	33
Tabla 21. Prueba de Duncan al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error para peso de tubérculos de primera por ANE	33
Tabla 22. Prueba de Duncan al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error para peso de tubérculos de segunda por ANE	34
Tabla 23. ANVA al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error para peso total de tubérculos por ANE.....	35
Tabla 24. Prueba de Duncan al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error para peso total de tubérculos por ANE y hectárea.....	35

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Croquis del campo experimental y distribución de los tratamientos	16
Figura 2. Croquis de una unidad experimental.....	16
Figura 3. Promedios de los tratamientos en estudio para altura de planta a los 60 y 80 DDS	¡Error! Marcador no definido.
Figura 4. Promedios de los tratamientos en estudio para número de tubérculos por planta de primera, segunda y tercera ¡Error! Marcador no definido.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 5. Promedios de los tratamientos en estudio para número total de tubérculos por planta	¡Error! Marcador no definido.
Figura 6. Promedios de los tratamientos en estudio para número de tubérculos por ANE de primera, segunda y tercera ¡Error! Marcador no definido.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 7. Promedios de los tratamientos en estudio para número total de tubérculos por ANE.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 8. Promedios de los tratamientos en estudio para peso de tubérculos por ANE de primera y segunda.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 9. Promedios de los tratamientos en estudio para peso total de tubérculos por ANE.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 10. Promedios de los tratamientos en estudio para peso total de tubérculos por hectarea	¡Error! Marcador no definido.

I. INTRODUCCIÓN

La papa es el cuarto cultivo alimenticio más importante del mundo que se cultiva desde el nivel del mar hasta los 4 100 metros de altura, después del trigo, arroz y maíz. En 2017 la producción mundial ascendió a 392 millones de toneladas lo que equivale a un 1.8 % más que el 2016. Seis países producen cerca del 60 % de la producción mundial: china 22 %, Rusia 11 %, India 10 %, Ucrania y EE.UU. 6 % y Alemania el 4 %.

Perú es el país de origen siendo el principal productor en Latinoamérica con 21 % de producción, ocupando el puesto 14 a nivel mundial. En el 2017, 19 de las 25 regiones tuvieron como principal producto agrícola a la papa, que presenta una superficie sembrada de 325 mil hectáreas, la producción evidencio un crecimiento del 9% y representa el 25 % del PBI agropecuario. El 43,2% de la producción se concentra en las regiones de La Libertad, Huánuco, Cajamarca, Ayacucho y Arequipa.

La región de Huánuco es el segundo departamento productor de papa, debido a que registró millón 530 mil toneladas por campaña de producción destinada al consumo nacional y regional, no obstante, no tiene capacidad exportable por el abuso de agroquímicos. Las variedades que frecuentemente son sembradas son Amarilla, Canchán, Yungay, Negra Andina, Huayro, Huamantanga y Perricholi, estas variedades abastecen los mercados de Lima, Huánuco y la zona de Selva.

En 2017 la provincia de Pachitea genero aproximadamente 1 150 mil toneladas por campana de producción, con un rendimiento promedio de 24 toneladas por hectárea. La provincia es una de las zonas productoras de papa más importante del país. Pero sin embargo en los últimos tiempos por el uso indiscriminado de los pesticidas en el cultivo ocasionaron muchos problemas: los suelos se empobrecieron, ya no producen sin los fertilizantes, las plagas se volvieron resistentes debido al abuso de los insecticidas. Lo más preocupante es que están causando problemas en la salud humana.

La actividad continua de la agricultura explota de manera que el recurso suelo necesita de prácticas agronómicas de conservación que restablezca o mantenga la riqueza biológica, química y física; es por ello, que el desarrollo de la agricultura mundial se sujeta a las innovaciones biológicas, con el fin de mejorar la productividad agrícola sin el uso de insumos químicos, por tales razones es importante el incremento del rendimiento de los cultivos y la calidad de los productos cosechados

El biol es una sustancia orgánica usada en la agricultura como fertilizante foliar, el cual exhibe cualidades químicas aptas para el suelo; y por ser de origen orgánico protege el suelo, el agua, el aire y garantiza a las cosechas libre de residuos contaminantes; por otra parte, el biol posee capacidad estimulante natural que mejora el crecimiento y desarrollo de las plantas en forma natural y económica

Objetivo general

Evaluar el efecto del biol en el rendimiento del cultivo de papa (*solanum tuberosum*) variedad canchan en condiciones agroecológicas de Panao-Yanuna 2019.

Objetivos específicos

1. Determinar el efecto las dosis de biol en la altura de plantas de papa.
2. Estimar el efecto de las dosis de biol en el número de tubérculos de papa.
3. Determinar el efecto de las dosis de biol en el peso de tubérculos de papa.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentación teórica

2.1.1. Biol

Considerado como un fertilizante foliar orgánico muy rico en compuestos nutritivos que favorecen al crecimiento, desarrollo y producción de plantas; el cual es producto de la fermentación anaeróbica (sin la presencia de aire) de insumos orgánicos de origen animal y vegetal de la propia finca, por un periodo de dos y tres meses, con procedimientos sencillos de realizar y que no incurre en altos costos de elaboración (Morales, 2011).

La elaboración del biol consiste de múltiples maneras, sin embargo, es frecuente el uso de biodigestores para tal fin, del cual es posible obtener el biol como efluente por la descarga constante del biodigestor, que al ser aplicado a las plantas anuales o semiperennes propicia un crecimiento de la zona trofógena, debido al aumento de su área foliar efectiva (Medina, 1990).

La disponibilidad de nutrientes que el biol para las plantas es una ventaja sobre otras fuentes orgánicas, por ejemplo: el nitrógeno del estiércol, que no se encuentra asimilable por las plantas, a diferencia del biol, esta característica hace que tenga un rol de fundamental en como fuente nutricional, en la fertilización de los cultivos en un corto plazo (Bonten *et al.*, 2014).

Por otra parte, presentan compuestos hormonales en cantidades pequeñas, que propician actividades fisiológicas y el desarrollo de las plantas, que forjan una producción acentuada de biomasa verde, al estimular la rizogénesis, el crecimiento vegetativo y reproductivo, e impulsa el vigor y poder germinativo de las semillas (Varnero, 2011). Estos efectos son ocasionados por la intervención de precursores y represores hormonales como la tiamina (rizogénesis) y la metionina respectivamente (Medina, 1990).

2.1.1.1. Beneficios del biol

El uso de biol sobre las plantas, beneficia a la obtención de resistencia frente a plagas y enfermedades, por el balance nutricional de la planta, que se traduce en el aumento de la producción y la calidad de los productos considerablemente (Colque *et al.*, 2005; INIA, 2008; Piamonte, 2009).

Warnars y Oppenoorth (2014) indican que el biol, se puede emplear para el tratamiento hormonal de semillas, participa en la coloración de frutas y vegetales, en el forraje aumenta el contenido proteico y como suministro alimenticio de la flora microbiana del suelo, en especial de microorganismos de fijación de nitrógeno y solubilizantes de fosforo

2.1.1.2. Formas de aplicación y usos del biol

La aplicación de biol a las plantas se suelen efectuar por el suelo, en el follaje o en el agua de riego (Colque *et al.*, 2005; Gomero, 2005; INIA, 2008; Piamonte, 2009). Cuando se aplica al suelo, es con la finalidad de restituir su fertilidad (Piamonte y Flores 2000; Piamonte, 2009), que debido las altas pérdidas producidas de nitrógeno en la aplicación foliar antes, durante y después, debido a la volatilidad del amonio, es preferible aplicar al suelo, para disminuir las perdidas (Benzing, 2001). En una aplicación directa a las plantas, se efectúa alrededor del tallo o por el agua de riego, se sugiere a una dosis de 10 a 30% (Piamonte y Flores 2000, Piamonte 2009).

Por otro lado, es perjudicial aplicar biol puro al follaje y a las semillas de las plantas, debido a contiene gran concentración de metionina, que es iniciador del etileno, el cual interviene en los procesos de estrés en las plantas (Medina, 1990). Por lo tanto, en la aplicación directa al follaje, se considera concentraciones entre 1 al 10% y con frecuencia de 3 o 4 veces en el periodo del cultivo.

En la aplicación de las semillas de leguminosas como estimulante y acción protectora, se sumergen las semillas en una solución de biol al 25% por un espacio de 12 horas, mientras en semillas de cereales y algodón en una solución de biol al 20% permaneciendo sumergido en la noche anterior a la siembra (Piamonte, 2009; Piamonte y Flores, 2000).

En la aplicación al follaje se recomienda pulverizar diluciones con concentraciones menores al 50%, pero para imbibir o remojar semilla es necesario aplicar la concentración del 25%, el tiempo de imbibición es de acuerdo a la especie vegetal, por ejemplo: en alfalfa con 12 horas, maíz amiláceo con 24 horas y en maíces criollo de 48 a 72 horas, en cebolla se considera de 5 a 6 horas (Medina, 1999)

2.1.2. La papa

Considerado como uno de los cultivos alimenticios muy importantes del mundo, junto con el trigo y maíz, posee gran adaptabilidad a diversas zonas de vida y se desarrollan favorablemente en clima frío o templado entre altitudes de 2500 a 4500 msnm, debido a esta característica, es un cultivo de una cuantiosa importancia económica y sociocultural para los agricultores peruanos al generar ingresos monetarios a las familias (Alvarado, 2002)

2.1.2.1. Requerimientos edafoclimáticos

Temperatura

El mayor rendimiento de papa se produce en temperaturas diurnas de 20 a 25 °C y nocturnas de 10 a 16 °C pero cuando las temperaturas son constantes la producción no es óptima (Romero, 2003).

Precipitación

La papa es un cultivo muy exigente en agua, aunque un exceso reduce el porcentaje en fécula y favorece el desarrollo de enfermedades. La papa se cultiva con lluvia y con riegos, frecuentes y ligeros pues niveles bajos de humedad afectan el rendimiento, tamaño y calidad de la papa, y favorece el ataque de polillas de la papa. La papa necesita de 500 a 700 mm durante su periodo vegetativo. La evapotranspiración total del cultivo de papa varía desde los 400 a 500 mm. (Sánchez, 2003).

Humedad

La humedad relativa moderada es un factor muy importante para el éxito del cultivo, en cambio una humedad excesiva en el momento de la

germinación del tubérculo y desde la aparición de las flores hasta a la maduración del tubérculo resulta nociva que favorece el ataque de Mildiu (Franco, 2002)

Suelo

Se requiere de un suelo profundo, orgánico, mullido, con buena retención de humedad, es así que los mejores rendimientos se logran, con un pH de 5.5 a 8.0 (Pardave, 2004).

2.1.2.2. Necesidad de los principales nutrientes en el cultivo de papa.

Nitrógeno (N)

El nitrógeno es el motor del crecimiento de la planta, es absorbido del suelo bajo forma de nitrato (NO_3) o de amonio (NO_4^+). En la planta, se combina formando aminoácidos y proteínas, un buen suministro de nitrógeno para la planta es importante para absorción de otros nutrientes (FAO, 2004). La deficiencia de nitrógeno reduce la producción de clorofila y produce clorosis en las hojas viejas de la planta. Según la severidad de la deficiencia, la clorosis avanza a las hojas más jóvenes y finalmente puede afectar el crecimiento total de la planta (Campos, 2014)

Fósforo (P_2O_5)

El fósforo participa activamente en el metabolismo de los hidratos de carbono, formación de clorofila para el proceso fotosintético favorece el desarrollo radicular y acelera la maduración de los tubérculos. Se reporta también que el fósforo incrementa el número de tubérculos por la planta (Pardave, 2004). Una deficiencia de fósforo retarda el crecimiento apical, dando lugar a plantas pequeñas y rígidas. Se reduce la formación de almidón en los tubérculos, contribuyendo a la formación de manchas necróticas de color castaño-herrumbre, distribuidas en forma dispersa en toda la pulpa (Campos, 2014).

Potasio (K₂O)

El potasio es vital para la fotosíntesis, especialmente en la síntesis de proteínas y de carbohidratos; para la descomposición de carbohidratos y la producción de energía, ayuda a controlar el balance iónico y contribuye a la translocación de metales pesados tales como el hierro; por otro lado, es un activador de los sistemas enzimáticos que regulan la apertura y cierre de las estomas, lo cual contribuye a la resistencia de sequía. La adición de potasio incrementa el calibre de los tubérculos (Campos, 2014). El potasio mejora el régimen hídrico de la planta bien prevista de K⁺ (FAO, 2002).

2.1.2.3. Extracción de nutrientes en papa

La fertilización debe hacerse de acuerdo a los resultados del análisis de suelo, ésta puede ser química u orgánica. Para un mejor aprovechamiento se recomienda aplicar la mitad del nitrógeno, todo el fósforo, potasio y azufre al momento de la siembra y la otra mitad de nitrógeno al momento del medio aporque. Los micronutrientes se aplican de forma foliar con intervalos de 21 días a partir de la floración (Cuesta *et al.*, 2013).

A medida que la planta de papa crece exige de mayores cantidades de nutrientes, sobre todo durante la floración del cultivo; durante el ciclo de la planta, existe una mayor exigencia de K (122 kg ha⁻¹) y N (116 kg.ha⁻¹), en cambio el P, muestra las más bajas cantidades con relación al K y N, de 104 kg ha⁻¹ (Basantes y Basantes, 2017)

2.2. Antecedentes

Rojas (2014), en su tesis "Sistemas de abonamiento en la producción del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. canchan en la comunidad de Seccelambras - Acocro - Huamanga-Ayacucho" cuyo objetivo fue determinar el sistema de abonamiento apropiado para el cultivo de la papa var. Canchan, probando una serie de tratamientos como Compost, Bocashi, Biol, Estiércol, Microorganismos eficaces y NPK, todos ellos combinados con el Abono foliar donde se obtuvieron los siguientes resultados El tratamiento T3 (biol+abono foliar) tiene un 24% alcanzo el mayor porcentaje del número de tubérculos, el

40% del número de flores, el rendimiento obtuvo de 15,000 kg/ha siendo la de mayor producción.

Condori *et al.* (2017), en su investigación “Evaluación del efecto del biol sobre catorce accesiones de papa nativa (*Solanum ssp.*) en la estación experimental Kallutaca”, con el objetivo de comparar y caracterizar catorce accesiones de papa nativa de la colección de germoplasma. El segundo factor es la dosis de biol aplicado, se consideró como un fito-estimulante complejo, para los cultivos, donde permiten mayores incrementos en la capacidad de fotosíntesis y la producción. Cuyos valores se sitúan entre 2.0 a 2.6 % (% en material seco) y que reportaron una concentración de N total de 3.3 a 3.7 %. Las accesiones “Polo”, “Sacampaya”, “Sani imilla”, “Janq’o choque”, “Bola runa”, “Q’aysalla” y “Laramq’aysa” tuvieron mayor desarrollo, la misma tienen mayores rendimientos, donde se obtuvo un rendimiento equivalente a 10 t.ha⁻¹ con la aplicación de dosis de 25% de Biol.

Villacarqui (2018), en su tesis “Efecto de dos sistemas de cultivo con la aplicación de biol (enriquecidos con microorganismos eficaces) de aroma agradable, sobre el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* var. Yungay), a 3150 msnm., en Antaoco, Independencia, Huaraz”, cuyo objetivo fue determinar el efecto de dos sistemas de cultivo con la aplicación de biol enriquecido con microorganismos eficaces de aroma agradable sobre el rendimiento del cultivo de papa. Se empleó el Diseño BCA en arreglo factorial con cuatro tratamientos y tres repeticiones; siendo los tratamientos T1 (bancal + biol 5%), T2 (bancal + biol 0%), T3 (tradicional + biol 0%) y T4 tradicional + biol 5%). Los resultados muestran que el T1 obtuvo el mayor rendimiento con 14,96 t/ha, en comparación con los demás tratamientos en estudio; expansión foliar 68,19 cm, peso en la cosecha 0,60 kg; excepto que el tratamiento T2 obtuvo 38.87 cm en altura de planta.

Flores (2019), en su tesis “Alternativas de fertilización para el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) con el empleo de biol de producción local, microorganismos solubilizadores de fósforo y extracto de algas en la Comunidad de Canchaguano - Ecuador”. Se realizó la investigación con el propósito de evaluar distintas alternativas de fertilización con biol,

Microorganismos Solubilizadores de Fósforo (BSF) y biofertilizante (Extracto de algas) en papa. El T2 (100% NPK+ FOSFOTIC) fue el tratamiento que mayor rendimiento obtuvo, con un peso de tubérculos de 2,29 Kg/planta y una cantidad de primera categoría de 12,88 tubérculos/planta; en cambio con aplicación de biol solo obtuvo en total 9,92 tubérculos/planta. Los resultados positivos obtenidos, confirman la utilización de alternativas de biofertilización, gracias a la apropiada interacción de NPK y BSF mejoran el consumo de nutrientes presentes y acondicionados en el suelo.

2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipótesis general

Si aplicamos biol, entonces tendremos efectos significativos en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Canchan en condiciones agroecológicas de Yanuna-Panao.

2.3.2. Hipótesis específicas

- Si aplicamos diferentes dosis de biol al cultivo de papa, una de ellas muestra un efecto significativo en la altura de plantas de papa.
- Si aplicamos diferentes dosis de biol al cultivo de papa, una de ellas muestra un efecto significativo en el número de tubérculos de papa.
- Si aplicamos diferentes dosis de biol al cultivo de papa, una de ellas muestra un efecto significativo en el peso de tubérculos de papa.

2.4. Variables y operacionalización de variables

Variable independiente

Biol

Variable dependiente

Rendimiento

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores
Variable independiente Biol	Dosis de biol	T1: 5% T2: 10% T3: 15% T4: testigo 0%
Variable dependiente Rendimiento	Altura de planta Número de tubérculos Peso de tubérculos	A los 40, 60 y 80 días Por planta/categoría y total Por ANE /categoría y total Por ANE/categoría y total
Variable interviniente Condiciones agroecológicas Yanuna	Clima Suelo	T° H° Pp

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se ejecutó en la localidad de Yanuna, Provincia de Pachitea, cuya características geográficas y políticas son:

Posición geográfica:

Latitud Sur : 09° 54' 50"
Longitud Oeste : 75° 58' 33"
Altitud : 2 870 msnm.

Ubicación política

Departamento : Huánuco
Provincia : Pachitea
Distrito : Panao
Localidad : Yanuna

3.1.1. Características agroecológicas de la zona.

Según la Zonificación Ecológica Económica (ZEE) elaborado por el Ministerio del Ambiente en el 2011, el Caserío de Yanuna (Pachitea) se encuentra ubicado en la zona de vida natural, **estepa espinosa – Montano Bajo Tropical (ee -MBT)**, de clima templado cálido. La biotemperatura fluctúa entre los 18 y 24 °C.

Entre las características del suelo presenta la clase textural de Franco Arcillo Arenoso constituido del 54% de arena, un pH fuertemente ácido (4,85), nivel bajo de materia orgánica (1,77%), de nitrógeno (0,09%), de fósforo (3,92 ppm), de potasio (98,96 ppm) de capacidad de intercambio catiónico (9,21); estos parámetros, se interpretan en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados e interpretación del análisis de suelo, Panao 2020

Parámetros	Resultados	Interpretación
Físicos		
Textura	Arena: 54% Arcilla: 23% Arena: 23%	Franco Arcillo Arenoso (Fr Ar Ao)
Químicos		
pH (1:1)	4,85	Muy fuertemente ácido
Materia orgánica (%)	1,77	Bajo
Nitrógeno (%)	0,09	Bajo
Fósforo disponible (ppm)	3,92	Bajo
Potasio disponible (ppm)	98,96	Bajo
CICe	9,21	Medio
Calcio (Cmol+)/kg)	4,95	Alto
Magnesio (Cmol+)/kg)	2,40	Alto
Aluminio (Cmol+)/kg)	1,57	--
Hidrógeno (Cmol+)/kg)	0,29	--
Bases cambiables (%)	79,80	Bueno
Ácidos cambiables (%)	20,20	Bajo
Saturación Al (%)	17,05	Bajo

Fuente: Laboratorio de Suelos, Plantas y Ecotoxicología UNAS.

3.2. Tipo y nivel de investigación

Tipo de Investigación

Aplicada porque se generó conocimientos tecnológicos expresados en dosis óptimos de biol en el rendimiento del cultivo de papa, que permitió producir más, con un producto de calidad que influencia de manera significativa en la salud humana.

Nivel de Investigación

Es experimental por qué se manipuló la variable independiente (biol) y se midió el efecto en la variable dependiente (rendimiento), y finalmente se comparó con un testigo (sin biol).

3.3. Población, muestra y unidades de análisis

Población

El universo de la investigación estuvo constituido por 640 plantas de papa variedad Canchan, en un área experimental de 484 m² que los conforma

los 4 tratamientos con características observables y 4 bloques de características homogéneas.

Muestra

La muestra estuvo conformada por los dos surcos centrales de papa de cada tratamiento, de las cuales se seleccionaron aleatoriamente 16 plantas de papa por área neta experimental de (3.20m. x 2 m), haciendo un total de 256 plantas muestrales en total, mediante fichas enumeradas del número 1 al 16 de los tratamientos para las evaluaciones constantes de las variables indicadas en el experimento.

Tipo de muestreo

Probabilístico en su forma de Muestreo Aleatorio Simple (MAS), porque al momento de la siembra del cultivo, cualquier tubérculo semilla tuvo la misma probabilidad de formar parte del área neta experimental.

3.4. Tratamientos de estudio

El presente trabajo de investigación estudió el factor biol, donde se demostró el efecto de las dosis los cuales se visualizan en la Tabla 2

Tabla 3. Factor y tratamientos en estudio

Factor	Tratamientos	Descripción	Composición química (*)
Biol	T1	Biol al 5%	
	T2	Biol al 10%	Nitrógeno (N): 1,62%
	T3	Biol al 15%	Fósforo (P ₂ O ₅): 0,36 g/L Potasio (K ₂ O): 3700 mg/L
	T4	Sin Biol	

Fuente: elaboración propia. (*) Laboratorio de la UNAS

3.5. Prueba de hipótesis

3.5.1. Diseño de la investigación

Experimental en su forma de Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con cuatro bloques y tratamientos, totalizando 16 unidades experimentales.

3.5.1.1. Modelo aditivo lineal

En base al diseño DBCA la ecuación del modelo aditivo lineal (MAL) fue el siguiente:

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Observación o variable de respuesta

U = Media general.

T_i = Efecto del i-esimo tratamiento.

B_j = Efecto del i-esimo bloque.

E_{ij} = Error experimental.

3.5.1.2. Análisis estadístico

Se utilizó el Análisis de Varianza (ANDEVA), prueba de Fisher (F) para determinar la significación estadística entre bloques y tratamientos al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error. Determinándose la significación entre Tratamientos se procedió a realizar la Prueba de Rangos Múltiples Duncan para determinar la diferencia estadística significativa entre los promedios de los tratamientos al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error.

Tabla 4. Esquema de Análisis de Varianza para el Diseño (DBCA)

Fuente de variación (F.V)		Grados de libertad (gl)
Bloques	(r-1)	3
Tratamientos	(t-1)	3
Error experimental	(r-1) (t-1)	9
Total	(tr-1)	15

3.5.1.3. Descripción del campo experimental

Dimensiones del campo experimental

Ancho	: 22 m
Largo	: 22 m
Área experimental	: 484 m ²
Área total de camino	: 228 m ²
Área total experimental	: 256 m ²

Característica de bloques.

Nº de bloques	: 4
Largo	: 16 m
Ancho	: 4 m
Nº de trat. / Bloq.	: 4
Área total de bloque	: 64 m ²

Características de parcelas.

Nº de trat / bloque	: 4
Largo	: 4 m
Ancho	: 4 m
Área de unid. / Exp.	: 16 m ² .
Nº de plantas / parcela	: 40
Total de plantas	: 640

Área neta experimental

Área neta experimental	: 6,40 m ² .
Largo	: 3,20 m
Ancho	: 2 m
Total de plantas	:16

Características de surcos.

Nº de surcos / parcela	: 4
Nº de semilla / golpe	: 1
Nº de plantas / surco	: 10
Distancia entre surcos	: 1 m.
Distancia entre plantas	: 40 cm

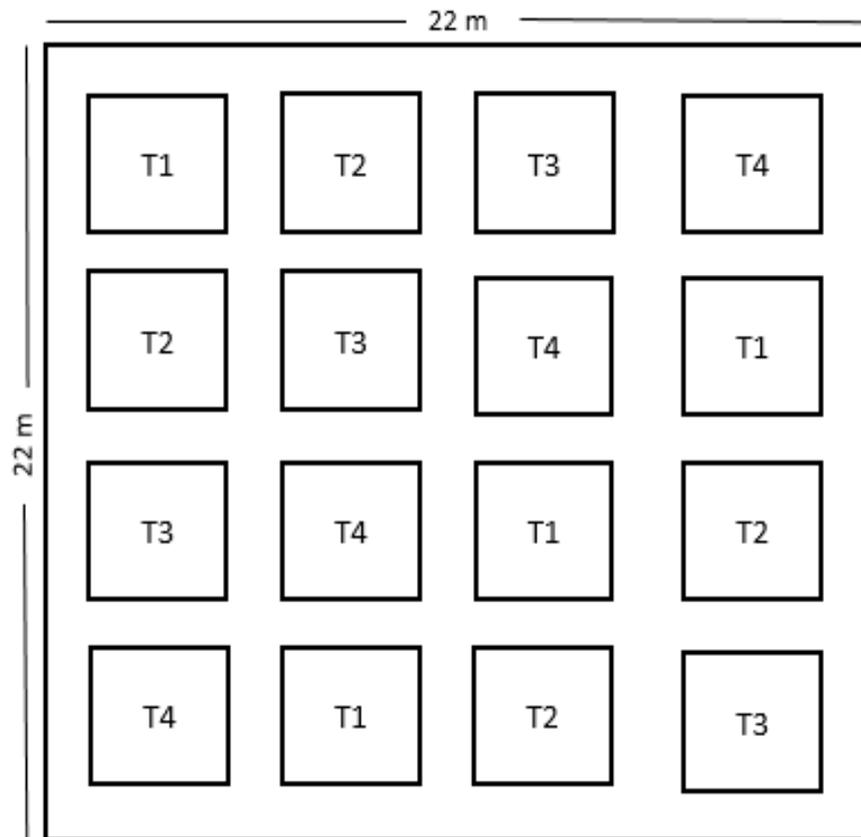
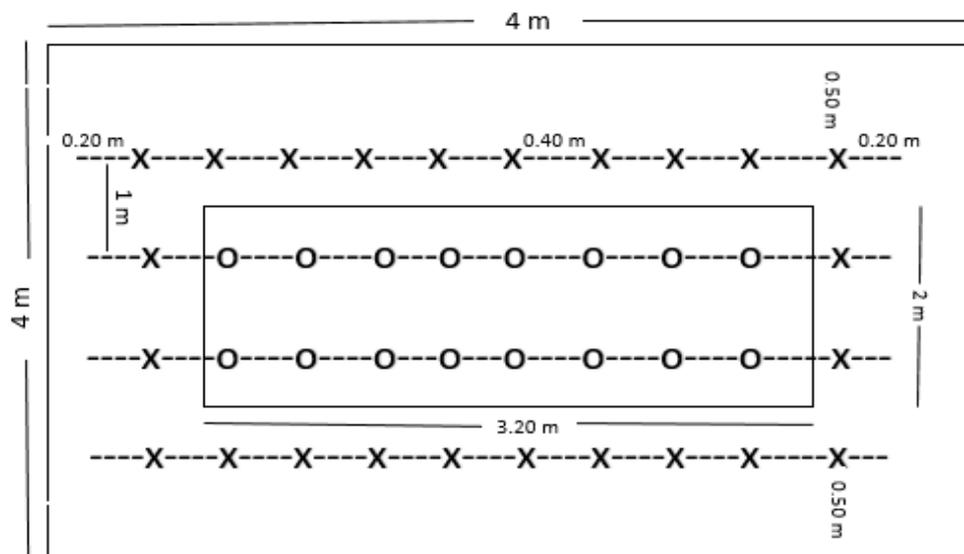


Figura 1. Croquis del campo experimental y distribución de los tratamientos



Leyenda:
 Plantas experimentales..... O
 Plantas de borde..... X

Figura 2. Croquis de una unidad experimental

3.5.2. Datos registrados

3.5.2.1. Altura de planta

Consistió en seleccionar 10 plantas al azar del área neta experimental para medir con un flexómetro la altura de planta desde la base del tallo principal hasta el ápice del mismo a los 40, 60, 80 días después de la siembra.

3.5.2.2. Número de tubérculos

Se efectuó al momento de la cosecha, para lo cual los tubérculos cosechados del área neta se amontonaron en el centro de la parcela y se clasificaron por categorías (primera, segunda y tercera) y se contabilizó el número de tubérculos por planta y luego por área neta experimental.

La clasificación por categorías se realizó según el tamaño del tubérculo propuesto por (Egúsquiza, 2000), el cual se visualiza en la Tabla 5.

Tabla 5. Categorías de tubérculos de papa

Categorías	Rango de tamaño de tubérculos
Primera	7,10 cm a más
Segunda	5,00 a 7,00 cm
Tercera	Menor a 5,00 cm

Fuente: Egúsquiza (2000)

3.5.2.3. Peso de tubérculos

Finalizado el conteo de tubérculos, se procedió al pesado en una balanza comercial, donde se registró el peso de tubérculos por categoría del área neta experimental.

3.6. Materiales y equipos

Para la ejecución del proyecto de tesis, se dispusieron de los siguientes: herramientas, insumos y equipos.

a) Materiales de escritorio

Papel bond A4

Lapiceros

Registro

Lápiz
Borrador
Cuaderno de campo
Bolígrafo

b) Material de campo

Estacas de madera
Cinta métrica
Cordel
Yunta
Pico
Pala
Machete
Flexómetro (wincha)
Rastrillo
Carretilla
Pintura
Letreros

c) Equipos

Balanza comercial
GPS
Cámara fotográfica.
Computadora y/o laptop.
Calculadora científica.
Mochila pulverizadora de 20 litros

d) Insumos

Fertilizantes.
Fungicida.
Biol
Semilla de papa
Cal

3.7. Conducción de la investigación

3.7.1. Análisis de suelo

Se realizó el muestreo de suelos del campo experimental usando el método del zigzag, cada punto tuvo una separación de 20 m, tomando submuestras de suelo en cada punto, siendo en total 16 submuestras. La toma de muestra del campo experimental se procedió introduciendo una pala recta a manera de triangulo a 30 cm de profundidad, luego se extrajeron y colocaron en un costal todas las submuestras para homogenizarse. Finalmente se retiró un (1) kilogramo de submuestra de suelo, debidamente rotulada, para ser enviada y analizada en el Laboratorio de Suelos, Agua y Ecotoxicología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva de Tingo María.

3.7.2. Preparación del terreno

Esta actividad se realizó a tracción animal con un mes de antes de la siembra, inmediatamente después de la toma de muestras de suelo. Consistió en la remoción y roturación del suelo con yunta a 30 cm de profundidad, realizándose dos pasadas y una cruz; luego se procedió al desterronado y nivelado con zapapico y rastrillo. Luego con tracción animal se surcó el terreno a una separación de 1 m.

3.7.3. Marcado y alineamiento del área experimental

La delimitación del área de investigación se realizó con la ayuda de un flexómetro, estacas y cordeles, marcando con cal los bloques, calles y parcelas, según el croquis del campo experimental (Figura 1).

3.7.4. Tratamiento de la semilla

Para desinfectar la semilla se utilizó con cal apagada días antes de sembrar. En los costales con tubérculos semilla se añadió 1,5 kilogramos, a fin de evitar enfermedades y bacterias además para buen crecimiento y desarrollo del cultivo.

3.7.5. Siembra

Se efectuó en forma manual, colocándose el tubérculo semilla al fondo del surco depositando un tubérculo por golpe, con una separación de 0.40 m entre golpes a una profundidad de 5 cm. Esta actividad se dio inicio el 11 de mayo del 2019 en periodo seco.

3.7.6. Aplicación de biol

Para el desarrollo de esta actividad se realizó una prueba en blanco para definir el gasto de agua por aplicación en una unidad experimental con una mochila pulverizadora, luego se procedió a preparar el caldo nutricional a base de agua + la dosis de biol, teniendo cuidado de mojar toda la cobertura vegetal de la planta de papa.

Tabla 6. Plan de aplicación foliar del biol según los tratamientos

Número de aplicaciones	Días después de la siembra (dds)	Gasto de biol (L)			Gasto de agua (L)
		T1 (5%)	T2 (10%)	T3 (15%)	
1	60	0,80	1,60	2,40	16,00
2	68	0,80	1,60	2,40	16,00
3	76	1,20	2,40	3,60	24,00
4	84	1,20	2,40	3,60	24,00
5	90	1,20	2,40	3,60	24,00
6	98	1,20	2,40	3,60	24,00
7	106	1,60	3,20	4,80	32,00
8	116	1,60	3,20	4,80	32,00
TOTAL		9,60	19,20	28,80	192,00

Fuente: elaboración propia

Tabla 7. Cantidad de macronutriente de la aplicación de biol por tratamiento.

Tratamientos	N (L)	P (L)	K (L)	Total (L)
T0 (0%)	0,00	0,00	0,00	0,00
T1 (5%)	0,48	0,96	1,44	2,88
T2 (10%)	0,96	1,92	2,88	5,76
T3 (15%)	1,44	2,88	4,32	8,64

Fuente: elaboración propia

3.7.7. Abonamiento

Esta actividad se realizó en dos momentos a la siembra y al aporque, en cada momento, se aplicó 2,8 kg/parcela y por todo el campo experimental 44,8 kg, haciendo un total de 89,6 kg. La incorporación se efectuó de manera manual.

3.7.8. Riego

Se realizó por aspersión y gravedad de manera intercalada, de acuerdo a las condiciones agroecológicas de la zona y exigencias del cultivo con una frecuencia de 15 días y 7 días. El primer riego se efectuó a los 30 días bajo el método por gravedad, hasta el cuarto riego con una frecuencia de 15 días, del quinto al onceavo riego fueron riegos intercalados de 7 días, entre riego por aspersión por un tiempo de 6 horas y gravedad, en total se realizaron once riegos.

3.7.9. Deshierbo y aporque

El deshierbo se hizo a los 40 días después de la siembra (dds) con azadón, con el fin de evitar que las malezas dañen el cultivo, luego de 25 dds se ejecutó al aporque del cultivo para brindar mayor estabilidad a la planta y protección a los estolones y tubérculos de la ranca y otras enfermedades. Finalmente, a los 80 dds se efectuó el último deshierbo para eliminar las malezas.

3.7.10. Control fitosanitario

En la evaluación de plagas no se encontraron en un número considerable, por ello no se aplicó insecticida, sin embargo, se presentó la ranca (*Phytophthora infestans*) el cual se controló con Mancozeb a una dosis del 3‰.

3.7.11. Cosecha

Esta actividad se efectuó de manera manual a los 143 dds (04/10/2019) con la ayuda de picos cuando el cultivo haya cumplido alcanzado su madurez fisiológica (tallos aéreos se encuentren totalmente secos y la cascara de la papa no se pela fácilmente al friccionarla con el dedo pulgar).

IV. RESULTADOS

Los datos de campo obtenidos de las variables observadas fueron ordenados y procesados. Los promedios de dichas observaciones se encuentran en el Anexo del 1 al 15.

Para establecer la significación entre las fuentes de variación se utilizó la Prueba de F, a los niveles del 0.05 y 0.01 de probabilidades de error, a fin de establecer las diferencias significativas entre bloques y tratamientos, donde los parámetros que son iguales se denotan no significativo (ns), quienes tienen significación (*) y altamente significativo (**).

A fin de determinar las diferencias estadísticas entre los promedios y la superioridad de los mismos, se empleó la Prueba de Rangos de Duncan en los niveles de significación del 0.05 y 0.01 de probabilidades de error.

Para las variables que resultaron no significativos en la prueba de F no se realizó la Prueba de Rangos de Duncan.

4.1. Altura de planta

Los resultados del análisis de varianza se muestran en la Tabla 8, donde para Bloques es no significativo a los 40 y 60 días al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error por obtener un valor de Fc menor al Ft, pero a los 80 días es significativo al 0,05 de probabilidad de error. Para la fuente Tratamientos los valores de Fc a los 40, 60 y 80 son mayores que el Ft, por lo que se denota altamente significativo.

Los coeficientes de variabilidad fueron valores por debajo del 30% a los 40 (10,18%), 60 (4,89%) y 80 (1,94%) días, el cual representa la seguridad y precisión de la toma de datos en campo.

Tabla 8. ANVA al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error para altura de planta a los 40, 60 y 80 días después de la siembra (DDS)

Fuentes de variabilidad	gl	40 DÍAS		60 DÍAS		80 DÍAS		Ft	
		CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc	0,05	0,01
Bloques	3	1,50	0,26 ^{ns}	2,17	0,32 ^{ns}	4,97	1,42 ^{ns}	3,86	6,99
Tratamientos	3	14,67	2,56 ^{ns}	86,67	12,68 ^{**}	160,04	83,69 ^{**}	3,86	6,99
Error exp	9	5,72		6,83		3,50			
Total	15								
CV		10,18%		4,89%		2,45%			
\bar{X}		23,50		53,50		76,26			

Realizada la Prueba de Duncan al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error para altura de planta a los 60 y 80 días en la Tabla 9, indica que el tratamiento T2 (10% biol) destaca estadísticamente en ambos niveles de significancia. A los 60 días, los tratamientos tienen el mismo comportamiento al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error, siendo los tratamientos T3 y T1 iguales en sus promedios; no obstante, a los 80 días los promedios de los tratamientos son diferentes produciendo un efecto independiente en la variable. El mayor promedio se obtuvo con el tratamiento T3 y el menor promedio con el tratamiento T4, tal como se observa en la Figura 3.

Tabla 9. Prueba de Duncan al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error para altura de planta a los 60 y 80 DDS

OM	TRATAMIENTOS	60 DÍAS			80 DÍAS		
		Medias (cm)	Significación		Medias (cm)	Significación	
			0,05	0,01		0,05	0,01
1	T2: 10% biol	59,00	a	a	84,00	a	a
2	T3: 15% biol	55,00	ab	ab	78,00	b	b
3	T1: 5% biol	52,00	bc	bc	74,00	c	c
4	T4: testigo	48,00	c	c	69,05	d	d
S\bar{x}			$\pm 1,31$			$\pm 0,94$	

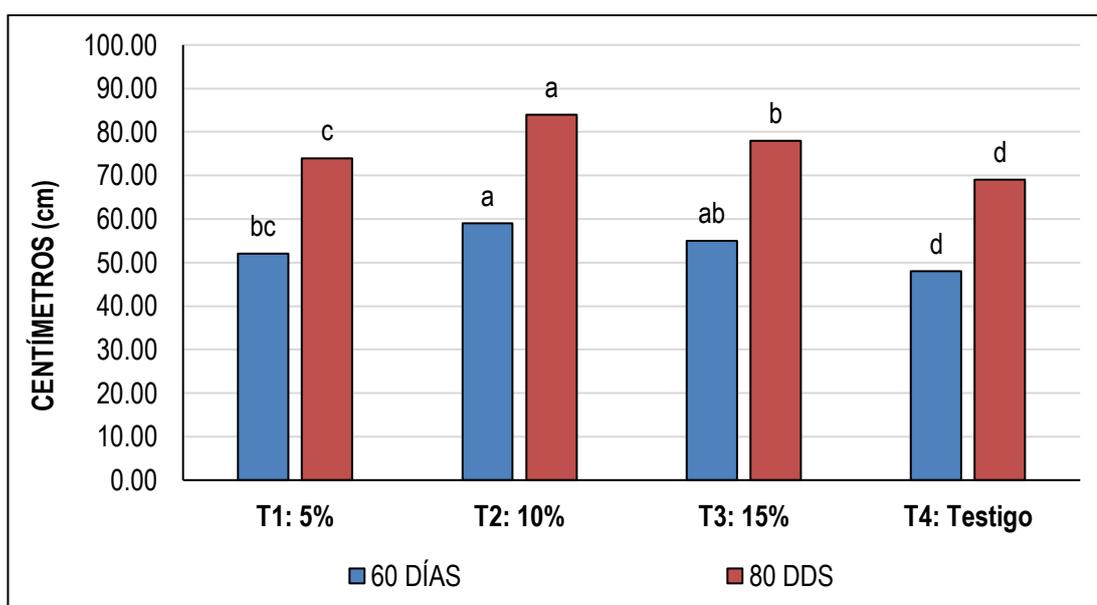


Figura 3. Promedios de los tratamientos en estudio para altura de planta a los 60 y 80 DDS, con significación al 0,05 de probabilidad de error.

4.2. Número de tubérculos

4.2.1. Número de tubérculos por planta

Los resultados del análisis de varianza se muestran en la Tabla 10, donde para el efecto Bloques es no significativo en el número de tubérculos de primera, segunda y tercera al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error por obtener un valor de F_c menor al F_t . Para el efecto Tratamientos los valores de F_c son mayores que el F_t en el número de tubérculos de primera y segunda, por lo que es altamente significativo, pero es no significativo en el número tubérculos de tercera.

Los coeficientes de variabilidad resultaron valores por debajo del 30% en tubérculos de primera, segunda y tercera, el cual representa la confianza de la toma de datos en campo.

Tabla 10. ANVA al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error para número de tubérculos por planta de primera, segunda y tercera

Fuentes de variabilidad	gl	PRIMERA		SEGUNDA		TERCERA		Ft	
		CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc	0,05	0,01
Bloques	3	0,04	0,36 ^{ns}	0,02	0,38 ^{ns}	0,09	1,73 ^{ns}	3,86	6,99
Tratamientos	3	3,69	32,62 ^{**}	86,67	173,33 ^{**}	0,11	2,13 ^{ns}	3,86	6,99
Error exp	9	0,10		6,83		0,05			
Total	15								
CV		7,93%		10,69%		17,08%			
\bar{X}		4,00		1,96		1,37			

La prueba de Duncan de la Tabla 11 al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error para número de tubérculos por planta de primera y segunda, indica que en el número de tubérculos de primera al 0,05 de probabilidad de error los tratamientos son diferentes, pero al 0,01 de probabilidad de error los tratamientos T2 y T3 obtienen promedios semejantes y diferentes a los tratamientos T1 y T0; en el número de tubérculos de segunda, el tratamiento T2 fue estadísticamente superior y diferente a ambas probabilidades de error. El tratamiento T2 reporta de 5,10 y 4,00 tubérculos de primera y segunda tal como se muestra en la Figura 4.

Tabla 11. Prueba de Duncan al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error para número de tubérculos por planta de primera y segunda

O M	TRATAMIENTOS	PRIMERA			SEGUNDA		
		Medias (und)	Agrupación		Medias (und)	Agrupación	
			0,05	0,01		0,05	0,01
1	T2: 10% biol	5,10	a	a	4,00	a	a
2	T3: 15% biol	4,40	b	a	1,56	b	b
3	T1: 5% biol	3,61	c	b	1,17	c	b
4	T4: testigo	2,89	d	b	1,10	c	b
S\bar{x}			$\pm 0,16$			$\pm 1,31$	

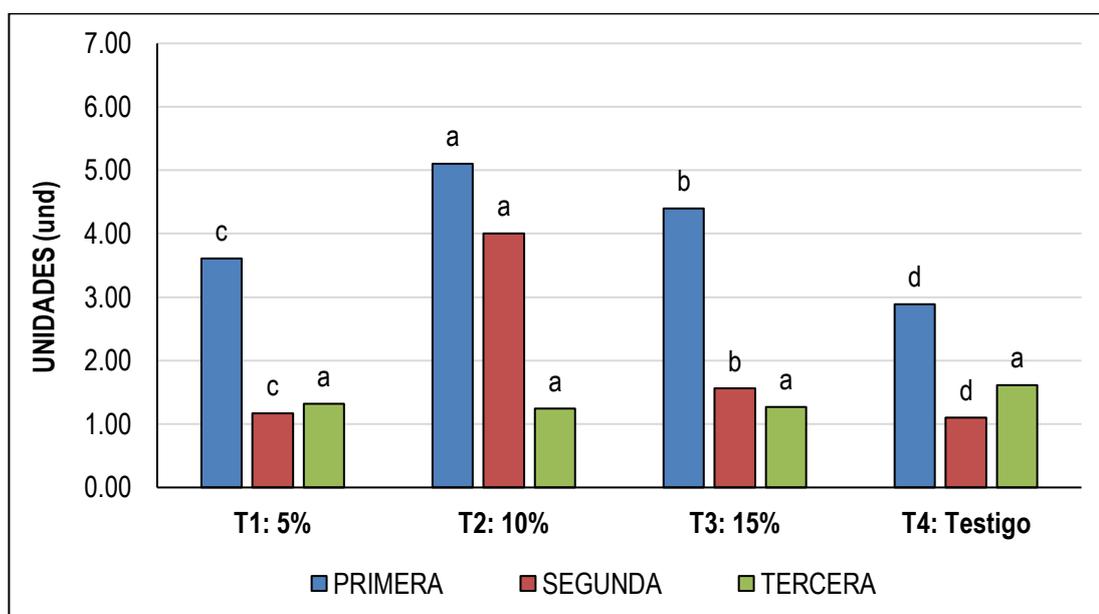


Figura 4. Promedios de los tratamientos en estudio para número de tubérculos por planta de primera, segunda y tercera

4.2.2. Número total de tubérculos por planta

Los resultados del análisis de varianza se muestran en la Tabla 12, donde para el efecto Bloques es no significativo al obtener un valor de F_c menor al F_t , sin embargo, para el efecto Tratamientos el valor de F_c fue mayor que el F_t , por lo que es altamente significativo.

El coeficiente de variabilidad fue de 7,48% el cual denota confianza en la precisión de la información tomada de campo por ser menor al 30%.

Tabla 12. ANVA al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error para número total de tubérculos por planta

Fuentes de variabilidad	gl	SC	CM	Fc	Ft	
					0,05	0,01
Bloques	3	0,33	0,11	0,48 ^{ns}	3,86	6,99
Tratamientos	3	23,67	7,39	34,12 ^{**}	3,86	6,99
Error exp	9	2,08	0,23			
Total	15	26,08				

CV = 7,48%

\bar{X} = 6,43

La prueba de Duncan de la Tabla 13 al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error para número total de tubérculos por planta, revela que al 0,05 de probabilidad de error, los tratamientos presentan efectos diferentes entre sí, del que destaca el tratamiento T4 (testigo) con 7,94 tubérculos, mientras que al 0,01 de probabilidad de error, los tratamientos T4 y T3 son iguales estadísticamente y superiores a T2 y T1. En la Figura 5 se observa los promedios obtenidos por los tratamientos.

Tabla 13. Prueba de Duncan al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error para número total de tubérculos por planta.

OM	TRATAMIENTOS	Medias (und)	Significancia	
			0,05	0,01
1	T4: testigo	7,94	a	a
2	T3: 15% biol	7,10	b	a
3	T2: 10% biol	5,97	c	b
4	T1: 5% biol	4,70	d	c
	S\bar{x}		± 0,24	

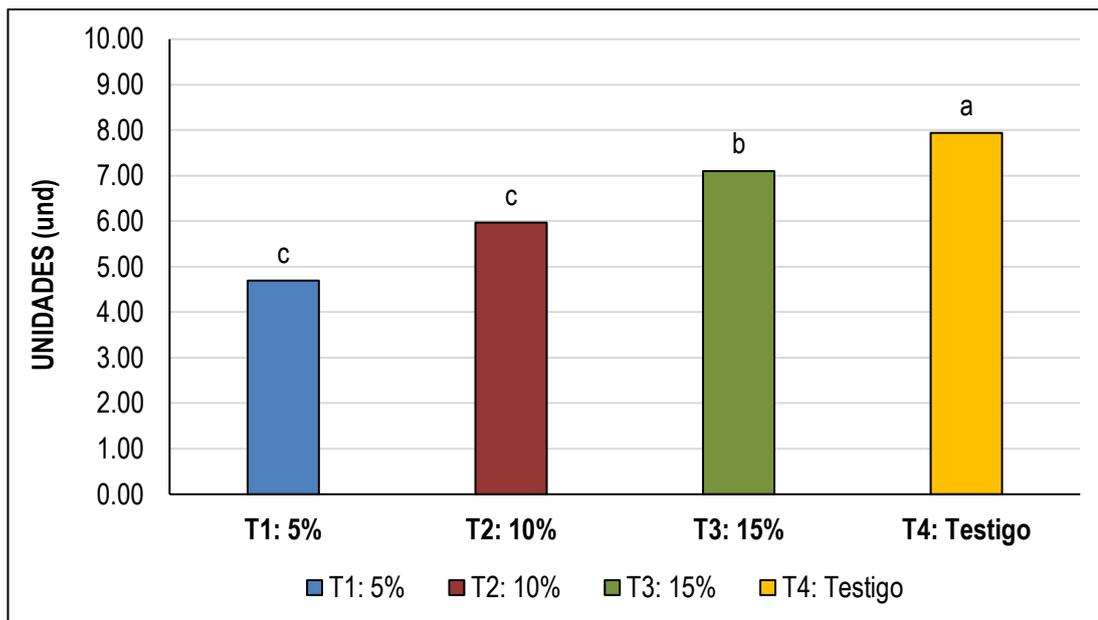


Figura 5. Promedios de los tratamientos en estudio para número total de tubérculos por planta, con significación al 0,05 de probabilidad de error.

4.2.3. Número de tubérculos por área neta experimental (ANE)

Los resultados del análisis de varianza para número de tubérculos por ANE se muestran en la Tabla 14, donde en la fuente Bloques el valor de F_c menor al F_t por lo tanto es no significativo al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error, en cambio en fuente Tratamientos los valores de F_c son mayores al F_t , es decir fue altamente significativo.

Los coeficientes de variabilidad resultaron valores por debajo del 30% en tubérculos de primera, segunda y tercera, el cual denota la confiabilidad de la información recopilada del experimento

Tabla 14. ANVA al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error para número de tubérculos por ANE de primera, segunda y tercera

Fuentes de variabilidad	gl	PRIMERA		SEGUNDA		TERCERA		Ft	
		CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc	0,05	0,01
Bloques	3	10,56	0,37 ^{ns}	2,75	0,20 ^{ns}	2,17	0,30 ^{ns}	3,86	6,99
Tratamientos	3	1054,56	36,50 ^{**}	1991,75	144,27 ^{**}	193,50	27,21 ^{**}	3,86	6,99
Error exp	9	28,90		13,81		7,11			
Total	15								
CV		8,58%		13,83%		20,13%			
\bar{X}		62,69		26,88		13,25			

La prueba de Duncan de las Tabla 15 al 17 para el margen de error al 0,05 y 0,01 en el número de tubérculos por ANE de primera, segunda y tercera, expresa que el tratamiento T3 destaca estadísticamente en el número de tubérculos de primera al 0,05 pero al 0,01 es semejante con el T2; en el número de tubérculos de segunda y tercera el tratamiento T4 sobresale respecto a los demás tratamientos. La Figura 6 se observa los promedios obtenidos por los tratamientos donde el tratamiento T3 y T4 representan los mayores promedios.

Tabla 15. Prueba de Duncan al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error para número de tubérculos por ANE de primera.

OM	TRATAMIENTOS	Medias (und)	PRIMERA	
			Sig.	
			0,05	0,01
1º	T3: 15% biol	81,50	a	a
2º	T2: 10% biol	69,25	b	a
3º	T1: 5% biol	56,00	c	b
4º	T4: testigo	44,00	d	b
	S\bar{X}		± 2,69	

Tabla 16. Prueba de Duncan al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error para número de tubérculos por ANE de segunda

OM	TRATAMIENTOS	SEGUNDA		
		Medias (und)	Sig.	
			0,05	0,01
1 ^o	T4: testigo	60,00	a	a
2 ^o	T3: 15% biol	20,25	b	b
3 ^o	T2: 10% biol	14,50	b c	b
4 ^o	T1: 5% biol	12,75	c	b
S\bar{x}		$\pm 1,86$		

Tabla 17. Prueba de Duncan al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error para número de tubérculos por ANE de tercera.

OM	TRATAMIENTOS	TERCERA		
		Medias (und)	Sig.	
			0,05	0,01
1 ^o	T4: testigo	23,00	a	a
2 ^o	T3: 15% biol	11,75	b	b
3 ^o	T2: 10% biol	11,75	b	b
4 ^o	T1: 5% biol	6,50	c	b
S\bar{x}		$\pm 1,33$		

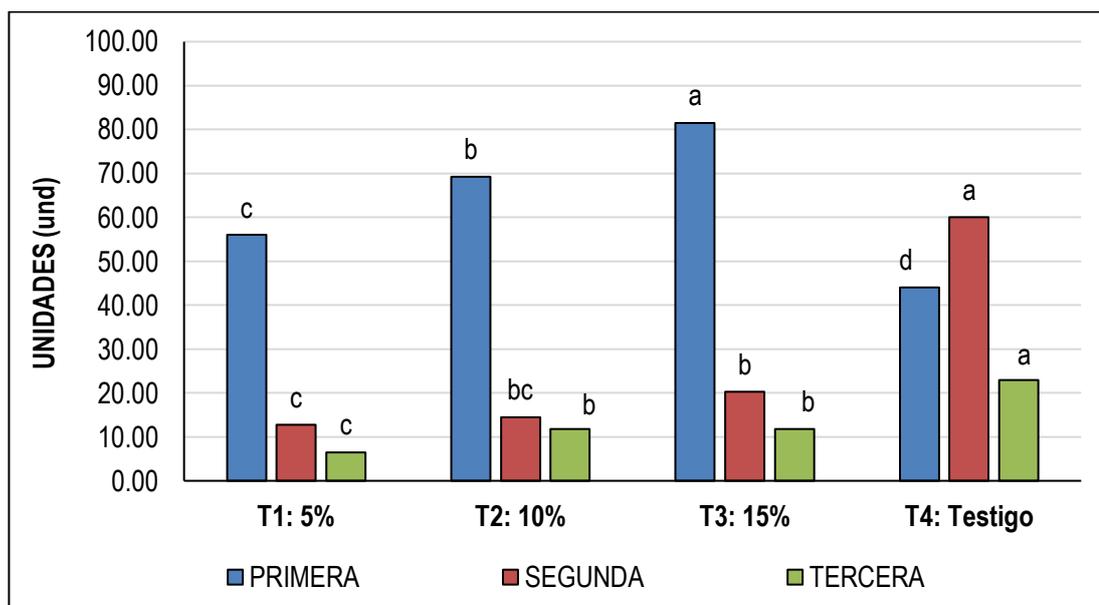


Figura 6. Promedios de los tratamientos en estudio para número de tubérculos por ANE de primera, segunda y tercera, con significación al 0,05 de probabilidad de error.

4.2.4. Número total de tubérculos por ANE

Los resultados del análisis de varianza se muestran en la Tabla 18, donde para el efecto Bloques fue no significativo, ya que obtuvo un valor de Fc menor al Ft, sin embargo, para el efecto Tratamientos el valor de Fc fue mayor que el Ft, por lo que fue altamente significativo.

El coeficiente de variabilidad fue de 7,47% el cual denota confianza en la precisión de la información tomada de campo por ser menor al 30%.

Tabla 18. ANVA al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error para número total de tubérculos por ANE

OM	TRATAMIENTOS	Medias (und)	Significancia	
			0,05	0,01
1	T4: testigo	127,00	a	a
2	T3: 15% biol	113,50	b	a
3	T2: 10% biol	95,50	c	b
4	T1: 5% biol	75,25	d	c
S\bar{x}			$\pm 3,84$	
CV = 7,47%			$\bar{X} = 102,81$	

La prueba de Duncan de la Tabla 19 al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error para número total de tubérculos por ANE, expresa que al 0,05 de probabilidad de error, los tratamientos presentan efectos diferentes entre sí, del que destaca el tratamiento T4 (testigo) con 127,00 tubérculos, mientras que al 0,01 de probabilidad de error, los tratamientos T4 y T3 son iguales estadísticamente y superiores a T2 y T1. En la Figura 7 se observa los promedios obtenidos por los tratamientos.

Tabla 19. Prueba de Duncan al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error para número total de tubérculos por ANE

Fuentes de variabilidad	gl	SC	CM	Fc	Ft	
					0,05	0,01
Bloques	3	83,19	27,73	0,47 ^{ns}	3,86	6,99
Tratamientos	3	6049,69	2016,56	34,14 ^{**}	3,86	6,99
Error exp	9	531,56	59,06			
Total	15	6664,44				

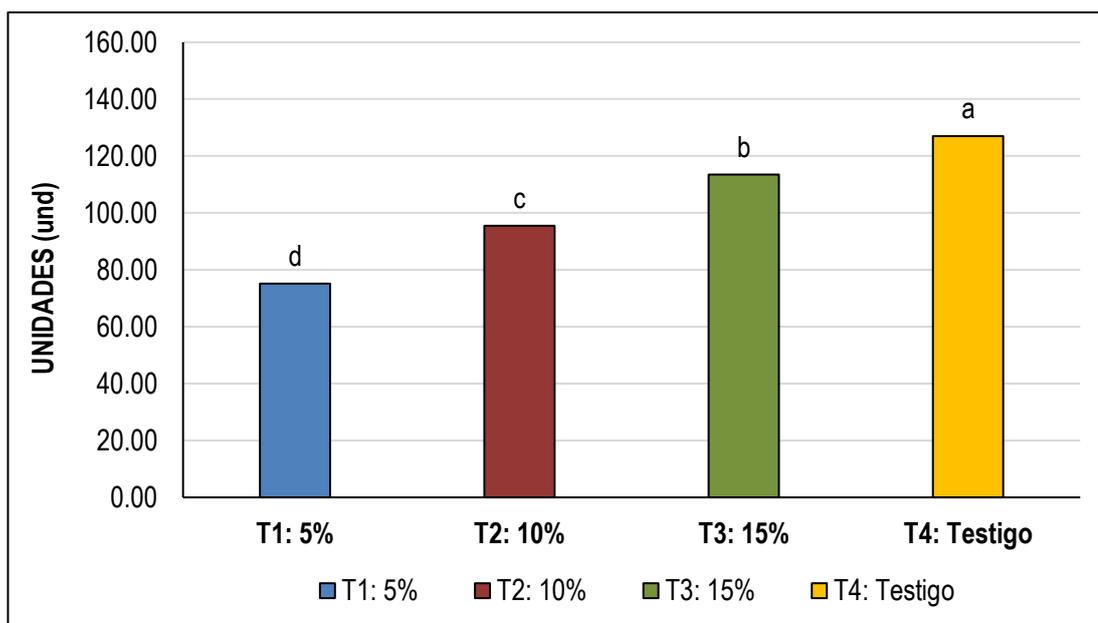


Figura 7. Promedios de los tratamientos en estudio para número total de tubérculos por ANE, con significación al 0,05 de probabilidad de error.

4.3. Peso de tubérculos por ANE

Los resultados del análisis de varianza se muestran en la Tabla 20, donde para el efecto Bloques fue no significativo en el peso de tubérculos de primera, segunda y tercera al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error. Para el efecto Tratamientos fue altamente significativo en el número de tubérculos de primera y segunda, por lo que es altamente significativo al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error, pero fue no significativo en el número tubérculos de tercera.

Los coeficientes de variabilidad resultaron valores por debajo del 30% en tubérculos de primera, segunda y tercera, el cual representa la confianza de la toma de datos en campo.

Tabla 20. ANVA al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error para número de tubérculos por ANE de primera, segunda y tercera.

Fuentes de variabilidad	gl	PRIMERA		SEGUNDA		TERCERA		Ft	
		CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc	0,05	0,01
Bloques	3	1,31	1,25 ^{ns}	0,88	2,10 ^{ns}	0,27	0,54 ^{ns}	3,86	6,99
Tratamientos	3	23,64	22,66 ^{**}	1,46	3,50 ^{**}	0,35	0,72 ^{ns}	3,86	6,99
Error exp	9	1,04		0,42		0,49			
Total	15								
CV		9,76%		15,65%		28,29%			
\bar{X}		10,47		4,13		2,47			

La prueba de Duncan de la Tabla 21 y 22 al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error para peso de tubérculos por planta de primera y segunda, indica que en el número de tubérculos de primera al 0,05 de probabilidad el tratamiento T3 destaca estadísticamente, el T2 y T1 son iguales en sus promedios, pero al 0,01 de probabilidad de error estos tratamientos son iguales estadísticamente. En el peso de tubérculos de segunda, el tratamiento T4 destaca estadísticamente al 0,05 de probabilidad de error, pero al 0,01 los tratamientos son iguales en sus promedios. La Figura 8 representa los promedios obtenidos de los tratamientos.

Tabla 21. Prueba de Duncan al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error para peso de tubérculos de primera por ANE

OM	TRATAMIENTOS	Medias (kg)	PRIMERA	
			Agrupación	
			0,05	0,01
1 ^o	T3: 15% biol	12,75	a	a
2 ^o	T2: 10% biol	11,63	a b	a
3 ^o	T1: 5% biol	10,38	b	a
4 ^o	T4: testigo	7,13	c	b
	S\bar{X}		± 1,31	

Tabla 22. Prueba de Duncan al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error para peso de tubérculos de segunda por ANE

OM	TRATAMIENTOS	SEGUNDA		
		Medias (kg)	Agrupación	
			0,05	0,01
1º	T4: testigo	5,00	a	a
2º	T3: 15% biol	4,00	a b	a
3º	T2: 10% biol	3,88	b	a
4º	T1: 5% biol	3,63	b	b
S\bar{x}			$\pm 0,74$	

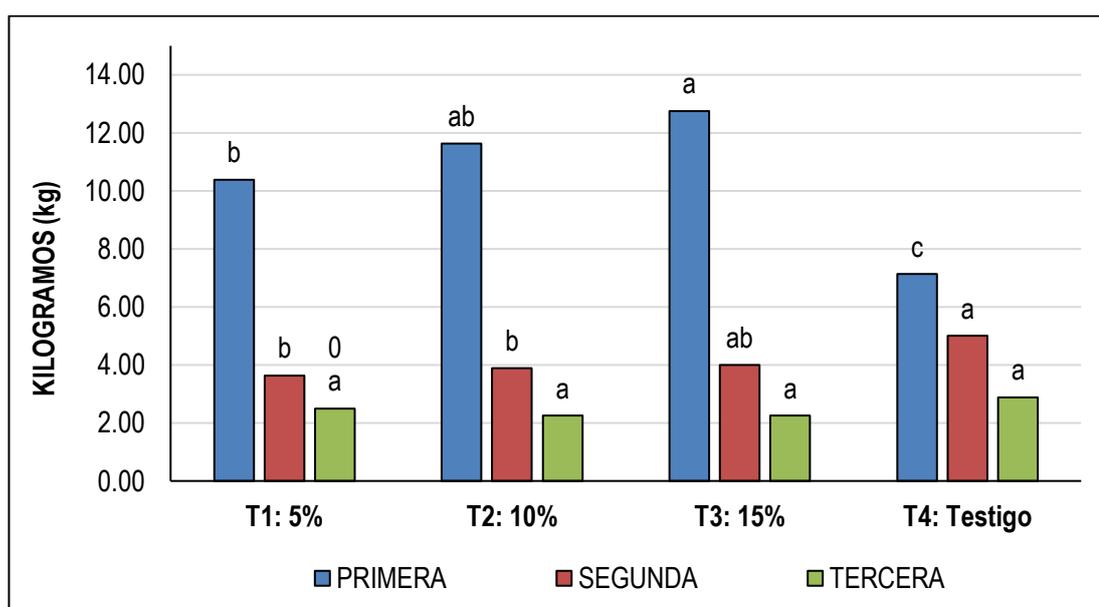


Figura 8. Promedios de los tratamientos en estudio para peso de tubérculos por ANE de primera, segunda y tercera, con significación al 0,05 de probabilidad de error.

4.3.1. Peso total de tubérculos por ANE

Los resultados del análisis de varianza se muestran en la Tabla 23, donde para el efecto Bloques fue no significativo, ya que obtuvo un valor de Fc menor al Ft, sin embargo, para el efecto Tratamientos el valor de Fc fue mayor que el Ft, por lo que fue altamente significativo.

El coeficiente de variabilidad fue de 7,47% el cual denota confianza en la precisión de la información tomada de campo por ser menor al 30%.

Tabla 23. ANVA al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error para peso total de tubérculos por ANE.

Fuentes de variabilidad	gl	SC	CM	Fc	Ft	
					0,05	0,01
Bloques	3	6,69	2,23	1,03 ^{ns}	3,86	6,99
Tratamientos	3	35,19	11,73	5,40 ^{**}	3,86	6,99
Error exp	9	19,56	2,17			
Total	15	61,44				
CV = 8,64%					$\bar{X} = 17,06$	

La prueba de Duncan de la Tabla 24 al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error para número total de tubérculos por ANE, donde el tratamiento T3 (15% biol) ocupó el primer lugar del OM con 19,00 kg al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error, los tratamientos T2 y T1 son iguales estadísticamente. En la Figura 9 se observa los promedios obtenidos por los tratamientos.

Tabla 24. Prueba de Duncan al 0,05 y 0,01 de probabilidad de error para peso total de tubérculos por ANE y hectárea

OM	TRATAMIENTOS	Medias (kg)		Significancia	
		kg/ANE	kg/ha	0,05	0,01
1	T3: 15% biol	19,00	29,687.50	a	a
2	T2: 10% biol	17,75	27,734.38	a b	a b
3	T1: 5% biol	16,50	25,781.25	b c	a b
4	T4: Testigo	15,00	23,437.50	c	b
S\bar{x}				$\pm 0,74$	

La Figura 10 contempla los promedios del rendimiento por hectárea de papa, donde el tratamiento T3 obtuvo el mayor rendimiento con 29,687.50 kg/ha, y el menor rendimiento registra el tratamiento T4 con 23,437.50 kg/ha.

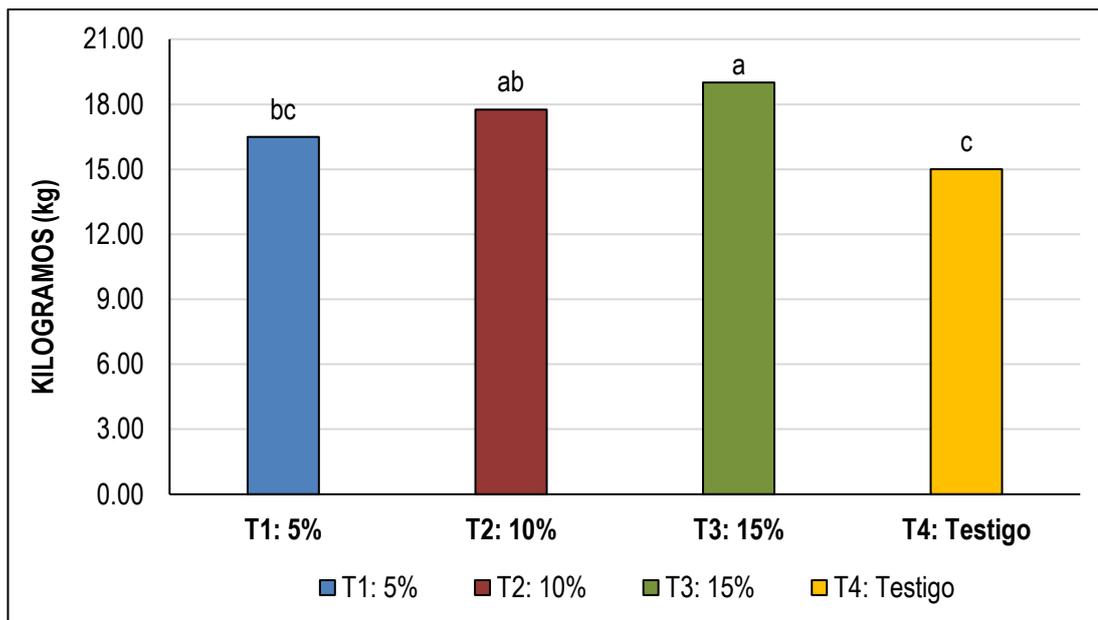


Figura 9. Promedios de los tratamientos en estudio para peso total de tubérculos por ANE, con significación al 0,05 de probabilidad de error.

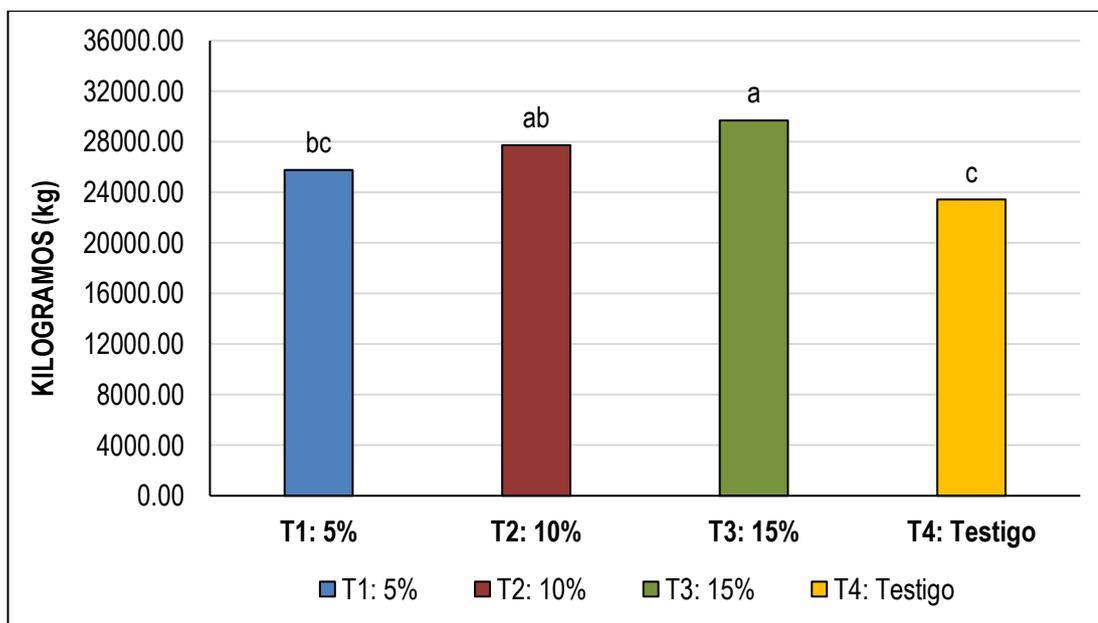


Figura 10. Promedios de los tratamientos en estudio para peso total de tubérculos por hectárea, con significación al 0,05 de probabilidad de error.

V. DISCUSIÓN

5.1. Altura de planta

Los promedios obtenidos en la altura de planta a los 40 días después de la siembra (dds), los tratamientos no tuvieron efecto; mientras que a los 60 y 80 dds se logró observar diferencias. A los 60 dds, los promedios de altura de planta oscilan entre 48,0 a 59,0 cm y a los 80 dds fluctúa en 69,05 a 84,0 cm; estos promedios son superiores al resultado obtenido por Villacarqui (2018) quien obtuvo

El resultado demuestra que el biol tuvo efecto en la altura de planta a los 60 y 80 días después de la siembra con los tratamientos T2 (10% biol) y T3 (15% biol); porque promueve el crecimiento de la planta (Álvarez, 2010; Medina, 1990) en la zona trofógena de los vegetales por un incremento apreciable del área foliar efectiva, en especial de los cultivos anuales (Medina, 1990), debido a que contiene nutrientes en una forma fácilmente disponible, como el nitrógeno, lo que significa que puede tener un mayor efecto en la fertilización en un corto plazo. (Bonten *et al.*, 2014) y además presenta cantidades pequeñas de fitoreguladores que son capaces de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas (Varnero 2011).

Por otro lado, el resultado del tratamiento testigo en la altura de planta fue considerable de 48,00 y 69,05 cm en 60 y 80 días dds respectivamente, resultado superior al de Villacarqui (2018); el cual se justifica debido al aporte nitrógeno del guano de las islas (11% N), ya que el suelo solo tuvo una contribución de 0,09 % N, que cualitativamente es “bajo”, dicho elemento es primordial para el desarrollo vegetativo de las plantas (FAO, 2004), por lo que a medida que la planta de papa crece exige de mayor cantidad de Nitrógeno ($116 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) (Basantes y Basantes, 2017).

5.2. Número de tubérculos

Los resultados denotan que hubo diferencias estadísticas en el número de tubérculos de primera y segunda por planta, producidos por los tratamientos T2 (10% biol) y T3 (15% biol) con 5,00 y 4,00 tubérculos respectivamente, lo que coincide con Rojas (2014); pero fue superado por Flores (2019) en el número de tubérculos de primera con 9,92 tubérculos, lo que posiblemente se deba a la acción de represores hormonales como la metionina, que el biol cuenta en su composición (Medina, 1990)

En el número total de tubérculos por planta, el tratamiento T4 (testigo) es el que destacó con 7,94 tubérculos, sin embargo, es superado por Flores (2019) quien obtuvo 9,92 tubérculos/planta; también en el número de tubérculos por parcela, el tratamiento T4 destacó obteniendo 60,00 tubérculos de segunda, 23,50 de tercera y 127,00 en total; esta respuesta observada se explica, al abonamiento con guano de isla que se aplicó en el tratamiento T4, cubriendo la necesidad del cultivo, por la riqueza nutricional suficiente y efectiva en potasio (2,5% K₂O), ya que el suelo solo aportó un nivel bajo de potasio de 98,96 ppm, ya que ambos macronutrientes son los encargados de favorecer la formación de tubérculos (Pardave, 2004; Campos, 2014)

5.3. Peso de tubérculos

El tratamiento T3 (15% biol) ocupó el primer lugar del OM con 19,00 kg lo que equivale a 29,687.50 kg/ha, los tratamientos T2 y T1 son iguales estadísticamente, es decir que el efecto es parecido entre estas dos dosis de biol, por lo tanto, la dosis más adecuada para obtener una respuesta destacable es a 15% de biol. El promedio obtenido por el tratamiento T3 fue superior a lo reportado por Rojas (2014), Condori *et al* (2017), Villacarqui (2018) y Flores (2019), sin embargo, se ratifica el efecto del biol en el peso de tubérculos de papa.

Por otra parte, el biol influyó en la mayor producción de tubérculos de papa, debido a que ejerce una acción sobre el follaje (amplía la fase foliar), mejora la floración, traduciéndose esto en un incremento significativo de la producción de biomasa vegetal (Varnero, 2011), además de aumentar la

producción y mejorar la calidad de los productos considerablemente, también mejora el balance nutricional en la planta, haciéndola más resistente a la embestida de plagas y enfermedades originadas por el desequilibrio ambiental (Colque *et al.*, 2005; INIA, 2008; Piamonte, 2009).

Al analizar el resultado del tratamiento testigo (T4) es evidente que el abonamiento con guano de las islas, contribuyó al incremento de peso de tubérculos, porque los nutrientes del suelo no tuvieron un aporte significativo de nitrógeno fósforo y potasio; y que la aplicación del biol mejoró el aporte nutricional en macronutrientes y micronutrientes según al análisis químico realizado del biol.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos determinaron el planteamiento de la hipótesis, lo que permitió llegar a las siguientes conclusiones:

- El efecto del biol en la altura de planta a los 60 y 80 días después de la siembra, reporta que el tratamiento T2 (10% biol) y T3 (15% biol) reportan los promedios más altos superando a los demás tratamientos incluyendo al testigo.
- En el número de tubérculos, los resultados por planta destacan el efecto del tratamiento T2 (10% biol) y T3 (15% biol), según en el número total de tubérculos, el tratamiento T4 (testigo) es el que sobresale con 7,94; por producir un mayor número de tubérculos de tercera. En el número de tubérculos por ANE, el tratamiento T3 se impone en tubérculos de primera (44,00) y le tratamiento T4 en tubérculos de segunda y total.
- El tratamiento T3 (15% biol) ocupó el primer lugar del OM con 19,00 kg lo que equivale a 29,687.50 kg/ha, los tratamientos T2 y T1 son iguales estadísticamente, es decir que el efecto es parecido entre estas dos dosis de biol, por lo tanto, la dosis más adecuada para obtener una respuesta destacable es a 15% de biol

RECOMENDACIONES

Debido a los resultados encontrados en el presente trabajo de tesis permite recomendar los siguientes:

- Se recomienda la aplicación de biol al 15% ya que se obtiene resultados satisfactorios en la parte vegetativa y subterránea de la planta de papa.
- Aplicar el biol al cultivo de papa con una frecuencia de 8 días a partir de los 60 días después de la siembra.
- Incrementar las dosis de biol planteadas en el estudio y determinar la fitotoxicidad.
- Investigar la interacción del biol con otros abonos sólidos en el cultivo de papa.
- Estudiar la efectividad de los momentos de aplicación del biol en el cultivo de papa.

LITERATURA CITADA

- Alvarado, G. 2002. La fertilización del cultivo de la papa en el Perú. Depto. de Suelos y Fertilizantes. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina. Depto. de Fisiología. Centro Internacional de la Papa.
- Basantes, ER. y Basantes, S.X. 2017. Evaluación de los requerimientos nutricionales en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), en la Hacienda El Prado, Sangolquí, Ecuador (en línea). Resumen VII Congreso Ecuatoriano de la Papa. 29 de junio al 1 julio, Tulcán-Ecuador. Consultado 11 agos. 2020 Disponible en https://nqxms1019hx1xmtstxk3k9sko-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2017/09/poters16_ebasantesmorales.pdf
- Bonten, L.; Zwart, K.; Rietra, R.; Postma, R.; de Haas, M. 2014. Bio-slurry as fertilizer; Is bio-slurry from household digester a better fertilizer than manure? A literature review (en línea). Wageningen, Alterra Wageningen UR (University & Research centre), Alterra report 2519. 46p. Consultado 7 set. 2016. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/268148367_Bioslurry_as_a_fertilizer
- Calderón A. 2003. Enfermedades de la papa y su control. 2 ed. Buenos Aires, Hemisferio Sur. 143 p.
- Campos, CR. 2014. Efecto de la fertilización en el rendimiento y características biométricas del cultivo de papa variedad huayro en la comunidad de Aramachay (Valle del Mantaro). Tesis Ing. Agr. UNALM, Lima. 89 p. (en línea). Consultado 20 agos. 2020. Disponible en <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1390/t007202.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Colque, T.; Rodriguez, D.; Mujica, A.; Canahua, A.; Apaza, V.; Jacobsen S.. 2005. Producción de biol: Abono líquido natural y ecológico. (En línea) INIA-EE Illpa, Puno, Perú. 16 p. Consultado 29 oct. 2009. Disponible en http://www.quinoa.life.ku.dk/~media/Quinoa/docs/pdf/Outreach/Manual_Biolfinal.ashx

- Condori, P.; Loza, M.; Sainz, H. Guzmán, J.; Mamani, F.; Marza, F.; Gutiérrez, E. 2017. Evaluación del efecto del biol sobre catorce accesiones de papa nativa (*Solanum* ssp.) en la estación experimental Kallutaca. Journal Selva Andina Biosph. Vol. 5. Número 1.15-28 pp. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/pdf/jsab/v5n1/v5n1_a03.pdf
- Cuesta X., Monteros, C., Yumisaca, F., Tello, C., Reinoso, I., & Carrera, E. (2013). Programa Nacional de raíces y tubérculos –papa. Plegable N° 135.
- Dupocsa. 2009. La papa Tubérculo (en línea). Consultado 23 Oct de 2018. Disponible en: <http://www.dupocsa.com/content/papa>
- Egúzquiza, R. 2000. La papa: producción, transformación y comercialización. Prisma PROYECTO PRODUCE. Proyecto PAPA ANDINA (CIP-COSUDE). 192 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación) MAGDER (Ministerio de Agricultura y Ganadería y desarrollo Rural) 2004. Itinerario técnico: La panoplia de la producción Agrícola. Santa Cruz de la sierra. 50-60 pp.
- FAO. 2014. Glosario de biotecnología para la agricultura y la alimentación. (en línea). Consultado 26 Oct de 2018. Disponible en: <http://ftp.fao.org/docrep/fao/004>.
- FAO (BOL) IFDC (Centro Internacional de Promoción de Fertilizantes, IT)/ IPI (Instituto Internacional de los Fertilizantes Potasicos, IT)/ PPI (Instituto de Fertilizantes Fosfatados y Potasicos, IT) / IFA (Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes, IT). 2002. Utilización de fertilizantes por cultivo. 4 ed. Rev. Roma. 1 pp.
- Flores, SM. 2019. Alternativas de fertilización para el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) con el empleo de biol de producción local, microorganismos solubilizadores de fósforo y extracto de algas en la Comunidad de Canchaguano, Montúfar, Carchi. Tesis para optar el título

de Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario. Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Ecuador. 95 p.

Franco, J. 2002. El cultivo de la papa en Guatemala. Ministerio de Agricultura. p.145.

INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria). 2008. Producción y uso de biol: folleto. Serie N° 2: Tecnologías innovativas apropiadas a la conservación insitu de la agrobiodiversidad. 1 ed. Lima, PE. 11 p.

Inoztroza, J. 2009. Manual de papa para La Araucanía: Manejo y Plantación. (en línea), CL, Consultado el 27 de Oct de 2018. Disponible en <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR36470.pdf>.

Jiménez, I. 2009. La papa fue descrita por Unneo en 1753. Pertenece a la familia de la Solanácea. Lima; Universidad Nacional Agraria la Molina.

Medina, A. 1990. El Biol: Fuente de Fitoestimulantes en el Desarrollo Agrícola. Cochabamba, BO. Programa Especial de Energías UMSS-GTZ. 77p. p. 58. Fuente original: Medina y Zegarra 1987. El Biol en la Agricultura Tecnificada. Simposio sobre Biogas y derivados, Pucallpa, PE.

Mejía, R; Santos Méndez, J; Pineda, L; Hernández, S. 2013. Manual de producción de semilla de papa mediante técnicas de multiplicación asexual. (en línea),HN, Consultado el 01 de Nov de 2018. Disponible en:<http://www.asocam.org/biblioteca/files/original/6f25b66b5b8270a6981a68a2da025bea.pdf>.

Morales, S. 2011. Crecimiento, contenido de azúcares y capacidad de brotación en semilla tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.). Tesis para optar el grado académico de Doctor en Ciencias en Horticultura. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 118 p. Disponible en: <https://chapingo.mx/horticultura/pdf/tesis/TESISDCH2011020406126373.pdf>

Muñoz A. 2010. Cultivo de papa. *Solanum tuberosum*. L. (en línea) EC. Consultado 5 Nov de 2018. Disponible en <http://www.agrytec.com/>:

agricola/index.php?option=com_content&view=article &id= 281: cultivo de papa solanum tuberosum y catid=43: artículos técnicos y Itemid=46.

Pardave C. 2004. Cultivo y comercialización del cultivo de papa. Perú. Palomino. 133 pp.

Perú Ecológico. 2009. La papa, de Cenicienta a Reina de la Alimentación (en línea). Consultado 03 Nov de 2018. Disponible en: www.peruecologico.com.pe/flo_papa

Piamonte, R.; Flores, P. 2000. Biofertilizante líquido enriquecido. Folleto de divulgación. Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente (IDMA). Lima, PE. 40 p.

Piamonte, R. 2009. Biofertilizante líquido: Conceptos y prácticas. 5 p. Sin publicar

Pumisacho, M. y Velásquez, J. 2009. Manual del cultivo de papa para pequeños productores. INIAP-COSUDE. Quito, Ecuador. 10-102 pp.

Rojas, NJ. 2014. Sistemas de abonamiento en la producción del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. Canchan e'n la Comunidad de Seccelambras -Acocro- Huamanga-Ayacucho. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional de Huancavelica. 56 p.

Román, M. y Hurtado, G. 2002. La Papa. Centro Nacional De Tecnología Agropecuaria y Forestal. 34 p.

Romero, W. 2003. Macro nutrientes importantes en la fertilización radicular y foliar (en línea). Consultado 18 de Oct de 2018 Disponible en www.Fisicanmet.com.ar/monografías/es1/es_04_ciclo_del_Azufre.php.

Sánchez, R. 2003. Abonos Orgánicos y Lombricultura. Primera impresión, Lima – Perú, 17 – pp.

Sánchez R. 2003. Cultivo y Comercialización de la Papa. Primera impresión, Lima – Perú, 43 – 44 pp.

- Usucachi L. P. 2011. Proceso de obtención de bioetanol a partir de papa peruana. UNI. Lima, Perú.
- Varnero, M. 2011. Manual de biogás (en línea). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Ministerio de Energía (MINENERGIA), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Global Environment Facility (GEF). Santiago de Chile, CL. 120 p. Consultado 4 abr. 2016. Disponible en: www.fao.org/docrep/019/as400s/as400s.pdf
- Villacacqui, M.A. 2018. Efecto de dos sistemas de cultivo con la aplicación de biol (enriquecidos con microorganismos eficaces) de aroma agradable, sobre el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* var. Yungay), A 3150 m.s.n.m., en Antaoco, Independencia, Huaraz. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Perú. 76 p.
- Warnars, L. y Oppenoorth, H. 2014. Bioslurry: A supreme fertiliser. A study on bioslurry results and uses (en línea) s.l. Hivos. 52 p. Consultado 5 abr. 2016. Disponible en https://www.hivos.org/sites/default/files/bioslurry_book.pdf
- Zúñiga, JA. 2015. Aplicación de dosis de biol para la brotación de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Fripapa en Quero provincia Tungurahua – Ecuador. Tesis para optar el título profesional de ingeniero agrónomo. Agronomía- UTA.

ANEXOS

ANEXO 1. PROMEDIOS DE ALTURA DE PLANTA A LOS 40 DÍAS

TRATAMIENTOS	BLOQUES				PROMEDIO	SUMA
	I	II	III	IV		
T1	22.00	19.00	24.00	23.00	22.00	88.00
T2	26.00	28.00	23.00	27.00	26.00	104.00
T3	24.00	25.00	26.00	21.00	24.00	96.00
T4	22.00	19.00	24.00	23.00	22.00	88.00
PROMEDIO	23.50	22.75	24.25	23.50	23.50	
SUMA	94.00	91.00	97.00	94.00		376.00

ANEXO 2. PROMEDIOS DE ALTURA DE PLANTA A LOS 60 DÍAS

TRATAMIENTOS	BLOQUES				PROMEDIO	SUMA
	I	II	III	IV		
T1	52.00	53.00	49.00	54.00	52.00	208.00
T2	59.00	62.00	55.00	60.00	59.00	236.00
T3	55.00	53.00	58.00	54.00	55.00	220.00
T4	48.00	50.00	49.00	45.00	48.00	192.00
PROMEDIO	53.50	54.50	52.75	53.25	53.50	
SUMA	214.00	218.00	211.00	213.00		856.00

ANEXO 3. PROMEDIOS DE ALTURA DE PLANTA A LOS 80 DÍAS

TRATAMIENTOS	BLOQUES				PROMEDIO	SUMA
	I	II	III	IV		
T1	74,00	76,00	71,00	75,00	74,00	296,00
T2	84,00	82,00	83,00	87,00	84,00	336,00
T3	78,00	80,00	75,00	79,00	78,00	312,00
T4	68,00	70,00	70,20	68,00	69,05	276,20
PROMEDIO	76,00	77,00	74,80	77,25	76,26	
SUMA	304,00	308,00	299,20	309,00		1220,20

ANEXO 4. PROMEDIOS DE NÚMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA DE LA CATEGORÍA PRIMERA.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				PROMEDIO	SUMA
	I	II	III	IV		
T1	3.75	3.13	3.88	3.67	3.61	14.43
T2	4.31	4.73	4.38	4.19	4.40	17.61
T3	5.13	4.75	4.88	5.63	5.09	20.38
T4	2.87	3.00	2.67	3.00	2.88	11.53
PROMEDIO	4.01	3.90	3.95	4.12	4.00	
SUMA	16.05	15.62	15.79	16.48		63.94

ANEXO 5. PROMEDIOS DE NÚMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA DE LA CATEGORIA SEGUNDA

TRATAMIENTOS	BLOQUES				PROMEDIO	SUMA
	I	II	III	IV		
T1	1.00	1.00	1.00	1.38	1.10	4.38
T2	1.31	1.23	1.15	1.00	1.17	4.69
T3	1.71	1.73	1.50	1.31	1.56	6.25
T4	3.87	4.00	3.80	4.33	4.00	16.00
PROMEDIO	1.97	1.99	1.86	2.01	1.96	
SUMA	7.89	7.96	7.45	8.03		31.33

ANEXO 6. PROMEDIOS DE NÚMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA DE LA CATEGORIA TERCERA

TRATAMIENTOS	BLOQUES				PROMEDIO	SUMA
	I	II	III	IV		
T1	1.17	2.00	1.13	1.00	1.32	5.29
T2	1.20	1.44	1.22	1.10	1.24	4.97
T3	1.33	1.33	1.27	1.13	1.27	5.06
T4	1.73	1.53	1.46	1.71	1.61	6.44
PROMEDIO	1.36	1.58	1.27	1.23	1.36	
SUMA	5.43	6.31	5.08	4.94		21.77

ANEXO 7. PROMEDIOS DE NÚMERO TOTAL DE TUBÉRCULOS POR PLANTA DE LA CATEGORIA TERCERA

TRATAMIENTOS	BLOQUES				PROMEDIO	SUMA
	I	II	III	IV		
T1	4.88	3.81	5.06	5.06	4.70	18.81
T2	6.13	6.25	6.00	5.50	5.97	23.88
T3	7.38	6.69	7.06	7.25	7.09	28.38
T4	7.94	8.19	7.25	8.38	7.94	31.75
PROMEDIO	6.58	6.23	6.34	6.55	6.43	
SUMA	26.31	24.94	25.38	26.19		102.81

ANEXO 8. PROMEDIOS DE NÚMERO DE TUBÉRCULOS POR ANE DE LA CATEGORIA PRIMERA

TRATAMIENTOS	BLOQUES				PROMEDIO	SUMA
	I	II	III	IV		
T1	60.00	47.00	62.00	55.00	56.00	224.00
T2	69.00	71.00	70.00	67.00	69.25	277.00
T3	82.00	76.00	78.00	90.00	81.50	326.00
T4	43.00	48.00	40.00	45.00	44.00	176.00
PROMEDIO	63.50	60.50	62.50	64.25	62.69	
SUMA	254.00	242.00	250.00	257.00		1003.00

ANEXO 9. PROMEDIOS DE NÚMERO DE TUBÉRCULOS POR ANE DE LA CATEGORIA SEGUNDA

TRATAMIENTOS	BLOQUES				PROMEDIO	SUMA
	I	II	III	IV		
T1	11.00	12.00	10.00	18.00	12.75	51.00
T2	17.00	16.00	15.00	10.00	14.50	58.00
T3	24.00	19.00	21.00	17.00	20.25	81.00
T4	58.00	60.00	57.00	65.00	60.00	240.00
PROMEDIO	27.50	26.75	25.75	27.50	26.88	
SUMA	110.00	107.00	103.00	110.00		430.00

ANEXO 10. PROMEDIOS DE NÚMERO DE TUBÉRCULOS POR ANE DE LA CATEGORIA TERCERA

TRATAMIENTOS	BLOQUES				PROMEDIO	SUMA
	I	II	III	IV		
T1	7.00	2.00	9.00	8.00	6.50	26.00
T2	12.00	13.00	11.00	11.00	11.75	47.00
T3	12.00	12.00	14.00	9.00	11.75	47.00
T4	26.00	23.00	19.00	24.00	23.00	92.00
PROMEDIO	14.25	12.50	13.25	13.00	13.25	
SUMA	57.00	50.00	53.00	52.00		212.00

ANEXO 11. PROMEDIOS DE NÚMERO TOTAL DE TUBÉRCULOS POR ANE

TRATAMIENTOS	BLOQUES				PROMEDIO	SUMA
	I	II	III	IV		
T1	78.00	61.00	81.00	81.00	75.25	301.00
T2	98.00	100.00	96.00	88.00	95.50	382.00
T3	118.00	107.00	113.00	116.00	113.50	454.00
T4	127.00	131.00	116.00	134.00	127.00	508.00
PROMEDIO	105.25	99.75	101.50	104.75	102.81	
SUMA	421.00	399.00	406.00	419.00		1645.00

ANEXO 12. PROMEDIOS DE PESO DE TUBÉRCULOS POR ANE DE LA CATEGORIA PRIMERA

TRATAMIENTOS	BLOQUES				PROMEDIO	SUMA
	I	II	III	IV		
T1	9.50	11.50	11.00	9.50	10.38	41.50
T2	11.50	13.00	12.00	10.00	11.63	46.50
T3	14.00	13.00	12.50	11.50	12.75	51.00
T4	7.50	7.00	6.00	8.00	7.13	28.50
PROMEDIO	10.63	11.13	10.38	9.75	10.47	
SUMA	42.50	44.50	41.50	39.00		167.50

ANEXO 13. PROMEDIOS DE PESO DE TUBÉRCULOS POR ANE DE LA CATEGORIA SEGUNDA

TRATAMIENTOS	BLOQUES				PROMEDIO	SUMA
	I	II	III	IV		
T1	5.00	3.50	3.50	2.50	3.63	14.50
T2	4.00	3.50	4.50	3.50	3.88	15.50
T3	4.00	4.50	4.00	3.50	4.00	16.00
T4	6.00	5.00	4.00	5.00	5.00	20.00
PROMEDIO	4.75	4.13	4.00	3.63	4.13	
SUMA	19.00	16.50	16.00	14.50		66.00

ANEXO 14. PROMEDIOS DE PESO DE TUBÉRCULOS POR ANE DE LA CATEGORIA TERCERA

TRATAMIENTOS	BLOQUES				PROMEDIO	SUMA
	I	II	III	IV		
T1	2.00	3.50	2.00	2.50	2.50	10.00
T2	2.50	1.50	2.00	3.00	2.25	9.00
T3	2.50	1.50	3.00	2.00	2.25	9.00
T4	3.00	2.00	3.00	3.50	2.88	11.50
PROMEDIO	2.50	2.13	2.50	2.75	2.47	
SUMA	10.00	8.50	10.00	11.00		39.50

ANEXO 15. PROMEDIOS DE PESO TOTAL DE TUBÉRCULOS POR ANE

TRATAMIENTOS	BLOQUES				PROMEDIO	SUMA
	I	II	III	IV		
T1	16.50	18.50	16.50	14.50	16.50	66.00
T2	18.00	18.00	18.50	16.50	17.75	71.00
T3	20.50	19.00	19.50	17.00	19.00	76.00
T4	16.50	14.00	13.00	16.50	15.00	60.00
PROMEDIO	17.88	17.38	16.88	16.13	17.06	
SUMA	71.50	69.50	67.50	64.50		273.00

ANEXO 16. ANÁLISIS DE SUELO DEL CAMPO EXPERIMENTAL



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Carretera Central Km1.21 - Tingo María - CELULAR 941531359
Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología
analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANÁLISIS DE SUELOS

SOLICITANTE:				PROCEDENCIA:																			
ZUÑIGA VILANUEVA FREDY				SECTOR: MACHEY CHAQUIN - ICHU YANUNA									PROVINCIA						PACHITEA				
				DISTRITO: PANAO									DEPARTAMENTO						HUANUCO				
N°	COD. LAB.	DATOS DE LA MUESTRA		ANÁLISIS MECÁNICO			pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%	
				Arena	Arcilla	Limo							Textura	1:1	%	%	disponible						
		CULTIVO	REFERENCIA	%	%	%	ppm	ppm	Ca	Mg	K						Na	Al		H	Bas. Camb.	Ac. Camb.	Sat. Al
1	S0839	PAPA	M1	54	23	23	Franco Arcillo Arenoso	4.85	1.77	0.09	3.92	98.96	---	4.95	2.40	-	-	1.57	0.29	9.21	79.80	20.20	17.06

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
TINGO MARIA, 02 DE JULIO 2019
RECIBO N° 0584592



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS

Ing. Luis G. Mancilla Minaya
JEFE



ANEXO 17. ANÁLISIS QUÍMICO DEL BIOL


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Tingo Maria
Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos
 Av. Universitaria s/n Telef. (062) 562342 - Celular 941531359 - Aptdo. 156
analisisdesuelosunas@hotmail.com


ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:			JUAN VILLANUEVA						PROCEDENCIA:			HUANUCO							
Datos de la muestra			PH	Análisis Proximal					base seca	PPM (mg / Litro de biol) en base seca									
				Materia Seca (%)	Humedad (%)	Ceniza en base húmeda (%)	Materia Orgánica en base húmeda (%)	N (base seca) (%)	P ₂ O ₅ g/L biol	Ca mg/L biol	K mg/L biol	Na mg/L biol	Mg mg/L biol	Cu mg/L biol	Fe mg/L biol	Zn mg/L biol	Mn mg/L biol		
Código	Tipo	Referencia																	
M0642	BIOL	M1	5.41	4.33	95.67	2.17	2.16	1.62	0.36	2395	3770	320	1125	0.86	0.80	0.85	1.86		

ND: NO DETECTABLE

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
 FECHA : 19 DE NOVIEMBRE DEL 2018
 RECIBO N° 001-0558035


Luis G. Mansilla Minary
 JEFE



ANEXO 18. PANEL FOTOGRÁFICO DE LAS ACTIVIDADES DE LA INVESTIGACIÓN



Figura 11. Preparación del terreno con tracción animal.



Figura 12. Surcado manual del campo experimental.



Figura 13. Siembra de tubérculos-semilla de papa en el campo experimental.



Figura 14. Plantas de papa del campo experimental a 40 días después de la siembra.



Figura 15. Preparación del caldo de biol para la aplicación según las dosis planteadas.



Figura 16. Aplicación del biol a las plantas de papa a los 80 días después de la siembra.



Figura 17. Evaluación de la altura de plantas de papa a los 80 días después de la siembra.



Figura 18. Visita del jurado de tesis en el campo experimental.



Figura 19. Cosecha de tubérculos de papa en el campo experimental.



Figura 20. Tubérculos de papa cosechados y clasificados por categorías.